

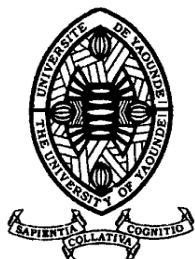
UNIVERSITE DE YAOUNDE 1

FACULTES DES SCIENCES

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN
SCIENCE DE LA VIE, SANTE ET
ENVIRONNEMENT

UNITE DE RECHERCHE
DOCTORALE DE SCIENCES DE
LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE



UNIVERSITY OF YAOUNDE 1

FACULTY OF SCIENCE

CENTRE FOR RESEARCH AND
TRAINING IN GRADUATE STUDIES IN
LIFE HEALTH AND
ENVIRONMENTAL SCIENCE

DOCTORATE TRAINING UNIT OF
LIFE SCIENCE

DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY

LABORATOIRE DES SCIENCES ALIMENTAIRES ET METABOLISME.
LABORATORY FOR FOOD SCIENCE AND METABOLISM.

**Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base
d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur
transformation en yaourt végétal pour une caractérisation
microbiologique et physicochimique.**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Biochimie

Option : Science des Aliments et Nutrition

Par :

NOMO NGAH Gèneviève

Matricule : 15C2403

Licencié-ès Sciences

Sous la co-direction de :

BEBBE Fadimatou

Chargé de Cours,
Université de Yaoundé 1

FOKOU Elie

Professeur,
Université de Yaoundé 1



Année académique 2024-2025

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

DÉDICACE

« A mes parents **NOMO FOU DA Ephrem** et à ma feu **mère BETE Leocadie** ».

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce travail de recherche a nécessité l'assistance de plusieurs personnes et structures à qui je témoigne toute ma reconnaissance. Elle s'adresse :

Au Professeur **FOKOU Elie** et au Docteur **BEBBE Fadimatou**, de m'avoir confié ce travail et guidé mes premiers pas vers le monde de la recherche. Je vous suis reconnaissante pour vos orientations et encouragements qui m'ont permis de donner la forme à ce travail. Recevez ici, l'expression de mon plus haut dévouement.

Au chef de département de Biochimie, le **Professeur MOUNDIPA FEWOU Paul** et à tous les enseignants du département de Biochimie pour l'encadrement et les enseignements reçus tout au long de mon parcours académique.

A l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement à Yaoundé (**IRAD**) pour l'accueil chaleureux et les orientations lors de l'identification du matériel végétal.

Au Laboratoire National d'Analyses Diagnostiques des Produits et Intrants agricoles (**LNAD**) du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (**MINADER**) à Yaoundé pour l'analyse des minéraux et fibres.

Aux laboratoires de Microbiologie et des Sciences Alimentaires et Métabolisme de L'Université de Yaoundé I.

A mes aînés de laboratoire : **Dr KUAGNY, Dr MAPTOUOM, Messieurs MBASSI, ABDOUL, NOAH, KOUANDJOUA, EYILI, TALLA, NANTCHOUANG, SUFEU** pour les conseils et les critiques constructives pour la bonne rédaction de ce mémoire.

À mes camarades de promotion notamment pour leurs encouragements.

À mon père pour son soutien financier et ses encouragements que ce travail soit l'accomplissement de ses vœux.

À ma fille pour la quiétude qu'elle m'a apporté durant la réalisation de ce travail.

À mes chers frères et sœurs pour leurs encouragements.

À tous ceux qui, de près ou de loin, ont œuvré à la réalisation de ce travail et dont les noms ne figurent pas ici, j'exprime toute ma gratitude.

TABLE DE MATIERES

DÉDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
LISTE DES ABBREVIATIONS.....	v
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES PHOTOGRAPHIES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES ANNEXES.....	viii
RESUME.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE	3
I-1. Généralités sur le lait et yaourt.....	3
I-1-1. Définition et composition physico-chimique du lait animal et végétal.....	3
I-1-2. Définition et procédé d'obtention du yaourt	12
I-2. Généralités sur l'anacardier	17
I-2-1. Histoire et Classification	17
I-2-2. Description de l'anacardier	18
I-2-3. Culture.....	19
I-2-4. Aire de répartition de l'anacardier	20
I-2-5. Composition physico-chimique de l'amande de cajou et ses bienfaits sur la santé.....	20
I-2-6. Production et valorisation de l'anacardier.....	24
I-2-7. Quelques travaux antérieurs sur l'amande de cajou.....	25
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	30
II-1. Matériel	30
II-1-1. Matériel végétal	30
II-1-2. Matériel microbiologique.....	30
II-2. Méthodes.....	31
II-2-1. Echantillonnage.....	31
II-2-2. Traitement des noix jusqu'à l'obtention des laits et yaourts végétaux	31
II-3. Caractérisation physico-chimies des laits et yaourts végétaux produits	35
II-3-1. Détermination de la teneur en eau et en matière sèche	35
II-3-2. Détermination des teneurs en macronutriments des laits et yaourts végétaux...	35
II-3-3. Détermination de la valeur énergétique (kcal/100g)	39
II-3-4. Teneur en fibres brutes.....	40

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

II-3-5. Teneur en cendres totales :.....	40
II-3-6. Détermination de la teneur en éléments minéraux	41
II-3-7. Dosage de la vitamine C	42
II-3-8. Analyse des métabolites secondaires	43
II-3-9. Dosage des antinutriments	44
II-3-10. Détermination du pH des laits et yaourts végétaux et acide lactique des yaourts	47
II-4- Evaluation de l'activité émulsifiante et de la stabilité d'émulsion des différents laits obtenus	48
II-5. Analyse microbiologie des yaourts obtenus.....	49
II-6. Analyse sensorielle des yaourts	51
II-7. Analyses statistiques	51
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	52
III-1. Résultats.....	52
III-1-1. Caractérisation physico-chimique de l'amande de cajou et laits végétaux produits.....	52
III-1-2. Propriétés Techno-fonctionnelles des laits produits.....	58
III-1-3. Paramètres microbiologiques des yaourts obtenus à partir des laits de cajou produits.....	58
III-1-4. Caractérisation physico-chimique des yaourts végétaux produits à base de laits de cajou	59
III-1-5. Analyse sensorielle	64
III-2. Discussion.....	65
III-2-1. Discussion des paramètres physico-chimie de l'amande de cajou et les laits produits.....	65
III-2-2. Discussion sur les indices d'activité d'émulsion et de stabilité d'émulsion des laits végétaux produits.....	72
III-2-3. Discussion de l'analyse microbiologique des yaourts végétaux	73
III-2-4. Discussion des paramètres physico-chimiques des yaourts produits à base de laits d'amande de cajou	74
III-2-5. Discussion de l'analyse sensorielle des yaourts produits	80
PERSPECTIVES	84
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	85
ANNEXES	a

LISTE DES ABBREVIATIONS

AGMI	: Acide gras mono-insaturé
AGPI	: Acide gras polyinsaturé
ANOVA	: <i>Analysis of variance</i>
D.O	: Densité optique
DESO	: Dose Sans Effet Observé
DJA	: Dose Journalière Admissible
F.A.O	: <i>Food and Agricultural organization</i>
HDL	: <i>Hight density lipoproteins</i>
JECFA	: <i>Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives</i>
LabSAM	: Laboratoire des Sciences Alimentaires et Métabolisme
LDL	: <i>Low density lipoproteins</i>
MF	: Matière fraîche
MS	: Matière sèche
NaCL	: Chlorure de sodium
NaHCO₃	: Bicarbonate de sodium
OMS	: Organisation Mondiale de la santé
PPO	: Polyphénol oxydases
UFC	: Unité formant colonie
WHO	: <i>World Heath Organization</i>

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Diagramme de production du lait végétal.....	4
Figure 2 : Réaction de brunissement enzymatique catalysée par le PPO sous l'action du dioxygène de l'air	6
Figure 3: (A) Structure du Rébaudioside A ; (B) Structure du Stéviolside ; (C) Structure du stéviol.....	10
Figure 4: Diagramme de production du yaourt	12
Figure 5 : Equation de la fermentation lactique	16
Figure 6: Diagramme de production du yaourt à base d'amande cajou.....	26
Figure 7: Diagramme modifié de production des laits et yaourts végétaux à base d'amande de cajou	33
Figure 8: Réaction de l'ammoniac avec l'acétylacétone et le formaldéhyde en milieu aqueux.....	37
Figure 9: Réaction de pentoses et hexoses en milieu acide.....	39
Figure 10: Equation de la réaction de l'acide ascorbique avec le 2,6 DCIP.....	43
Figure 11: Potentiel d'hydrogène des laits d'amande de cajou.....	57
Figure 12: Potentiel d'hydrogène des yaourts de lait de cajou.	64

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1: Anacardier.....	18
Photographie 2 : Anacarde	18
Photographie 3: La noix de cajou.....	19
Photographie 4: Noix de cajou utilisées.....	30
Photographie 5 : <i>Streptococcus thermophilus</i>	b

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Teneurs en macronutriments, vitamines et minéraux d'un litre de lait de vache...	3
Tableau 2: Composition physico-chimies de quelques laits d'origine végétales.....	7
Tableau 3 : Normes sur germes bactériens	17
Tableau 4 : Composition en macronutriments/fibres des amandes de cajou	21
Tableau 5 : Teneur en Minéraux, Composés Phénoliques Totaux, Vitamines et Antinutriments des amandes de cajou	21
Tableau 6 : Composition en Macronutriments ; Minéraux ; Antinutriments du lait d'amande de cajou.....	25
Tableau 7 : Teneur moyenne en matière sèche, lipides, sucres totaux, protéines, fibres et cendres (g/100g MS/MF)	53
Tableau 8 : Teneur moyenne en calcium, magnésium et phosphore dans l'amande de cajou et laits végétaux.....	54
Tableau 9 : Teneurs moyennes en composés bioactifs dans l'amande et les laits produits. ...	55
Tableau 10 : Teneurs moyennes en antinutriments de l'amande de cajou et laits végétaux à base d'amande de cajou.....	57
Tableau 11 : Indices d'activité émulsifiant et de stabilité d'émulsion.....	58
Tableau 12 : Dénombrement des <i>Lactobacillus bulgaricus</i> ; observation de la forme des <i>Streptococcus thermophilus</i> et des levures.....	59
Tableau 13 : Teneur moyenne matière sèche, lipides, sucres totaux, protéines, fibres brutes et cendres (g/100g MF).....	61
Tableau 14 : Teneurs moyennes en minéraux dans les yaourts végétaux produits.	62
Tableau 15 : Teneur moyenne vitamine C, Polyphénols et en Flavonoïdes des laits et yaourts produits	62
Tableau 16 : Teneur moyenne en vitamine C, Polyphénols et Flavonoïdes des laits et yaourts à base d'amande de cajou.	63
Tableau 17 : Teneur en acide lactique des yaourts obtenus.....	64
Tableau 18 : Scores des paramètres sensoriels du yaourt témoin et des yaourts à base d'amande de cajou.....	65

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Milieux de culture.....	a
Annexe 2: Fiche d'analyse Sensorielle	c
Annexe 3 : tableau d'analyse sensorielle	d
Annexe 4 : Tableau d'étalonnage avec la solution d'azote et le dosage des protéines	f
Annexe 5: Diagramme d'étalonnage des protéines	f
Annexe 6: Etalonnage de la solution de glucose et dosage des sucres réducteurs ou sucres	g
Annexe 7 : Diagramme d'étalonnage des glucides	g
Annexe 8: Tableau d'étalonnage des composés phénoliques	h
Annexe 9: Diagramme d'étalonnage des composés phénoliques	h
Annexe 10: Tableau d'étalonnage des flavonoïdes	h
Annexe 11: Diagramme d'étalonnage des flavonoïdes	i

RESUME

La noix de cajou est un fruit aux caractéristiques nutritionnelles remarquables. Source de macronutriments, fibres et minéraux, elle est riche en composés bioactifs, qui sont dotés d'effets positifs sur la santé. Cependant, elle demeure peu connue et peu exploitée au Cameroun et pourrait être une alternative bénéfique pour la production des yaourts d'origine végétale. L'objectif de ce travail était d'étudier des propriétés techno-fonctionnelle, physico-chimique des laits ainsi que les propriétés hygiénique et sensorielle des yaourts d'amande de cajou. Le premier volet de ce travail était de déterminer les propriétés physico-chimiques, l'activité émulsifiante et l'indice de stabilité de laits ayant différentes concentrations d'amande de cajou (L-100, L-75, L-50 et L-25). Le second volet était consacré à l'observation au microscope et quantification des microorganismes des yaourts obtenus. Le troisième volet portait sur la détermination des propriétés physico-chimique et sensorielle des yaourts produits. Les paramètres étudiés ont été analysés par des méthodes standards. L-100 a obtenu la teneur la plus élevée sur la concentration en protéines (2,10 g/ 100g MF). L'étude des propriétés techno-fonctionnelles des laits a montré que parmi les laits formulés, L-100 (0,08 m²/g) avait un meilleur indice d'activité émulsifiante par rapport aux échantillons L-75 (0,06 m²/g), L-50 (0,04 m²/g) et L-25 (0,03 m²/g). Pour ce qui est de la stabilité émulsifiante, L-100 (165,90 min) est celui qui a présenté un meilleur temps de stabilité par rapport aux échantillons L-75 (21,06 min), L-50 (7,62 min) et L-25 (6,04 min). L'ensemble des analyses microbiologiques démontre la fiabilité des souches utilisées et l'absence de levure dans les yaourts produits. La composition physico-chimique a augmentée dans les yaourts à l'exception de la teneur en glucides, fibres, anti-nutriments et le pH qui ont diminué. Y-426 a présenté un bon profil nutritionnel. Sa teneur en lipides était de 9,50 g/100 g MF ; 3,00 g/100 g MF en glucides ; 6,02 g/100g MF en protéines avec une valeur énergétique de 122,90 Kcal/100g MF. Les teneurs en minéraux étaient de 14,03 mg/100g MF en Calcium ; 11,88 mg/100mg MF en Magnésium et de 16,82 mg/100g MF en Phosphore ; la teneur en vitamine C était de 0,16 mg/100g MF. Sa teneur en composés phénoliques était de 110,42 mg EAG/100g MF et 13,94 mg EQ/100g MF pour les flavonoïdes. En générale, la teneur en anti nutriments dans les yaourts obtenus était inférieure à la dose admissible journalière (dose limite des tanins : 560 mg/j ; dose limite des phytates : 150-1400 mg/j ; dose limite des oxalates : 2-5 g/J). Le yaourt ayant obtenu un pH le plus acide était Y-189 (4,03) avec une teneur en acide lactique de 0,21%. Concernant l'analyse sensorielle, le yaourt le plus accepté des quatre yaourts formulés était Y-426. En effet, la fermentation a eu un effet positif sur certains paramètres nutritionnels. Au vue de ces résultats, ces yaourts produits pourraient contribuer à valoriser l'amande de cajou dans l'alimentation humaine.

Mots clés : noix de cajou ; amande de cajou ; lait ; yaourt ;

ABSTRACT

Cashew is a fruit with remarkable nutritional characteristics. A source of macronutrients, fibers and minerals, it is rich in bioactive compounds, which have positive effects on health. However, it remains little known and little exploited in Cameroon, could be a beneficial alternative for the production of plant-based yogurts. The objective of this work was to study the techno-functional, physico-chemical properties of milks as well as the hygienic and sensory properties of cashew almond yogurts. The first part of this work was to determine the physicochemical properties, emulsifying activity and the stability index of milks with different concentrations of cashew kernel (L-100, L-75, L-50 and L-25). The second part was devoted to the observation under the microscope and quantification of the microorganisms of the yogurts obtained. The third part focused on the determination of the physicochemical and sensory properties of the yogurts produced. The parameters studied were analyzed by standard methods. L-100 obtained the highest content on protein concentration (2.10 g/ 100g MF). The study of the techno-functional properties of the milks showed that among the formulated milks, L-100 (0.08 m²/g) had a better emulsifying activity index compared to samples L-75 (0.06m²/g), L-50 (0.04 m²/g) and L-25 (0.03 m²/g). As for emulsifying stability, L-100 (165.90 min) is the one that presented a better stability time compared to samples L-75 (21.06 min), L-50 (7.62 min) and L-25 (6.04 min). All the microbiological analyses demonstrate the reliability of the strains used and the absence of yeast in the yogurts produced. The physicochemical composition increased in yogurts with the exception of the carbohydrate content, fibers, anti-nutrients and pH, which decreased. Y-426 presented a good nutritional profile. Its lipid content was 9.50 g/100 g MF; 3.00 g/100 g MF in carbohydrates; 6.02 g/100g MF in protein with an energy value of 122.90 Kcal/100g MF. The mineral contents were 14.03 mg/100g MF in Calcium; 11, 88 mg/100mg MF in Magnesium and 16, 82 mg/100g MF in Phosphorus; the vitamin C content was 0.16 mg/100g MF. Its content of phenolic compounds was 110.42 mg EAG/100g MF and 13.94 mg EQ/100g MF for flavonoids. In general, the content of antinutrients in the yogurts obtained was lower than the acceptable daily intake (limit dose of tannins: 560 mg/day; limit dose of phytates: 150-1400 mg/day; limit dose of oxalates: 2-5 g/day). The yogurt with the most acidic pH was Y-189 (4.03) with a lactic acid content of 0.21 %. Regarding sensory analysis, the most accepted yogurt of the four formulated yogurts was Y-426. Indeed, fermentation had a positive effect on certain nutritional parameters. In view of these results, yogurts produced could contribute to adding value to cashew kernels in human food.

Keywords: cashew nuts; cashew kernel; milk; yogurt.



INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'Homme pour vivre, doit transformer la matière première d'origine animale ou végétale disponible en une denrée alimentaire ou à un aliment prêt à la consommation (Shuji Ogino, 2022). Ce processus est appelé la technologie alimentaire qui utilise des techniques, des processus et des opérations unitaires pour améliorer le goût, rendre plus digestible les aliments, diversifier les produits et augmenter leur valeur nutritionnelle (Knorr et Augustin, 2021). Ainsi, le lait animal peut être transformé à travers de multiples opérations technologiques en produits laitiers qui sont des aliments riches en protéines, vitamines et oligoéléments. Parmi ces opérations technologiques, la fermentation lactique est celle qui permet d'obtenir le yaourt. Ce dernier se définit selon le *Codex alimentarius* comme un produit coagulé obtenu par fermentation, contenant deux bactéries vivantes (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) Codex alimentarius, 2008. Le yaourt est consommé à tous les âges et est nutritionnel et thérapeutique. Malgré ces potentiels, il est majoritairement d'origine animale et le lait qu'il contient présente des inconvénients sur la santé. Le principal sucre de ce lait est le lactose, ingéré par les personnes sujettes à un déficit à la beta galactosidase, ce dernier est fermenté par la flore bactérienne colique au niveau du colon et produit des gaz (H_2 ; CO_2) qui sont à l'origine des ballonnements, douleurs abdominales, des borborygmes et diarrhée. Aussi, l'allergie liée à la protéine laitière (caséine), entraîne la restriction de la consommation de ces yaourts. Face à ce problème, des chercheurs se sont orientés vers la matrice végétale pour la production des substituts de laits végétaux comme ingrédient essentiels dans la production des yaourts (Aydar et al., 2020, Shori et Ashwag, 2022). Ces laits peuvent être produits à partir des graines ou amandes qui sont sources de nutriments et de composés bioactifs. Ainsi, l'anacardier (*Anacardium occidentale* Linnaeus) est un arbre tropical qui produit un fruit composé appelé l'anacarde. Ce fruit est constitué de la pomme de cajou et à l'extrémité de celle-ci, est suspendue la noix de cajou de couleur grise à maturité. Cette noix est la partie du fruit la plus exploitée et utilisée dans cette étude. D'ailleurs, la culture de cette noix est rentable et représente une opportunité économique pour les pays producteurs. Sa production mondiale avait été estimée à 3,71 tonnes (Statista, 2023) à l'échelle africaine, elle avait été évaluée en 2019 à 2.000 000 tonnes et sur le plan national, sa production était de l'ordre de 108 tonnes en 2020 (ACFCAM, 2020). A l'intérieur de cette noix, se trouve une amande oléagineuse dont les études antérieures montrent qu'elle est source de macronutriments (Soro, 2012 ; Abalokoka et al., 2018) qui fournissent de l'énergie à l'organisme. Ils ont également pour rôle d'entrer dans la formation des membranes cellulaires de l'organisme (Lamia, 2023). Riches en acides gras

Commenté [H1]: Bruit produits par le déplacement des gaz dans l'intestin ou estomac

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

mono et polyinsaturés (Ricard et al., 2015), ils sont capables de réduire le risque de maladies cardiovasculaires et d'athérosclérose (Bayle, 2017). Aussi, des études phytochimiques révèlent qu'elle renferme de bonne teneur en composés phénoliques (Chandrasekara et Shahidi, 2011) qui sont dotés d'une activité antioxydante (Khady Ba et al., 2010), procurent des effets anti-inflammatoire (Aboura, 2018) ; antidiabétique (Bayle, 2017) ; antibactérien (Ammoudi et al., 2012). Ils empêchent également aux radicaux libres de se fixer aux acides nucléiques, protéines, lipides pouvant être à l'origine des cancers (Maleki et al., 2015). De plus, elle est source de fibres alimentaires dont le rôle est de favoriser une bonne digestion en facilitant le transit intestinal (Roberfroid, 1993). En effet, la noix de cajou peut être transformée en amandes grillées et salées, yaourt, beurre, biscuit, huile et elle est incluse dans les formulations infantiles. Cependant, au Cameroun, cette noix est transformée uniquement en amandes grillées et salées et 99 % de ces noix sont exportées. Par conséquent, ces noix sont peu valorisées au Cameroun et mériteraient d'être vulgarisées par la création des produits nouveaux. C'est dans cette vision que ce travail a été entrepris dont le but était d'étudier d'une part, les paramètres physico-chimique et techno-fonctionnel des laits et d'autre part, les paramètres microbiologie, physico-chimique et sensoriel des yaourts à base d'amande de cajou.

Hypothèse

- Les laits végétaux à base d'amande de cajou possèdent des propriétés techno-fonctionnelle et physico-chimique susceptibles de produire des yaourts végétaux de haute qualité nutritionnelle et sensorielle comparable à celle des yaourts traditionnels ;

Objectif général

- Etudier des propriétés techno-fonctionnelle, physico-chimique des laits ainsi que les propriétés hygiénique et sensorielle des yaourts à base d'amande de cajou.

Objectifs spécifiques

- Déterminer les propriétés physico-chimiques, l'activité émulsifiante et l'indice de stabilité de laits ayant différentes concentrations d'amande de cajou ;
- Quantifier les *Lactobacillus bulgaricus* et observer au microscope (*Streptococcus thermophilus* et levures) les microorganismes des yaourts obtenus des laits de cajou ;
- Déterminer les propriétés physico-chimique et sensorielle des yaourts produits.



REVUE DE LA LITTERATURE

CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE

I-1. Généralités sur le lait et yaourt

I-1-1. Définition et composition physico-chimique du lait animal et végétal

I-1-1-1. Définition et composition physico-chimique du lait animal

Le lait se définit comme un liquide issu de la sécrétion des glandes lactéales des mammifères destiné à la consommation (Codex Alimentarius, 1999). Son pH est compris entre 6,6 et 6,8 (Mekhaneg, 2020) et c'est une denrée alimentaire complexe, une suspension colloïdale stable dont les gouttelettes lipidiques sont maintenues en suspension dans la phase aqueuse (émulsion huile/eau). Il représente une source importante de nutriments (Courtet, 2010) et peut subir des traitements de standardisation lipidique et thermique pour assurer sa qualité sanitaire et prolonger sa durée de conservation.

Le tableau 1 montre la composition moyenne d'un lait d'origine animale.

Tableau 1 : Teneurs en macronutriments, vitamines et minéraux d'un litre de lait de vache

Paramètres	Lait de vache (Nestlé, 2024)
Valeur énergétique	494Kcal
Lipides	23,6g
-acides gras saturés	2,3g
-acide gras linoléique	3700mg
Glucides	61g
-lactose	37g
Fibres alimentaires	0 g
Protéines	9,4g
-caséines	7,2g
-lactosérum	2,2g
Vitamine A	400 µg
Vitamine B6	350 µg
Vitamine K	35 µg
Calcium	465 mg
Phosphore	279 mg
Magnésium	45 mg

Les protéines laitières sont constituées de 75 à 85 % de caséines ; 12% de lactoglobuline et 5% de lactalbumine (Pougheon, 2001). Le sucre principal du lait est le lactose qui est un disaccharide composé d'une molécule de galactose et de glucose liées par une liaison β -galactosidique. Bien que le lait soit nutritif et apprécié par de nombreux

Commenté [H2]: Est un mélange de deux ou plusieurs phase non miscibles

Commenté [H3]: Lait entier : 3,6% MG R
Lait demi-écrémé : 1,5-1,8% MG B
Lait écrémé : 0,3% MG V

Commenté [H4R3]:

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

consommateurs, il présente des effets désagréables liés à sa consommation. L'apparition des symptômes tels que des ballonnements, douleurs abdominales, la diarrhée sont liés à l'indigestion du lactose chez les personnes sujettes à un déficit à la beta galactosidase (Philippe et Séverine, 2017). Aussi, l'on note une hypersensibilité liée à la caséine et au lactosérum. Cette allergie due à ces protéines inclut des démangeaisons autour de la bouche, des œdèmes des lèvres et des yeux, des difficultés respiratoires, une baisse de la pression artérielle. Ces effets indésirables constituent un problème de sécurité sanitaire (Robles et Motheral, 2014) en entraînant la restriction de la consommation du lait et de ses dérivés (Codex Alimentarius, 2020).

Commenté [H5]: Est un gonflement d'un endroit (organes, tissus)

Afin de pallier à ces effets, des chercheurs se sont orientés vers la matrice végétale pour la production des substituts de laits (Aydar et al., 2020). Ces laits à base de plantes sont sources d'importante nutriments, d'une panoplie de composés bioactifs dotés de nombreuses effets thérapeutiques (zujko et Witkowska, 2014). Ils contiennent des d'acides gras mono et polyinsaturés capables de réduire le risque de maladies cardiovasculaires, d'athérosclérose (Bayle, 2017 ; Kris-ether-ton et al., 2008). Aussi, ils sont source de fibres alimentaires dont le rôle est de favoriser une bonne digestion en facilitant le transit intestinal (Roberfroid, 1993). La présence des composés antioxydants (vitamine C, flavonoïdes, polyphénols, tanins) empêchent aux radicaux libres de se fixer aux acides nucléiques, protéines, lipides pouvant être à l'origine des cancers (Maleki et al., 2015).

Commenté [H6]: Est uemolecule qui se caracterise par la présence d'un électron célibataire ce qui le rend tres instable

I-1-1-2. Origine et procédé d'obtention du lait végétal

Bien que la notion de lait soit exclusivement réservée au produit d'origine animale, ce produit peut être obtenu à partir d'un ensemble de prétraitements et de traitements de la matière première. La figure 1 ci-dessous présente les grandes lignes de production d'un lait végétal

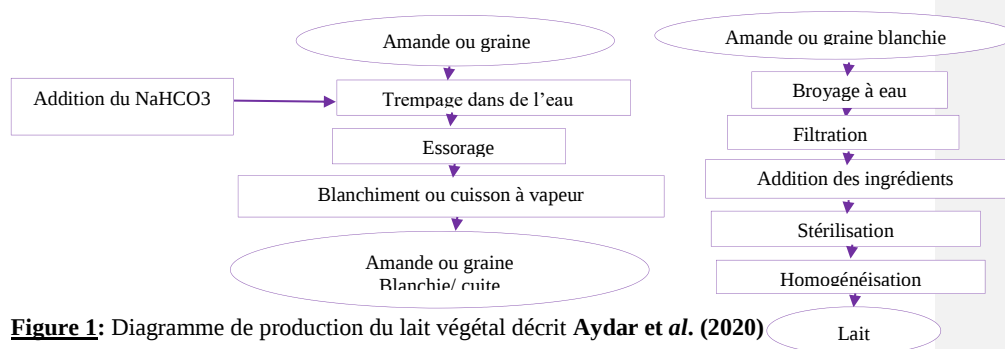


Figure 1: Diagramme de production du lait végétal décrit Aydar et al. (2020)

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

La production des laits végétaux nécessite la maturation du fruit (Ctifl, 2021). Après récolte de ces fruits, ils doivent subir des prétraitements (décorticage ; séchage ; nettoyage ; triage) pour obtenir des amandes ou graines.

➤ Trempage

Le trempage à l'eau des graines ou des amandes permet le gonflement et le ramollissement de la matière, réduit le temps de blanchiment et la teneur des antinutriments. Il facilite le broyage, ce qui augmente le rendement d'extraction du lait (Kizzie et al., 2016). Il entraîne une perte partielle par diffusion des minéraux (24h et plus) (Lestienne et al., 2003 ; Padma et al., 2018). L'utilisation du NaHCO_3 ou le NaCl pendant le trempage réduit le goût désagréable et augmente la stabilité du lait (Ahmadian et al., 2014).

➤ Blanchiment

Ce traitement thermique consiste à une immersion dans de l'eau chaude, ou à un contact de l'aliment avec de la vapeur d'eau à une température plus élevée durant un temps plus court, permettant l'inactivation enzymatique (Polyphénol oxydase et la lipoxygénase) et la réduction de la charge microbienne (Seow et Gwee, 1997).

Les aliments riches en lipides et en composés phénoliques sont susceptibles de subir l'oxydation des lipides et le brunissement enzymatique lors de leur transformation, entraînant la perte de leurs valeurs nutritionnelles et modifient leurs caractéristiques organoleptiques (De rigal, 2001 ; Eymard, 2003 ; Yapi et al., 2021).

• Le brunissement enzymatique

Il est responsable de la perte de la couleur initiale de l'aliment. IL est induit par la polyphénol oxydase (PPO) (Martinez et Whitaker (1995) cité par De rigal en 2001). Cette enzyme est bénéfique pour la plante. Elle permet à cette dernière de résister aux infections bactériennes, fongiques et virales. Le brunissement de l'aliment se déroule entre le dioxygène de l'air et la PPO. Elle entraîne la conversion des composés phénoliques en quinones qui se condensent en polymères colorés (souvent bruns) appelés mélanines. Cette réaction conduit à la perte de la teneur des polyphénols dans l'aliment et à la dégradation de la vitamine C, qui agit comme un agent réducteur. Une étude a été réalisée par Gouzi en 2015, il a montré que ce couple temps / température 10 minutes / 70°C est efficace pour inactiver totalement la PPO.

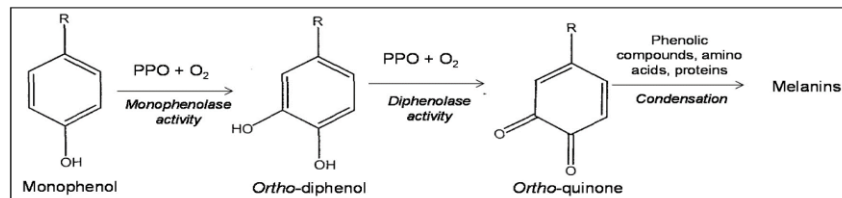


Figure 2 : Réaction de brunissement enzymatique catalysée par le PPO sous l'action du dioxygène de l'air (Taranto et al., 2017) .

- **L'oxydation des acides gras insaturés**

Ces acides sont des substrats de l'oxydation. La vitesse d'apparition de cette réaction est accélérée par la présence de l'oxygène (Sainlaud, 2021). Elle est catalysée par la lipoxygénase qui permet l'addition de l'oxygène à la double liaison dans l'acide gras insaturé. Cela entraîne une modification des propriétés sensorielle (goût et odeur de rance) et nutritionnelle (altération des acides gras) du produit (Sethi et al., 2016, Pardeshi et al., 2014).

- **Broyage humide**

Cette opération vise à fragmenter un aliment pour réduire sa taille afin de lui donner la texture et la forme utilisable (Aydar et al., 2020).

- **Filtration**

Elle a pour objectif de séparer le culot de la partie liquide de la matière première broyée. Différents matériaux filtrants comme la double couche étamine, mousseline 25 µm, le papier filtre avec différentes tailles de pores (4 µm , 100 µm) et les tamis de 150 mailles , 180 µm, sont utilisés (Aydar et al., 2020).

- **Addition des ingrédients**

Cette opération permet d'améliorer la saveur, le goût (édulcorants, sucre, vanille) et la stabilité (la lécithine, la gomme xanthane et la gomme gellan) du produit (Kohli et al., 2017). Par ailleurs, la fortification et l'enrichissement sont également appliqués à cette étape (Sethi et al., 2016).

- **Traitement thermique : stérilisation ou pasteurisation**

La durée de conservation du produit est améliorée (Sethi et al., 2016).

- **La stérilisation**

Les germes pathogènes, les formes sporulées et les microorganismes d'altérations sont détruites totalement à une température supérieure ou égale 121°C pendant 15 à 20 minutes

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

(Aydar et al., 2020). L'avantage de cette opération est que la sécurité sanitaire est garantie ; malheureusement elle entraîne une modification de la qualité organoleptique du produit.

- **la pasteurisation**

Elle a pour but de détruire partiellement les germes pathogènes et les microorganismes d'altérations. On distingue ainsi :

- La pasteurisation basse dont la durée est plus longue (15 - 30 min / 60 - 65°C) ;
- La pasteurisation haute pour un temps court (15 secondes / 72°C),
- La pasteurisation très haute températures (149,5 °C / 1 seconde ou 93,4°C / 3 secondes).

L'avantage avec cette opération est que la qualité organoleptique du produit est conservée mais exige une chaîne de froid de 4°C à 10°C et la conservation ne peut excéder trois (04) semaines.

- **Homogénéisation**

Cette opération permet d'améliorer la stabilité du produit final (Bernat et al., 2015). Elle se fait par pression basse, haute et ultra-haute permettant de réduire la taille des particules ((Briviba et al., 2016).

I-1-1-2-1. Composition physico-chimique de quelques laits végétaux

Ces laits sont sources de macronutriments (Shori et Ashwag, 2022). Les glucides sont des nutriments principalement énergétiques de par leur oxydation. Ils jouent un rôle structural entrent dans la formation des membranes cellulaires de l'organisme (Lamia Belkacem, 2023). Ils sont impliqués dans la reconnaissance cellulaire via le système ABO qui possèdent une glycoprotéine à la surface de la membrane des hématies (Bouaichaines, 2021). Les protéines entrent dans la construction de la membrane plasmique ; elles jouent un rôle dans la défense de l'organisme et couvrent les dépenses azotées entraînées par le renouvellement des tissus et la synthèse de certains composés impliqués dans le bon fonctionnement de l'organisme (enzymes, hormones) (Sguera, 2008). Les lipides quant à eux, en plus de fournir de l'énergie à l'organisme, sont des constituants principaux de la membrane cellulaire.

La composition physicochimique des laits végétaux est présentée dans le tableau 2

Tableau 2: Composition physico-chimique de quelques laits d'origine végétale

	Lait de soja (Moshood et al., 2014 Aydar et al., 2020)	Lait de noisette (Aydar et al., 2020)	Lait d'amande (Myriam et al., 2016 ; Aydar et al., 2020)
Composés Phénoliques totaux	8,79 mg EAG g	130,42 mg EAG g	1,24EAG mg

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Fibres	0,70%	0,4%	1,25%
Protéines	8,71%	4,17%	1,7%g
- Acides gras saturés totaux	0,2%	0,43%	0%
- Acides gras insaturés totaux	0,979%	6,16%	0,812%
Glucides	14g		4-6g
Calcium	25mg		264-300mg
Phosphore	52mg	24mg	705-730mg

I-1-1-2-2. Effet positif des laits végétaux sur la santé

Le lait végétal, de par leur potentiel nutritionnel, possède un potentiel thérapeutique. Il est source de nombreux composés bioactifs tels que, les composés phénoliques, les flavonoïdes, les fibres.

Ces composés bioactifs procurent un effet anti-inflammatoire. Les maladies inflammatoires apparaissent suite à la réaction excessive du système immunitaire innée (inflammation). Cette réaction excessive cause des dommages aux tissus et favorisent l'apparition des maladies auto-immunes. Les cytokines les plus couramment recherchées lors de l'inflammation sont le facteur de nécrose tumorale α (TNF- α), transforming growth factor β (TGF- β), interféron γ (IFN- γ) interleukine (IL-1, IL-6, IL-4 et IL-10). Elles ont pour rôle d'assurer la communication entre les différentes cellules immunitaires et de réguler la production de nombreux autres médiateurs de l'inflammation comme le monoxyde d'azote et les prostaglandines. Elles activent aussi la voie de signalisation du facteur nucléaire kappa B (NF- κ B). Lors de l'inflammation intestinale, la production des cytokines pro-inflammatoires (TNF- α IL-1 β , IL-6,) sont augmentées (**Aboura, 2018**). Les composés phénoliques inhibent donc la production d'IL-6, de TNF- α (**Gonzalez-Gallego et al., 2010**).

Les composés phénoliques luttent contre le stress oxydatif via leur activité antioxydante. Les radicaux libres qui ne sont pas éliminés ou non neutralisés par le système de défense de l'organisme, sont responsables du stress oxydatif entraînant l'apparition des cancers, du diabète et des maladies cardiovasculaires. Ces composés sont capables de piéger ces radicaux libres oxygénés (**Chandrasekara et Shahidi, 2011**) et préviennent l'organisme contre l'apparition physiopathologique de l'athérosclérose et inhibent l'agrégation des plaquettes et la formation des cellules spumeuses (**Schalbert et al., 2005**). Ils procurent aussi l'effet antidiabétique (**Bayle, 2017**). Ils aident l'organisme sur l'homéostasie du glucose (**Hanhineva et al., 2010**) en inhibant l' α -amylase et l' α -glucosidase, ils inhibent le transporteur de glucose dépendant du

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

sodium (SGLT1) au niveau de la membrane apicale des entérocytes. Ils améliorent la sensibilité (l'action de l'insuline) des récepteurs à l'insuline en activant la protéine kinase et stimulent la sécrétion de l'insuline par la cellule bêta pancréatique (Yoon et al., 2016).

Les flavonoïdes sont réputés pour leur effet antibactérien. Ils ont la capacité d'inhiber le diamètre des bactéries négatives ce qui affecte considérablement la croissance des souches bactériennes (Ammoudi et al., 2012).

➤ Les fibres alimentaires contenues dans les laits ont pour rôle de favoriser une bonne digestion en facilitant le transit intestinal (Roberfroid, 1993).

I-1-1-2-3. Effet négatif sur la santé du sucre ajouté dans les produits et rôle de l'édulcorant *Stévia*

Le sucre ajouté pour sucrer les substituts du lait à base de plantes afin d'accroître l'acceptation de ces derniers sur le marché a un impact négatif sur la santé. D'après WHO. (2015), il est l'une des causes étiologiques de la carie dentaire et de l'apparition du diabète de type 2. Huang et al. (2019) ont montré que le sucre est capable de former les biofilms de *Streptococcus mutans* sur la surface des dents. La formation de ces biofilms entraîne la réduction de la teneur en minéraux perturbant ainsi l'équilibre minéral des dents (Huang et al., 2019). La consommation des sucres possédant un index glycémique élevé (glucose : 100 ; miel : 90 ; Saccharose : 70) perturbent l'homéostasie du glucose qui conduit à une résistance de la sécrétion d'insuline pouvant être un facteur de risque pour le diabète de types 2 (Brutsaert, 2023). Des lors, la science s'est orientée vers le développement et la vente des composés naturels et de synthèses non glucidique. Les édulcorants sont des produits sucrants ne faisant pas partie des glucides (Curry et Roberts 2008), servent à donner un goût sucré aux aliments en bouche. Le choix d'un édulcorant repose sur certains critères comme : le goût sucré, sa solubilité, son pouvoir sucrant, sa stabilité, l'absence d'arrière-goût, de pouvoir calorique et de valeur nutritive.

- ***Stévia***

Le *Stevia rebaudiana*, du nom commun *stévia*, est une espèce appartenant à la famille des Astéracées est une plante naturelle originaire d'Amérique du Sud. Elle est utilisée comme édulcorant au Japon, aux États-Unis, en Union Européenne. Elle est cultivée au Cameroun depuis 2009. Il contient 10 composés dont les plus importants sont le stéviolside et le rébaudioside A, qui sont des stéviolglycosides et ont une bonne stabilité thermique (390 Fahrenheit soit 198, 9 Degré Celsius). Les études montrent qu'ils sont plus stables dans les

boissons acides (Carakostas et al., 2008). Ces composés ont un pouvoir sucrant de 200 à 300 fois que celui du sucre et ne produisent aucune calorie. Sa dose sans effet observée (DESO) avait été établie à 383 mg/kg/j d'équivalent stéviol. La dose journalière admissible (DJA) de stéviolglycosides est de 0-4 mg/kg/j d'équivalent stéviol (Pierre-andré, 2009).

➤ Métabolisme des stéviolglycosides

Les stéviolglycosides sont métabolisés au niveau du colon par une glucosidase bactérienne (*Bacteroides* sp.) en stéviol. Les enzymes bactériennes seraient incapables de cliver la structure du stéviol ; il est ensuite absorbé par le système portal hépatique pour le foie où il est converti à son glucuronide pour former un complexe stéviol-glucuronide qui est une molécule beaucoup plus stable, hydrosoluble et non toxique. Ce complexe est rapidement éliminé par les reins via la voie urinaire, (Carakostas et al., 2008 ; Pierre-andré, 2009).

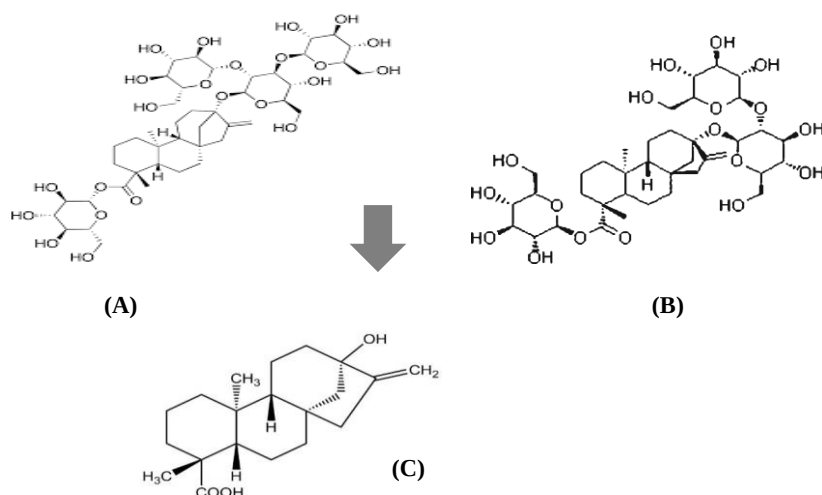


Figure 3: (A) Structure du Rébaudioside A ; (B) Structure du Stévioside ; (C) Structure du stéviol (Carakostas et al., 2008 ; Pierre-André, 2009).

Les laits végétaux présentent une instabilité physique après leur production (Bernat et al., 2015) car, la dénaturation de la structure des protéines se produit lors du chauffage du lait. Les protéines végétales sont sensibles à des températures comprises entre 65° C et 80° C (Soro et al., 2021). En effet, avant tout traitement thermique, une protéine est sous sa forme stable (Yan et al., 2021). Au cours de ce traitement thermique, le brunissement non enzymatique peut également se dérouler.

I-1-1-3. Propriétés techno-fonctionnelles des protéines

Ces propriétés renvoient à l'ensemble des propriétés physiques et chimiques pouvant affecter le comportement des constituants dans une formulation. En fonction des interactions mises en jeu, on a des propriétés d'hydratation (solubilité et la rétention d'eau) ; de surfaces (pouvoir moussant et émulsifiant) et de texture (gélifiant et coagulation) (**Selmane, 2010**).

I-1-1-3-1. Propriétés de surfaces des protéines

Elles sont définies comme les interactions qui existent entre une protéine et un lipide ou une protéine et la molécule d'eau dans un mélange. Le lait est une émulsion huile / eau, caractérisé par une phase dispersée (huile) dans une phase continue (eau) dont le mélange est immiscible. Les interfaces huile/eau sont riches en énergie, du fait que l'eau est de nature hydrophile et huile est de nature hydrophobe. Un tel mélange ne pourrait être stable, ce qui conduit au défaut physique du produit (**Soro et al., 2021**). Pour rendre miscible un tel mélange, la taille des gouttelettes lipidiques doit diminuer et ces gouttelettes doivent être maintenues en suspension dans la phase aqueuse. Les protéines possédant une activité émulsifiante (**Potin, 2019**) sont susceptibles de rendre un mélange hétérogène à un mélange homogène. Ce sont des molécules amphiphiles possédant une partie hydrophile et une partie lipophile et qui sont tension actif (**Duchesne, 2002**). Elles s'adsorbent aux interfaces huile/eau, en orientant ses groupements hydrophobes vers la phase lipidique et ses groupements hydrophiles vers la phase aqueuse. La création de cette aire interfaciale entraîne la diminution de la tension interfaciale entre huile et l'eau ce qui permet de maintenir les gouttelettes lipidiques en suspension dans la phase aqueuse.

- **propriété émulsifiante des protéines : l'indice d'activité émulsifiant et l'indice de stabilité émulsifiant**

L'activité émulsifiante est la mesure de la capacité des protéines à diminuer l'aire interfaciale entre l'huile et l'eau et la stabilité émulsifiante est le temps correspondant à la séparation d'une certaine quantité d'huile dans l'émulsion (**Selmane, 2010**).

Les produits laitiers sont obtenus par la transformation du lait animal cru, pasteurisé ou stérilisé. Certains de ces produits, au-delà de leur côté nutritionnel, ont un apport en probiotique non négligeable. C'est le cas du yaourt et des laits fermentés. Ces derniers résultent de l'activité intense des bactéries, produisant l'acide lactique et des composés biologiquement actifs qui améliorent la valeur nutritionnelle du produit et physiologique du corps humain. Face aux

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétiaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

problèmes d'insécurité sanitaire liés à la consommation du lait et ses dérivés, les chercheurs se sont orientés vers la production des yaourts à base de la matrice végétale (Shori et Ashwag, 2022). Aussi, l'intérêt de produire ces yaourts végétaux est dû au fait que, de plus en plus de personnes désirent améliorer et maintenir leur santé à travers la nutrition en consommant des aliments contenant des lipides sains, riches en des composés phytochimiques (composés phénoliques, flavonoïdes, tanins, saponines), source de vitamine C aux propriétés anti oxydante, anti diabétique, anti inflammatoire et anti bactérienne.

I-1-2. Définition et procédé d'obtention du yaourt

Le yaourt est défini comme un produit coagulé obtenu par fermentation, contenant deux bactéries vivantes (le genre *Streptococcus* d'espèce *thermophilus* et le genre *Lactobacillus* d'espèce *bulgaricus*) (Codex alimentarius, 2008). Selon le Codex Alimentarius, le nombre de bactéries vivantes dans les yaourts et les laits fermentés à la date limite de consommation doit être égal à 10^7 UFC (unité formant colonie). Outre la bactérie *Streptococcus thermophilus* utilisée, on peut retrouver la bactérie *Bifidobacterium* (*bifidum* ou *lactis*) ou la bactérie *Lactobacillus* (*bulgaricus*, *casei*, *rhamnosus* ou *plantarum*) (Bourlioux et al., 2021 ; Shori et al., 2022) ce qui permet d'obtenir des laits fermentés.

I-1-2-1. Procédé d'obtention du yaourt

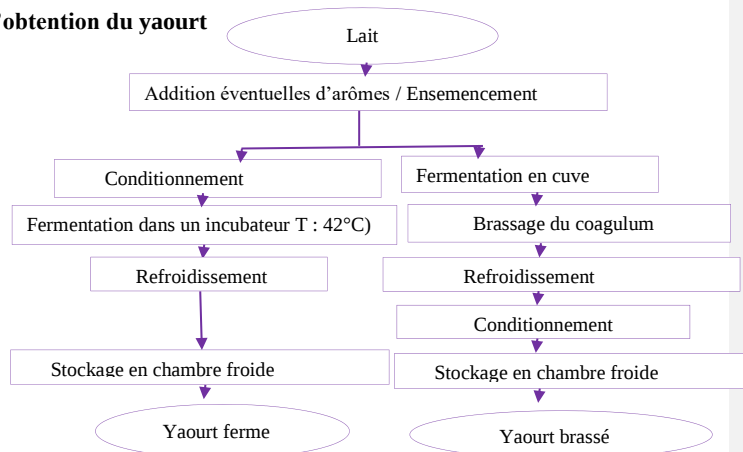


Figure 4: Diagramme de production du yaourt décrit par Bourlioux et al., 2021.

I-1-2-2. Effets positifs des yaourts sur la santé

Les yaourts sont nutritifs et dotés de fonctionnalités bénéfiques sur la santé. Les macronutriments contenus dans ces produits fournissent de l'énergie à l'organisme. Un gramme

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

de lipides produits 9 kcal ; Un gramme de protéines et glucides produit 4 kcal. Les lipides sont les constituants principaux de la membrane cellulaire (Murray et al., 2013) et les protéines ont une fonction structurale et fonctionnelle. Elles sont impliquées dans la défense de l'organisme et dans de nombreuses réactions biochimiques (Sguera, 2008). Le yaourt est une excellente source de calcium qui est un minéral indispensable à la minéralisation osseuse. Il assure la solidité du squelette et des dents et il est impliqué dans le bon fonctionnement du système nerveux. L'action fermentaire de ces bactéries produisent des vitamines B1, B2, B6, B8, B9, B12, ... (Bernaud et Rodrigues 2013).

Le gros intestin contient des milliards de microorganismes qu'on appelle la flore intestinale. Un déséquilibre de cette flore entraîne les troubles fonctionnels intestinaux. La présence des bactéries lactiques permet de prendre soin de cette flore et de rétablir l'équilibre. Elles se nourrissent des fibres alimentaires non digérées et en retour fabriquent les acides gras à chaîne courte (l'acétate, le propionate et le butyrate) bénéfiques pour la santé (Schneider, 2008). Ces acides gras courtes chaînes sont facilement absorbés par le colon selon différents mécanismes (passif ou facilité), ils sont de source d'énergie pour l'hôte estimé entre 2-3 Kcal/g. L'acétate est utilisé dans la synthèse des acides gras ; le propionate intervient dans la néoglucogenèse au niveau du foie (Goulet, et al., 2012). Les colonocytes utilisent l'oxydation du butyrate pour produire de l'énergie. Ce dernier favorise la fonction de barrière de l'intestin en activant la production des protéines des jonctions serrées des cellules épithéliales de l'intestin. Il protège la muqueuse intestinale en activant la production d'une mucine qui renforce la couche du mucus, ce qui protège les cellules contre de potentiels agents pathogènes présents dans la lumière intestinale ; il stimule la production de peptides antimicrobiens, comme le peptide LL-37 et les anticorps anti-TNF- α (facteur de nécrose tumorale alpha) (Blaak et al., 2020).

Les bactéries lactiques renforcent le système immunitaire inné. Augmentent l'activité cytotoxique des Naturel Killer (cellules NK) (Turchet et al., 2003). Elles stimulent le système immunitaire adaptatif par l'augmentation des Immunoglobuline A sécrétoires (IgAs) (Kaila et al., 1992).

I-1-2-3. Définition et rôle de la fermentation lactique

Cette réaction biochimique anaérobie est provoquée par des ferments (micro-organismes). Ces bactéries sont capables de consommer le sucre du milieu sous l'action de leurs bagages enzymatiques pour produire l'acide lactique. (Kumar et Sinha, 2018 ; Foisnet, 2020).

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Elle se réalise sous l'action spontanée (micro-organismes endogènes) ou contrôlée (micro-organisme ajoutés) des bactéries qui possèdent des caractéristiques microbiologique (résistance aux bactériophages), physico-chimique (production des polysaccharides exo-cellulaires) particulières. Ces bactéries diffèrent de la matière première d'origine animale ou végétale dont elles sont issues (**Burillard et al., 2016**). Certains aliments contiennent une flore utile ou positive responsable du phénomène de fermentation. En absence de ces bactéries, elles peuvent être ajoutées par le fabriquant. Les souches sélectionnées, associées et ajoutées doivent avoir un but fonctionnel (probiotique) et techno-fonctionnel recherché comme une activité acidifiante.

I-1-2-3-1. Rôle de la fermentation lactique

La matière végétale contient des anti-nutriments qui peuvent ralentir l'absorption des nutriments ou réduire la disponibilité de certains nutriments (protéines, vitamine et minéraux). La fermentation des aliments est l'une des opérations technologiques permettant de les rendre plus digeste, réduire les antinutriments et les conserver plus longtemps (**Jeske et al., 2018 ; Rasika et al., 2020**).

Les transformations observées lors de cette fermentation sont dues à l'activité des bactéries lactiques, elles utilisent les constituants du lait (sucres, composés azotés, minéraux, vitamines) pour se développer et produire des métabolites d'intérêts (acide lactique, composés d'arômes : acétaldéhyde, exo- polysaccharide). Ces transformations améliorent la conservation du produit en abaissant le pH du milieu ; modifient les propriétés sensorielles (amélioration de la qualité sensorielle en produisant les composés aromatiques) et optimise la valeur nutritionnelle (réduction de la teneur des anti nutriments ; augmentation de la biodisponibilité des minéraux et les protéines complexés par les antinutriments) ; participent à la viscosité du produit fermenté c'est-à-dire à la résistance de ce produit à l'écoulement (**Béal et Helinck, 2019**). Ces transformations sont aussi à l'origine de l'épaississement du produit et donne une bonne densité du produit fermenté. Elles permettent d'augmenter la stabilité du produit, par inhibition des micro-organismes d'altération.

Ces bactéries sont Gram positif non sporulées et peuvent avoir une forme de coque disposées en chaînes de longueurs variables ou par paires. Pour *Streptococcus thermophilus*, son rôle est de produire l'acide lactique ; des composés d'arômes et des polysaccharides (petite quantité de rhamnose, arabinose et mannose) qui augmentent la viscosité du produit d'une part et améliore la texture du produit d'une autre part (**Bergamaier, 2002**). *Lactobacillus bulgaricus* est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes et produit majoritairement de l'acide lactique.

I-1-2-3-2. Les principaux facteurs influençant sur le métabolisme des bactéries lactiques

La croissance et l'activité enzymatique des bactéries lactiques dépend des facteurs physico-chimique (la température ; le temps de fermentation ; pH et la composition du milieu) et microbiologique (la quantité de bactéries ajoutées ou de la charge microbienne initiale) pouvant accélérer ou ralentir leur activité (Shori et Ashwag, 2022).

A- Facteurs physiques

➤ Température et le temps de fermentation

La température agit sur la vitesse des réactions biochimique (réactions enzymatique intracellulaires). Chaque microorganisme a sa température optimale d'action. Entre 39-44°C, cet intervalle de température est favorable pour le genre *Streptococcus* et entre 40-46°C pour le genre *Lactobacillus* (Béal et Helinck, 2019). La température de croissance optimale combinée de ces bactéries thermophiles est 42°C et au bout de 6 à 9 heures le pH du produit est très acide (Rakoto, 2005).

B- Facteurs chimiques

➤ Potentiel d'hydrogène (pH)

Les genres *Streptococcus* et *Lactobacillus* ont des pH optimums d'action respectivement compris entre 6-6,8 et 5,1-5,3 (Goy et al., 2015). Le pH intervient sur la perméabilité de la membrane cellulaire et sur la vitesse d'activité enzymatique. Lorsque le pH n'est pas contrôlé, le métabolisme bactérien est ralenti (Béal et Helinck, 2019). Au cours de la fermentation, les *Streptococcus* se développent rapidement en dégradant les composés azotés du milieu (peptides en acides aminés) pour leur croissance. Ils vont dégrader le glucose en acide lactique ce qui entraîne l'abaissement du pH. Son action est davantage prononcée et produit d'autres composés tels que CO₂ et l'acide formique capables de stimuler le développement des *Lactobacillus*. Grâce à ces interactions métaboliques entre ces deux bactéries, les deux genres croissent rapidement et métabolisent suffisamment le glucose en acide lactique et le pH du milieu devient très acide ce qui inhibe progressivement l'action de ces bactéries (Righi, 2006).

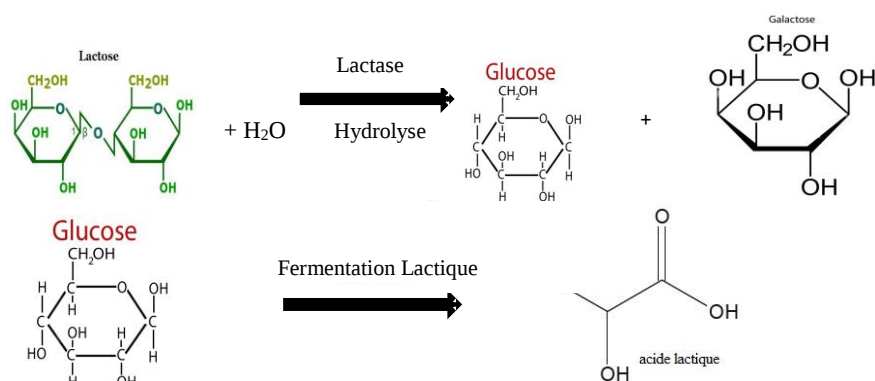


Figure 5 : Equation de la fermentation lactique (Mahaut et al., 2000)

➤ Composition du milieu

Lors de la fermentation, les bactéries utilisent les nutriments de la matière première pour exercer leurs activité enzymatique et synthétiser des composés volatils qui contribuent à l'arôme et à la viscosité du produit (l'acétoïne, diacétyle, acétaldéhyde, le 3-butanone ; exopolysaccharides) (Béal et Helinck, 2019). Ils produisent aussi l'acide lactique, ce qui entraîne la précipitation des protéines de lait, leur coagulation. Cela favorise l'épaississement du produit et améliore la densité de ce dernier (Harlé, 2020). Le *Lactobacillus bulgaricus* hydrolyse les protéines du lait grâce à une protéinase fixée sur ses parois, qui après d'autres réactions enzymatiques donnent des acides aminés indispensables pour la croissance de ces bactéries. Les lipides du lait confèrent de l'onctuosité, masquent l'acidité et améliorent la saveur. Les protéines améliorent la texture via leur coagulation et masquent aussi l'acidité.

C- Facteur microbien

Lors de la fermentation, plus la quantité de ferments est élevée, plus le temps de fermentation est réduit. Pour un ensemencement direct, cela correspond à une quantité d'inoculation comprise entre 2,5 g et 70 g de ferments pour 100 L de lait selon les genres bactériens utilisés. Bien que les bactéries lactiques soient résistantes aux bactériophages qui proviennent généralement de l'environnement dans lequel le lait est manipulé, leurs présences ralentissent ou empêchent la fermentation. La présence des bactéries indésirables impacte les qualités organoleptique et sanitaire du produit fermenté. Une décontamination complète des locaux et du matériel sont alors nécessaire (Beal ; Helinck, 2019) . La norme microbiologique des yaourts végétaux est présentée dans le tableau 3

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Tableau 3 : Normes sur les germes bactériens

Germes	UFC/g	Reference
Bactéries lactiques	< 10 ⁸	
Coliformes totaux	< 10	
Coliformes thermo tolérants	< 1	
Escherichia coli	< 1	Lompo et al., 2006.
Levures	< 100	
Moisissures	0	
Germes pathogènes	0	

D- Traitement post-fermentation

➤ Refroidissement

Il stoppe la fermentation en baissant la température du bocal de 42 °C à 4 °C, afin de ralentir l'activité enzymatique des bactéries et limiter les problèmes de post-acidification.

Plusieurs aliments végétaux sont utilisés dans l'industrie alimentaire pour leurs propriétés nutritionnelle, techno-fonctionnelle et thérapeutique. L'anacardier est un arbre qui produit la noix de cajou source de nutriment et de composés bioactifs (**Bezerra et al., 2007**).

I-2. Généralités sur l'anacardier

I-2-1. Histoire et classification

L'anacardier est un arbre originaire de la région du Nord-Est du Brésil. Découvert par des portugais, ils l'ont introduit en Afrique au cours du **XV^e** siècle (**Asogwa et al., 2008**) et au Cameroun en **1972** par le Fonds National de Développement Rural (**FONADER**) (**Sali et al., 2020**), comme essence de reboisement, lutte contre l'érosion (**Balogoun et al., 2014 ; Kone et al., 2019**). Son nom serait dérivé de la tribu indienne du Nord-Est du Brésil « acâ-ju » qui signifie pomme jaune. En français, il est connu sous le nom anacardier, en anglais il est appelé cashew tree et Anacardéon en Fulfulde (Cameroun) (**Soro, 2012 ; ACFCAM, 2020**). Il appartient à la famille des Anacardiaceae, qui compte environ six cent (600) espèces regroupées en soixante-quinze (75) genres botaniques. Le genre *Anacardium* faisant l'objet de cette étude comprend huit (8) espèces et l'espèce *occidentale* Linnaeus est cultivée de nos jours pour la production de ses noix (**Tandjiekpon, 2005 ; Ah-you, 2007**). Son nom latin est *Anacardium occidentale* L., il est du règne végétal de l'embranchement des phanérogames du sous-embranchement des angiospermes. Appartenant à la classe des dicotylédones d'ordre sapindale (**Abalokoka et al., 2018**).

I-2-2. Description de l'anacardier

C'est un arbre fruitier au feuillage touffu de couleur vert foncé retombant parfois jusqu'au sol pouvant mesurer six (6) à douze (12) mètres de longueur. Son tronc est rugueux, gris clair ou brun, il est lisse dans le jeune âge et se fissure légèrement chez les sujets âgés (**Djongmo, 2016**). Sa feuille est ovale et épaisse à la base, arrondie au sommet (**Lacroix et al., 2003**). Les Fleurs sont en touffes, petites, odoriférantes habituellement blanches teintées de rose ; verdâtres ou violacées et terminales sur la tige.



Photographie 1: Anacardier (Nomo, dans cette étude)

- **Les fruits :**

La noix est suspendue sous un pédoncule gonflé appelé pomme de cajou

- **La pomme de cajou ou faux fruit**

Elle est charnue et a une forme de poire de couleur rouge, jaune ou orange pouvant mesurer 5 cm de largeur et 10 cm de longueur, elle contient un jus qui est sucré, acide et astringent. Quelle que soit la couleur de la fine pellicule, sa chair est jaune.



Photographie 2 : Anacarde (Nomo, dans cette étude)

➤ **La noix de cajou ou vrai fruit**

C'est un fruit sec dont la coque est de couleur grise. La face interne de cette coque est très dure et sa face externe est spongieuse. Entre ces deux faces, l'on trouve un liquide visqueux brun qui, du fait de sa toxicité et de son caractère corrosif, rend difficile l'extraction de l'amande. Il s'agit du baume de cajou connu sous le terme de Cashew Nut Shell Liquid (CNSL). Les composants de ce liquide sont l'acide anacardique (71,7 %), le cardol (18,7 %), le cardanol (4,7 %), le phénol (2,7 %) et un ingrédient mineur inconnu (2,2 %). A l'intérieur de la noix se retrouve une amande formée de deux cotylédons de couleur blanche et charnue séparée de la face interne de la coque par une pellicule de couleur rouge appelé le testa. La noix atteint son plein développement en un mois. A maturité, elle mesure 3 à 5 cm de long et 2 à 3,5 cm de large. Son poids peut varier de 3 à 18 g (Dogo, 1999 ; Olayinka et al., 2017 ; ACFCAM, 2020).



Photographie 3: La noix de cajou (Nomo, dans cette étude)

I-2-3. Culture

A-Type de sols et climats

L'anacardier s'adapte bien à diverses zones climatiques notamment les zones semi-arides, arides, Soudano-Sahéliennes, les hautes savanes Guinéennes. Il pousse aisément sur des sols sableux, profond, et argilo-sableux (Sali et al., 2020) et a besoin d'un sol bien drainant en raison de son système racinaire qui est sensible à l'inondation. Le potentiel d'hydrogène des sols favorable à sa culture varie entre 4,5 à 6,5 ; il est sensible à des carences en magnésium (Wardowski et al., 1990 ; Dogo et al., 1999) et à une longue saison de pluie et des temps nuageux durant la floraison. Dans la majorité des grands pays producteurs on enregistre des températures journalières minimales comprises entre 15° et 25°C et maximales entre 25°C et 45°C (Lautié et al., 2001).

B- La fructification

L'anacardier fleurit au cours de la saison sèche pareil avec la production de ses fruits. Généralement vers la fin de la saison des pluies, ses fleurs apparaissent là où le soleil atteint les bourgeons. La durée de vie de cet arbre est d'environ trente (30) ans.

Il subit fréquemment des attaques parasitaires, bactériennes et fongiques, les plus répandues étant celles qui provoquent l'anthracnose, la moisissure noire de l'oïdium, les *Xanthomonas* mais on peut citer d'autres phytopathogènes comme *Phytophthora palmivora* et *Phytophthora nicotianae*, *Septoria cajui* et *Sclerotium rolfsii*. Ces phytopathologies sont responsables des attaques d'inflorescences des fruits et nuisent directement à la production. Les insectes nuisibles les plus couramment rencontrés sont des chenilles dévoreuses et enrouleuses de feuilles (*Eutelia* et *Sylepta*), les cochenilles, les thrips, les flatidés et les trois espèces d'*Helopeltis* (*H. anacardii*, *H. shoutedeni* et *antoni*) (Kone et al., 2019, Lautie, 2001).

I-2-4. Aire de répartition de l'anacardier

C'est une espèce qui est largement cultivée aujourd'hui en Afrique, aux Antilles, dans le Nord-Est du Brésil, en Asie et en Inde. En Afrique, elle est rencontrée dans plusieurs pays notamment en Côte d'Ivoire, Tanzanie, Mozambique, Madagascar, Guinée-Bissau, Bénin, Burkina Faso, Ghana, Nigeria, Togo, Sénégal, Cameroun (Coly, 2016).

Au Cameroun, les zones Soudano-Sahéliennes (une partie du Nord jusqu'à l'extrême Nord tout entier) et les hautes savanes Guinéennes (une partie du Nord ; l'Adamaoua tout entier et une partie de l'Est) sont les plus connues dans la culture de cet arbre fruitier. Jusqu'à une certaine période, sa culture était propice dans la partie septentrionale du pays. Cependant, compte tenu de sa demande grandissante actuelle, sa culture s'étend sur d'autres régions telles que l'Est, le Centre et l'Ouest (Hamawa et al., 2019 ; Sali et al., 2020 ; ACFCAM, 2020) du fait qu'il tolère une large variété de sols et de climats.

I-2-5. Composition physico-chimique de l'amande de cajou et ses bienfaits sur la santé

A- Composition physico-chimique de l'amande de cajou

Cette amande est oléagineuse et offre une saveur agréable. Elle est riche en lipides sains, glucides, protéines, fibres, minéraux, métabolites secondaires, vitamines et bien d'autres composés ; elle est aussi source d'antinuutriments. La composition en macronutriments, fibres des amandes de cajou est présentée dans le tableau 4

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Tableau 4 : Composition en macronutriments / fibres des amandes de cajou

Nutriments	Teneurs (g 100g)	Références
Lipides	44,85%	
Acide gras mono-insaturé	65,40%	
Acide oléique [C18 : 1c (n-9)]	25,29%	Ricard et al., 2015
Acide gras polyinsaturé	19,30%	Abalokoka et al., 2018
Acide linoléique [C18 : 2 (n-6)]	16,10%	
Acide saturé	16,95%	
Glucides	26%	Soro, 2012
Protéines	18,50%	Abalokoka et al., 2018
Albumine	83,6 %	
Globuline	95,5%	Ricard et al., 2015
Arginine	2,215g	Cheng -mei et al ., 2018
Méthionine	0,369g	
Fibres	1,13%	Olayinka et al., 2017

La globuline et l'albumine sont les protéines les plus répandues dans l'amande de cajou. La globuline présente de fortes propriétés émulsifiantes lorsqu'elle est mélangée à de l'huile dans l'eau (**Dhakal et al., 2023**).

Tableau 5 : Teneur en minéraux, composés phénoliques totaux, vitamines et antinutriments des amandes de cajou

Composés	Teneurs (mg/100g/MS)	Références
Magnésium	192,11	
Calcium	44,43	
Zinc	4,39	Abalokoka et al., 2018
Fer	2,47	
Composés Phénoliques totaux	369mg EAG/100g MS	Chandrasekara et Shahidi, 2011
Vitamines B 3 (niacine)	3,68mg/100g	
Vitamine E	2,10mg/100g	
Vitamine B1 (thiamine)	0,56mg/100g	Soro, 2012
Phytates	13,52	Djako, 2022

B- Bienfaits sur la santé liés à la consommation d'amandes de cajou

La consommation de ces amandes peut jouer un rôle important dans la santé humaine (Ricard et al., 2015). Ces lipides sains et l'arginine contenus dans l'amande de cajou améliorent la santé cardiovasculaire (Kotchofa, 2014). En effet, la présence des acides gras insaturés dans ces dernières participent à la diminution du taux de LDL-cholestérol (mauvais cholestérol : qui va du foie vers les cellules et a tendance à se déposer sur les parois des artères) et contribuent à l'augmentation du taux de HDL-cholestérol (bon cholestérol : qui est transporté des cellules vers le foie, puis éliminé par la bile). Ces acides préviennent le processus d'apparition physiopathologique de l'athérosclérose et inhibent l'agrégation des plaquettes et la formation des cellules spumeuses (Schalbert et al., 2005).

Les acides oléique (AGMI) et linoléique (AGPI) présentent dans ces amandes (Abalokoka et al., 2018), contribuent à la prévention des maladies coronariennes en améliorant la fonction endothéliale des vaisseaux sanguins et des parois des artères en les rendant plus flexibles et moins exposées aux caillots sanguins. Ce qui permet d'éviter les crises cardiaques (Kris-etherton et al., 2008).

Les fibres alimentaires présentes dans les amandes de cajou favorisent une bonne digestion en facilitant le transit intestinal (Roberfroid, 1993).

Les minéraux dans ces amandes procurent un effet anti- diarrhée en réduisant considérablement la concentration d'ions sodium et potassium dans la solution intestinale, en rétablissant l'équilibre des électrolytes (OOAS, 2020).

Les composés phytochimiques contenus dans ces dernières (Chandrasekara et Shahidi 2011) possèdent une activité antioxydante. Ils permettent de piéger l'excès des radicaux libres oxygénés non neutralisés par le système de défense de l'organisme, qui sont à l'origine du stress oxydatif. Ces composés bioactifs procurent aussi un effet anti-inflammatoire (Aboura, 2018) en diminuant les marqueurs de l'inflammation par l'inhibition de la production d'interleukine-6 et du facteur de nécrose tumorale- α (Gonzalez-Gallego et al., 2010) et agissent sur de nombreuses cibles moléculaires au centre des voies de signalisation de cette réaction (Santangelo et al., 2007).

Ces amandes procurent aussi l'effet antidiabétique et antibactérien par leurs compositions en composés phénoliques (Hammoudi et al., 2012 ; Bayle, 2017).

C- Effet négatif de la consommation des amandes de cajou : les anti-nutriments

Les aliments végétaux en générale et la noix de cajou en particulier sont sources d'anti-nutriments tels que les tanins, l'acide phytique, les oxalates, et les saponine (Nilufer et

Boyacioglu, 2008 ; Sethi et al., 2016). Ces composés sont capables de ralentir l'absorption des nutriments dans l'organisme ou réduire la biodisponibilité de certains nutriments (protéines, minéraux, vitamines) dans l'aliment.

➤ **Les tanins**

Ils sont des molécules qui forment des complexes avec les protéines alimentaires. Ces complexes ralentissent l'activité des enzymes digestives de fait, la digestion de ces protéines alimentaires (**Smitha et al., 2013**). Aussi, ces molécules affectent la qualité sensorielle de l'aliment en conférant à ce dernier le goût astringent (**Peynaud et Blouin, 2013**). Par ailleurs, grâce à leur structure, ils ont la capacité de jouer un rôle antioxydant. Ils possèdent des capacités et propriétés biologiques telles que l'inhibition enzymatique, le piégeage des radicaux et sont dotés des effets antiseptiques (antibactérien, antifongique, antiviral) (**Lecasble, 2012**).

➤ **Les phytates**

Le phytate est un composé contenant du phosphore qui se lie aux minéraux. Il forme des sels insolubles avec des minéraux comme le calcium, le fer, le zinc et le magnésium (**Leeson et Summers, 2009**). Dans les conditions physiologiques, le phytate chargé négativement se lie avec des cations de minéraux (Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} ...). Ces complexes formés entraînent ainsi une mal absorption des minéraux (**Dubey et Patel, 2018**). De plus, ces composés ont la capacité de former des complexes avec les protéines lors de la transformation et la digestion des aliments ce qui entraîne la réduction de la valeur nutritionnelle des protéines (**Mezajoug, 2010**).

➤ **Les oxalates**

L'acide oxalique affecte la teneur en calcium dans un aliment (**Dubey et Patel, 2018**). Il réagit avec les protéines et empêche leur hydrolyse par les enzymes peptidiques (**Sefa-Dedeh et Agyir-Sackey, 2004**).

➤ **Les saponines**

Les saponines sont des composés solubles dans l'eau ils se caractérisent par leurs goûts amers. Elles sont capables de lyser les érythrocytes en se fixant sur les cholestérols membranaires (**George et al., 2002**). Cependant, ils sont bénéfiques pour la santé. Par exemple les saponines de l'avoine et des épinards accroissent et accélèrent l'absorption des calciums donc aident dans la digestion (**Das et al., 2012**). Aussi, les saponines possèdent une activité tensioactive, elles sont utilisées pour accroître la pénétrabilité de macromolécules (protéines) au travers de membranes cellulaires. A cet effet, les saponines sont utilisées comme adjuvants de certains vaccins (**Skene, 2006**). Ces composés servent également d'antibiotiques naturels, qui aident le corps à combattre les infections et les invasions microbiennes (**Sopido et al., 2000**).

I-2-6. Production et valorisation de l'anacardier

Au Cameroun, trois variétés caractérisées par la couleur de la pomme de cajou sont rencontrées, notamment la couleur jaune, rouge et orange. Cette filière est un acteur majeur qui compte dans l'économie Nationale en général et pour les populations de la zone septentrionale en particulier. Bien que l'anacardier soit par excellence un arbre à buts multiples, les fruits de cet arbre restent encore peu valorisés dans notre pays alors que ces fruits fournissent des produits variés sur le marché International.

- **La noix brute** : l'amande salée ; Yaourt ; Beurre ; Biscuits ; Huile : utilisée en pharmacie, en diététique et en cosmétique ;
- **Pomme de cajou** : Cocktail ; Jus ; Vin ; Vinaigre ;
- **les feuilles et les écores** : l'écorce de la tige est utilisée pour arrêter le saignement des dents (Arokoyo et al., 2015) et comme antidiabétique, anti-inflammatoire (Tedong et al., 2007), anti hypertensif (Tchikaya et al., 2011). Elle est utilisée dans la décoction pour la diarrhée et les ulcères de la bouche. Les racines sont utilisées pour traiter la douleur (Mshana et al. 2000) ;

- **Le baume** ou *Cashew Nut Shell Liquid* (CNSL) extrait de la coque est un liquide brun qui se trouve dans de petites capillarités à l'intérieur de la coque de la noix. Il est constitué de quatre substances chimiques (l'acide anacardique, le cardol, le cardanol et le phénol). Il peut être vendu à l'industrie chimique qui utilise le cardanol pour la fabrication d'une grande diversité de produits : pesticides, lubrifiants, résines, peintures anticorrosives, bioplastiques. L'acide anacardique et le cardanol possèdent une activité anticancéreuse (Ola et al., 2008). Ce liquide est toxique et irritante pour la peau, il doit être manipulé avec précaution.

- **Bois** : employé en menuiserie, son bois est utilisé comme bois de chauffe pour les ménages et permet de produire le charbon de bois.

De tous les produits issus de la transformation de l'anacarde, seules les noix brutes (99%), les amandes fraîches, les amandes grillées font l'objet de commercialisation au Cameroun.

Bien que l'amande de cajou possèdent une composition physicochimique variée, elle est source d'anti-nutriments qui peuvent être réduites lors du procédé de transformation de cet aliment (le trempage, un traitement thermique prolongée à la chaleur ou un processus de fermentation) (D'Adamo et Azize, 2014 ; Foisnet, 2020).

Le tableau 6 montre la composition physico-chimique du lait d'amande de cajou.

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Tableau 6 : Composition en Macronutriments ; Minéraux ; Antinutriments du lait d'amande de cajou

Macronutriments/Minéraux/Antinutriments	Teneurs	Références
Teneur en eau (%)	82,66	Nkechi et Akusu 2019
Ph	5,6	
Protéines (%)	6,24	
Lipides (%)	2,94	
Glucides (%)	1,79	
Cendres (%)	0,13	N'Cho et al., 2022
Magnésium (mg/l)	171,7	
Calcium (mg/l)	100,6	
Potassium (mg/l)	29,4	
Zinc (mg/l)	46,4	
Tanins (mg/100 MS)	15,55	
Phytates (mg/MS)	28,46	
Oxalates (mg/MS)	40,60	

Les protéines, lipides et glucides sont des macronutriments majoritaires de l'alimentation. Ils apportent d'une part, des nutriments et de l'énergie nécessaires pour le bon fonctionnement de l'organisme. D'autre part, ils possèdent des aptitudes techno-fonctionnelles qui contribuent à la texture, la viscosité, le goût, ou la rétention d'arôme du produit fini. Les protéines agissent comme des émulsifiants (**Elleuch et al., 2011**). Les lipides confèrent de l'onctuosité, masquent l'acidité et améliorent la saveur.

Dans le souci de promouvoir et valoriser la consommation de l'amande de cajou, il serait important de diversifier ses formes de consommation sur le plan National par la production des laits et yaourts végétaux.

I-2-7. Quelques travaux antérieurs sur l'amande de cajou

Plusieurs acteurs ont travaillé sur le lait d'amande de cajou à l'instar de **Nkechi et Akusu (2019)** dont l'étude était basée sur les caractéristiques physicochimique et sensorielle des laits d'amande de cajou au Nigéria. Il ressort de ce travail que, ces laits possédait des teneurs appréciables en protéines, matières grasses, cendres, glucides et en minéraux (calcium, potassium, fer, magnésium et phosphore). De plus, le lait nature produit sans ajout du sucre ou d'arôme vanille avait une meilleure viscosité. Cependant, le pH de ces laits avaient des valeurs allant de 5,60 à 6,50 ce qui indique qu'ils étaient sensibles aux températures ambiantes donc susceptible de subir une détérioration rapide avec une forte teneur en humidité soit 82, 66% ; par ailleurs, l'analyse sensorielle du lait de 100 ml avec 15g de sucre avait le meilleur score sur l'acceptabilité générale par rapport au lait constitué de 10 ml d'arôme de vanille avec 5g de

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

sucres et 15 ml d'arôme de vanille. Aussi l'étude menée par **Olayinka et al., (2017)** portant sur les caractéristiques physicochimiques, microbiologiques et sensorielles du yaourt formulé au lait de cajou inoculé avec *Streptococcus thermophilus* et incubé à 45°C pendant 7 heures, a révélé que le yaourt avait une teneur en protéine brute de 16,8 % ; lipides de 40,32%, en cendres de 0,84 % et avec une valeur calorique de 133,06 Kj. Le pH était à 4,2. L'étude microbiologique a révélé une charge totale de microorganisme qui était de 1×10^8 UFC/ml, qui a été attribuée à la culture utilisée dans le processus de fermentation. Ce yaourt a également été accepté par les panélistes. Cependant, une analyse des composés antinutritionnels et phénoliques totaux de ce yaourt n'a pas été faite. Au vu de ce qui précède, bien que des études ont été menées sur le lait et le yaourt à base d'amande de cajou, les travaux sur cette noix tant sur le lait que sur le yaourt n'ont pas encore été évalués sur le territoire National. D'où la nécessité de réaliser cette étude qui visait à diversifier l'utilisation de l'amande de cajou et à explorer de nouvelles opportunités pour formuler des produits alimentaires à base de ce fruit populaire.

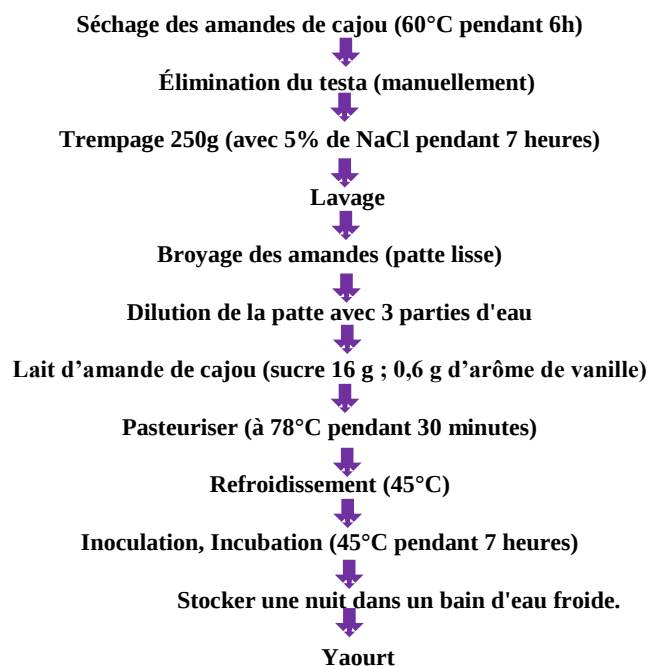


Figure 6: Diagramme de production du yaourt à base d'amande cajou décrit par **Olayinka et al ., 2017**

MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II-1. Matériel

II-1-1. Matériel de laboratoire

L'analyse des paramètres physico-chimique et microbiologique des échantillons a été réalisée par les appareils et réactifs suivants l'étuve (MEMMERT), le Soxhlet, la balance, tubes à essai, boîtes de pétris, l'rlenmeyer, fiole jaugée, l'éprouvette, le bécher ; acide sulfurique ; acide nitrique ; acide acétique.

II-1-2. Matériel végétal

Le choix de ce matériel végétal s'est fait sur la base de sa composition nutritionnelle afin de le valoriser et de l'inclure davantage dans les habitudes alimentaires des humains.

Le matériel végétal était constitué des noix d'*Anacardium occidentale* L.



Photographie 4: Noix de cajou utilisées (Nomo, dans cette étude)

II-1-3. Matériel microbiologique

❖ Les bactéries lactiques

Ces micro-organismes étaient constitués de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.



Photographie 5 : Ferments lactiques

II-2. Méthodes

II-2-1. Echantillonnage

Les noix de cajou ont été collectées de manière aléatoire, le soir au mois de février 2023 durant la saison sèche ; auprès d'un agriculteur possédant des vergers d'anacardiers dans la localité de Kafinarou, Arrondissement de Guider dans le département de Mayo-Louti au Nord du Cameroun. Après cela, ce matériel végétal a été acheminé à « l'Herbier National de Yaoundé » (Obili) pour identification dont l'Attestation est jointe à l'annexe (N°: 65604/HNC). Puis, au laboratoire des Sciences Alimentaires et Métabolisme (LabSam) du Département de Biochimie, de l'Université de Yaoundé I (Cameroun) pour des formulations et analyses. Quant aux bactéries lactiques, elles ont été achetées auprès d'un ingénieur au marché de Mvong-Bi à Yaoundé et conservées à -4°C.

II-2-2. Traitement des noix jusqu'à l'obtention des laits et yaourts végétaux

A l'issue de la récolte et de l'identification des noix de cajou, elles ont subi des prétraitements : le triage, nettoyage, lavage à l'eau et séchage pendant trois (03) jours au soleil sous une température ambiante de 28°C afin de faciliter le décorticage. L'extraction de l'amande et l'élimination du testa ont été effectuées manuellement. outre ces prétraitements, les amandes ont subi des traitements jusqu'à l'obtention de quatre (04) laits végétaux qui ont été fermentés à l'aide de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Les laits et yaourts obtenus étaient destinés aux analyses physico-chimique (laits et yaourts) ; techno-

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

fonctionnelle (uniquement les laits) ; microbiologiques et sensorielle (uniquement les yaourts).
Le processus de prétraitement et de traitement est résumé dans le diagramme de la figure 7.

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

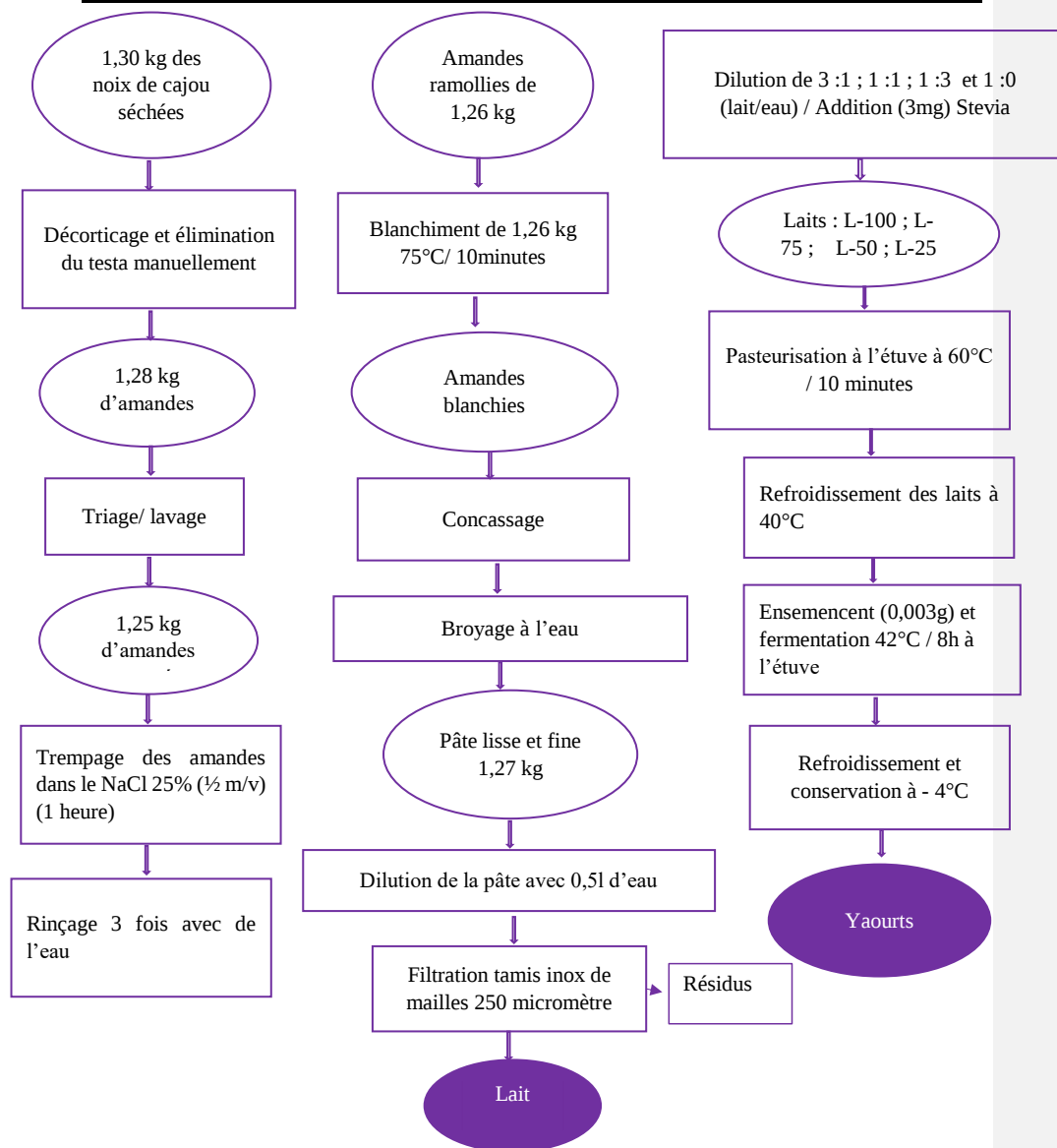


Figure 7: Diagramme modifié de production des laits et yaourts végétaux à base d'amande de cajou décrit par **Olayinka et al ., 2017**

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

- Récolte : les pommes en maturités ont été cueillies ;
- Triage : les pommes avec des noix de cajou ont été séparées ;
- Nettoyage/ Lavage : la présence de la boue et des débris de feuilles mortes ont été éliminés ;
- Séchage : il s'est fait sous le soleil pendant trois (03) jours à une température ambiante à 28°C afin de faciliter le décorticage ;
- Décorticage : les amandes ont été séparées de la coque puis le testa a été éliminé manuellement ;
- Triage/ Lavage : les amandes pourries ou ceux présentant des tâches noires ont été éliminées puis les amandes saines ont été lavées ;
- Trempage : 25g du NaCl ont été dissous dans 100 ml d'eau puis les amandes y ont été trempées pendant 1 heure afin d'éliminer les odeurs et les permettre de se ramollir ;
- Rinçage à l'eau : cela consistait à éliminer les particules des ions Na⁺ et Cl⁻
- Blanchiment : il s'est fait pendant 10 minutes à 75°C ;
- Concassage : réduction des amandes en petits morceaux ; il a été réalisé à l'aide d'une machine à main de la marque Vitoria ;
- Broyage : réduction des petits morceaux d'amande en pâte lisse et fine ; réalisé à l'aide d'un Moulinex ;
- Dilution : la pâte obtenue a été diluée avec 0,5 l d'eau ;
- Filtration : elle a été faite à l'aide d'un tamis inox de mailles 250 micromètres ;
- Dilution : 3 :1 (75ml de lait / 25ml d'eau) ; 1 :1 (50ml de lait / 50ml d'eau) ; 1 :3 (25ml de lait/ 75ml d'eau) ; 1 :0 (100ml de lait/ 0ml d'eau). La dilution avec de l'eau avait pour but de créer un milieu liquide propice à la croissance bactérienne
- Addition : 3 mg de stévia ont été ajoutés dans les laits (L-100 ; L-75 ; L-50 et L-25).
- Pasteurisation : elle s'est faite à l'étuve pendant 10 minutes à 60°C ;
- Refroidissent : il consistait de baisser la température des laits afin d'éviter la destruction des bactéries lactiques lors de l'ensemencement ;
- Ensemencement : 0,003g de poudre de bactéries (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) a été ajouté dans des différents laits obtenus (**L-100 ; L-75 ; L-50 et L-25**) ;
- Fermentation : elle s'est faite à l'étuve à 42°C pendant 8 heures ;
- Refroidissement : il permettait de stopper la fermentation
- conservation : les yaourts obtenus ont été conservés à - 4°C (**Y-875 ; Y-650 ; Y-426 ; Y-189**).

II-3. Caractérisations physico-chimiques des laits et yaourts végétaux produits

II-3-1. Détermination de la teneur en eau et en matière sèche

La matière sèche est l'ensemble des substances qui ne se volatilisent pas dans les conditions de dessiccation définies (AOAC,1990).

➤ Principe

La teneur en matière sèche (% MS) est déterminée par la méthode décrite par (AOAC, 1980). Elle est basée sur la perte en masse des échantillons après étuvage à 105°C, par évaporation complète d'eau libre, de la matière volatile et l'obtention d'une masse constante.

➤ Mode opératoire

Une masse M_0 de l'échantillon a été pesée et introduite dans des nacelles de masse M_1 et l'ensemble de masse M_2 a été séchée à l'étuve (MEMMERT) à 105°C pendant 24 heures. Les échantillons ont été pesés toutes les 2 heures jusqu'à l'obtention d'une masse constante. A chaque sortie de l'étuve, les échantillons ont été placés dans un dessiccateur pour refroidissement afin d'éviter la réabsorption de l'humidité de l'air avant la pesée. Après séchage, l'ensemble contenant le résidu sec total ou matière sèche (MS) a été pesé (M_3) et la teneur en matière sèche et en eau exprimée en pourcentage de matière fraîche ont été calculées selon les formules ci-après :

$$Te = 100 \times \frac{M_2 - M_3}{M_3 - M_1} \quad \longleftrightarrow \quad Ms = 100 - Te$$

M_0 : masse de l'échantillon frais ;

M_1 : masse des nacelles ;

M_2 : masse de l'échantillon frais + nacelle ;

M_3 : masse de l'échantillon sec + nacelle.

II-3-2. Détermination des teneurs en macronutriments des laits et yaourts végétaux

II-3-2-1. Dosage des lipides totaux

La teneur en lipides représente la totalité des corps gras extraits. Les lipides ont été extraits au Soxhlet selon la méthode russe décrite par Bourelly. (1982)

➤ **Principe**

L'extraction des lipides contenus dans un échantillon est basée sur la solubilité différentielle des lipides dans un solvant organique (hexane ou éther de pétrole). Elle se fait au Soxhlet pendant une durée de 12 heures. Le solvant a ensuite été éliminé par évaporation suite à un séchage. La teneur en lipides totaux a été calculée à 0% d'humidité par différence de poids de la cartouche avant et après extraction complète de ces derniers.

➤ **Mode opératoire**

Les cartouches faites avec du papier cellulose de type Whatman N°1 ont été confectionnées, puis séchées pendant 10 minutes dans l'étuve à 105°C. Elles ont été refroidies pendant 5 minutes dans un dessiccateur en verre (**pyrex**) contenant du gel de silice anhydre, elles ont été pesées à l'aide d'une balance de précision. Une masse M_0 de poudre d'aliment a été pesée et introduite dans chaque cartouche préalablement tarée, puis la cartouche a été minutieusement refermée. La cartouche et son contenu ont été ensuite séchés pendant 2 heures dans l'étuve (**memmert**) à 105°C, afin de les dessécher complètement. Après séchage, lesdites cartouches ont été refroidies pendant 5 minutes dans un dessiccateur. Par la suite, elles ont été pesées (M_1) et introduites dans l'extracteur à Soxhlet placé entre le réfrigérant à eau et le ballon contenant des billes de verre et 200 ml d'hexane. L'ensemble a été placé dans un chauffe ballon thermostaté et le dispositif a été mis en marche. L'ébullition de l'hexane a permis son évaporation du ballon vers l'extracteur, le lavage continu de l'échantillon s'est fait pendant 12 heures. À la fin de l'extraction, après arrêt du chauffage et refroidissement du dispositif, les cartouches contenant l'échantillon ont été séchées dans l'étuve à 105°C pendant 1 heure, puis pesées (M_2). La teneur en lipides totaux a été déterminée par différence de poids de la cartouche avant et après extraction complète des lipides par la formule ci-après :

$$L = \frac{(M_1 - M_2)}{(M_1 - M_0)} \times 100$$

M_0 : masse de l'échantillon

M_1 : masse de l'échantillon frais+ cartouche

M_2 : masse de l'échantillon après extraction + cartouche

II-3-2-2. Détermination des teneurs en azote total et en protéines totales

La teneur en protéines totales a été évaluée après détermination de la teneur en azote total et ladite teneur d'azote a été multipliée par 6,25. L'azote total a été déterminé après

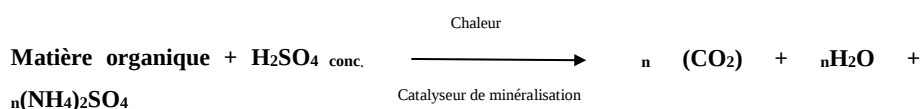
Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

minéralisation des échantillons selon la méthode de Kjeldahl (AFNOR 1984), suivie du dosage par la méthode de Devani et al. (1989)

❖ **Minéralisation**

➤ **Principe**

La minéralisation selon Kjeldahl consiste à détruire toute la substance organique azotée contenue dans la denrée alimentaire et sa conversion en azote organique par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur (sulfate de potassium et sulfate de cuivre) de minéralisation Dumazert (Merck), suivant l'équation :



➤ **Mode opératoire**

Une masse de 0,5g de résidu sec a été introduite dans un matras de minéralisation, 5 ml de H₂SO₄ concentré et une pincée de catalyseur de minéralisation y ont été ajoutés successivement. Le tout a été porté à chaud sur une rampe de minéralisation avec un système collecteur de fumées. Le matras a été chauffé pendant 3 heures environ jusqu'à l'obtention d'une solution limpide. Après, refroidissement, le minéralisat a été récupéré dans une fiole jaugée et son volume a été complété à 50 ml avec de l'eau distillée.

❖ **Dosage de l'azote**

➤ **Principe :**

Il est basé sur la réaction en milieu aqueux, de l'ammoniac avec l'acétylacétone et le formaldéhyde pour former le 3,5-diacétyl-1,4-dihydrolutidine de couleur jaune qui présente un maximum d'absorption à 412nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration en azote. Cette réaction est décrite suivant l'équation ci-après :

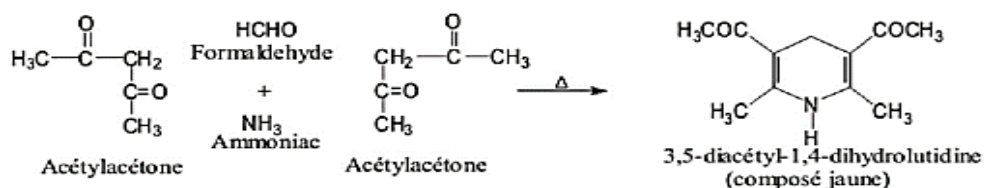


Figure 8: Réaction de l'ammoniac avec l'acétylacétone et le formaldéhyde en milieu aqueux

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

➤ **Mode opératoire**

Dans un tube à essai, ont été introduits tour à tour 0,2 ml de minéralisât, 1,2 ml de solution d'acétate de sodium et 1,6 ml de solution réactive (15 ml de Formaldéhyde+ 8ml d'Acétylacétone dans 77 ml d'eau distillée). Le mélange a été incubé au bain-marie à 97,5°C pendant 15 minutes. Une fois refroidi dans un courant d'eau froide, le volume du tube a été complété à 10 ml en ajoutant 7 ml d'eau distillée. L'absorbance a été lue à 412 nm contre un tube blanc constitué des solutions d'acétate de sodium, solution réactive, et de l'eau distillée. La gamme d'étalonnage de la solution d'azote a été établie à partir d'une solution de sulfate d'ammonium 0,4 g d'azote/ml (**l'annexe 4**).

La quantité d'azote a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage du sulfate d'ammonium. L'équation de la droite d'étalonnage $Y=0,0045X+0,0129$ ($R^2 = 0,9906$) a permis de calculer la quantité d'azote à partir de la formule :

$$X=Y \frac{V_t \times 100}{V_p \times m \times a}$$

X : quantité d'azote (ug) ;

Y : densité optique ;

V_t (ml) : volume total de minéralisât ;

V_p (ml) : volume de minéralisât dosé ;

m (g) : masse d'échantillon minéralisée ;

a : coefficient d'étalonnage : 0,0045 ;

La formule suivante a été utilisée pour déterminer la teneur en protéines totales dans les échantillons. Le coefficient conventionnel de conversion de l'azote en protéines utilisé était de 6,25 (**FAO/WHO, 1978**) :

$$\text{Teneur en protéines} = 6,25.X \text{ (g/100g)}$$

II-3-2-3. Dosage des glucides totaux

La composition en glucides totaux dans l'aliment a été déterminée par la méthode de dosage colorimétrique selon **Dubois et al.,(1956)**.

➤ **Principe**

Sous l'action d'acide concentré et à chaud, les hexoses et pentoses du milieu subissent une déshydratation interne poussée, suivie d'une cyclisation aboutissant à la formation de

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

dérivés du furfural et l'hydroxyméthylfurfural, l'hydroxyméthyl réagit avec le phénol pour donner un chromophore absorbant à 485 nm, selon les réactions suivantes :

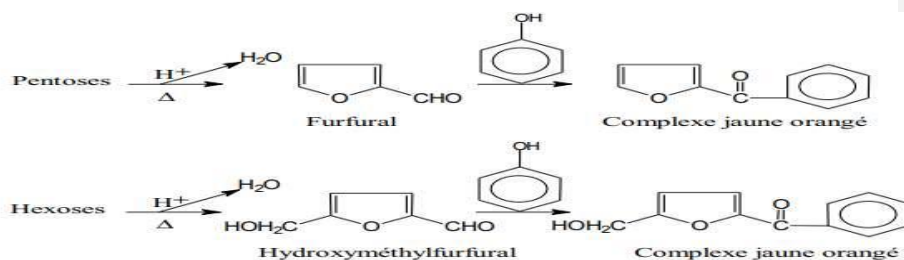


Figure 9: Réaction de pentoses et hexoses en milieu acide

➤ **Mode opératoire**

Des poudres des échantillons (0,1 g) ont été pesées et introduites dans des tubes à essai, auxquels 5 mL d'acide sulfurique 1,5 M ont été ajoutés, puis ces tubes ont été chauffés au bain marie bouillant pendant 20 minutes. Après refroidissement dans un bain froid, 6 mL de soude 10% ont été ajoutés puis, le mélange a été filtré et le volume a été ajusté à 25 mL avec l'eau distillée. Ensuite, 500 µL de l'extrait brut ont été prélevés et le volume a été ajusté avec 25 mL d'eau distillée. La DO du mélange s'est lue à 485 nm contre un blanc. La teneur en glucides totaux a été calculée en utilisant la droite d'étalonnage (annexe 7).

La quantité de sucres totaux a été déterminée en se reportant sur la droite d'étalonnage d'équation : $Y = 0,3163x - 0,0138$ ($R^2 : 0,995$)

Y : la Quantité de sucre dans la prise d'essai, **V_T** : le volume total de l'extrait

m : la prise d'essai en g

V : le volume d'échantillon analysé

Te : la teneur en eau résiduelle

La quantité de sucres en g/ 100g de MS est donnée par la relation :

$$\text{Teneur en glucides totaux} = 100 \times (Y \cdot V_T / m \cdot V) (100 - Te)$$

II.3.3. Détermination de la valeur énergétique (kcal/100g)

Selon **Livesey et Elia (1995)**, la valeur énergétique (VE) est calculée avec 9 kcal/g pour les lipides ; 4 kcal/g pour les protéines et 4 kcal/g pour les glucides

$$VE = (9 \times \% \text{LIPIDES}) + (4 \times \% \text{PROTEINES}) + (4 \times \% \text{GLUCIDES})$$

II.3-4. Teneur en fibres brutes

La teneur en fibres brutes des échantillons a été déterminée suivant le protocole décrit par AOAC (1990).

➤ **Principe :**

Il repose sur une succession de digestion de la poudre obtenue des aliments par l'acide sulfurique ensuite par la soude. Le résidu obtenu est séché, calciné et pesé.

➤ **Mode opératoire :**

Des poudres des échantillons (0,5 g) ont été délipidées (M1) et introduites dans un bécher de 200 mL et 100 mL d'acide sulfurique 0,26 N ont été ajoutés. Le bécher et son contenu ont été placés sur une plaque chauffante et portés à ébullition pendant 30 minutes, puis son contenu a été filtré. Après avoir introduit le résidu dans le même bécher, il a été ajouté dans ce dernier 100 mL de NaOH 0,23 N et l'ensemble a été placé sur une plaque chauffante et porté à ébullition pendant 30 minutes, puis, le mélange a été filtré. Le résidu a été lavé 3 fois avec 30 ml d'eau distillée et 2 fois avec 20 ml d'acétone sur un entonnoir en porcelaine. Le résidu est récupéré dans un creuset préalablement taré et l'ensemble est séché à l'étuve à 105°C pendant 8h. Après cela, le creuset a été placé au dessiccateur pour refroidissement ensuite le résidu a été pesé (M2) enfin de le calciner dans un four à moufle à 550°C pendant 3h, l'échantillon a été refroidi et pesé (M3). La teneur en fibres brutes (g/100g MS) a été déterminée à partir de la formule suivante :

$$FB (\%) = \frac{(M2-M3)}{M1} \times 100$$

M1 (g) : Masse en gramme de la prise d'essai ;

M2 (g) : Masse en gramme du résidu séché à 105°C ;

M3 (g) : Masse en gramme des cendres obtenues après incinération.

II-3-5. Teneur en cendres totales :

Les cendres totales sont quantifiées par la méthode décrite dans AFNOR (1981).

➤ **Principe :**

Il est basé sur l'incinération complète de l'échantillon jusqu'à l'obtention des cendres blanches dans un four à moufle réglé à 550 °C. La masse de cendres obtenue a permis de déterminer leur teneur dans les échantillons.

➤ **Mode opératoire :**

Les creusets en porcelaine préalablement lavés et rincés à l'eau distillée et à l'acide nitrique 1%, séchés à l'étuve à une température de 65°C pendant 1h, ont été mis dans un four de marque (**Vecstar**) à 550°C pendant 3 heures afin de détruire toute trace de matières organiques. Au sortir du four, ils ont été refroidis dans un dessiccateur pendant 1 heure et pesés (M_0). 2g de poudre des échantillons séchées ont été introduites dans ces creusets en porcelaine et l'ensemble pesé (M_1) a été ensuite placé dans le four à 550°C pendant 24 heures. Après écoulement du temps d'incinération, les creusets contenant les cendres ont été retirés du four à l'aide d'une pince, mis à refroidissement dans un dessiccateur et pesés (M_2). La teneur en cendres a été calculée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en cendres (\%)} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

M_0 : masse en grammes du creuset en porcelaine vide

M_1 : masse en grammes du creuset chargé des échantillons

M_2 : masse en grammes du creuset d'incinération chargé des cendres

II.3-6. Détermination de la teneur en éléments minéraux

Les minéraux Ca, Mg, P ont été analysés selon la méthode décrite par **Horwitz (2000)**.

➤ **Principe**

L'analyse des minéraux dans les échantillons implique la séparation des minéraux de la matrice de l'échantillon par digestion humide de la matière organique. Les minéraux séparés sont dilués dans de l'acide et leur teneur sera déterminée par spectrophotométrie atomique (Calcium et Magnésium) et spectrophotométrie ultra-violet (Phosphore).

➤ **Traitement**

Une masse de 0,5 g de poudre des échantillons (amande, lait, yaourt) a été pesée et introduite dans un tube à digestion de Kjeldhal, 30 ml du mélange acide nitrique HNO₃ concentré (65 %) / acide perchlorique HClO₄ (70 %) dans les proportions 2/1 y ont ensuite été ajoutés. Le tube fermé a été laissé à température ambiante pendant près de 12 h pour une prédigestion des échantillons. Le tube a ensuite été porté dans le bloc de digestion et la température a été élevée progressivement jusqu'à 160° C et maintenue ainsi jusqu'à ce que le volume de la solution dans le tube soit réduit de moitié (40 min environ). La température a ensuite été réglée à 210 °C et maintenue jusqu'à l'obtention des fumées blanches de HClO₄ et

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

une présentation incolore de l'extrait (20 min environ). Après le refroidissement du tube, son contenu a été filtré à l'aide du papier filtre Whatman N°4 et le filtrat a été ajouté à 15 ml d'eau désionisée, le volume final du filtrat ainsi dilué a été ensuite relevé.

a) Analyse du calcium et magnésium

Pour la détermination de la teneur en Ca et Mg dans chaque échantillon, une dilution (5 fois) du filtrat obtenu précédemment a été réalisée dans une solution de chlorure de lanthanum 0,25 %. Les teneurs en Mg, Ca ont été déterminées à 285,2 nm et 422,7 nm respectivement, à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique (Perkin-Elmer 5100 PC) muni d'une lampe à cathode creuse (P809), contre un blanc constitué d'eau désionisée. La teneur en Ca et Mg a été déterminée par l'expression suivante :

$$\text{Ca, Mg (mg/100g)} = \frac{\text{Co} \times \text{Volume total (ml)} \times \text{facteur de dilution} \times 100}{M \times 1000}$$

Avec Co = Concentration de l'élément en mg/l dans l'échantillon obtenue à partir de la droite d'étalonnage, 1000 = conversion du ml en litre.

b) Analyse du phosphore

Dans des fioles jaugées de 100 ml, 5 ml de la solution standard de phosphate (0,2 mg/ml) ou de filtrat obtenu précédemment ou d'eau désionisée (blanc) ont été introduits 10 ml de HNO₃ (6N), 10 ml de monovanadate d'ammonium 0,25 % puis 10 ml de molybdate d'ammonium 5%. Le volume a été ensuite complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau désionisée. La solution obtenue a été homogénéisée et laissée au repos pendant 15 min. Le complexe coloré jaune de molybdovanadate de phosphore qui se forme est détecté par spectrophotométrie ultra-violet à 400 nm contre un blanc. La teneur en phosphore est donnée par la relation :

$$\text{P (mg/100g)} = \frac{\text{Absorbance de l'échantillon} \times 1 \times V_0 \times 100}{\text{Absorbance du standard} \times V_p \times \text{Masse de l'échantillon}}$$

Vo : volume total ; Vp : volume de l'échantillon dilué

II-3-7. Dosage de la vitamine C

Il s'est effectué par la méthode modifiée de **Harris et Ray (1935)**.

➤ Principe

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Il est basé sur la décoloration (réduction) du 2,6-dichlorophénol indophénol (DCPIP) en leucodérivé avec changement de coloration du bleu au rose suivant l'équation :

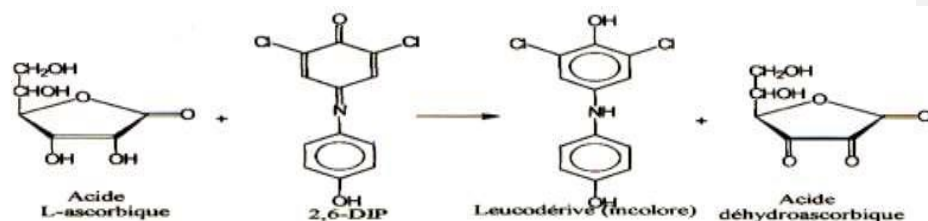


Figure 10: Equation de la réaction de l'acide ascorbique avec le 2,6 DCIP

➤ Mode opératoire

Des poudres des échantillons (0,5 g) ont été pesées et introduites dans un bécher contenant 10 mL d'acide acétique 90 %. L'ensemble a été homogénéisé pendant 20 minutes en utilisant un agitateur magnétique et l'homogénat obtenu a été filtré. Après, le filtrat obtenu a été introduit dans une fiole jaugée de 20 mL et le volume a été complété jusqu'au trait de jauge avec l'acide acétique 90 %. Dans le filtrat obtenu, 5 mL ont été prélevés et l'on y a ajouté 1 ml d'acide acétique glacial et l'on a titré le mélange avec une solution de DCPIP jusqu'à virement au rose. La teneur en vitamine C est calculée suivant la relation :

$$\text{Vit C (mg)} = \frac{T-B1}{St-B1}$$

T= Volume de l'extrait, B1=Volume du blanc, St= Volume du standard, le DCPI utilisé pour titrer.

II-3-8. Analyse des métabolites secondaires

II-3-8-1. Teneur en composés phénoliques

Les composés phénoliques ont été dosés par la méthode décrite par **Dhar et al., 2012**.

➤ Principe

Il est basé sur le transfert des électrons dans un milieu alcalin à partir des composés phénoliques et de toutes autres espèces réductrices au molybdène.

➤ **Mode opératoire**

Dans chaque tube 2000 microlitre d'eau distillée, 100 microlitre d'extrait à 100 microgramme/ ml et 200 microlitre de la solution de Follin-ciocalteu (2N) ont été introduits. La courbe d'étalonnage de l'acide gallique a été faite à une concentration fixée à 100 microgramme/ ml à différents volumes (0, 20, 40, 60, 80, 100 micro litre) et en complétant les volumes 100 microlitre avec du méthanol pur puis 200 µl de Follin-ciocalteu ont également été ajoutés. Le mélange est mis au repos pendant 3 minutes, puis 1000 microlitre de carbonate de sodium 20 % ont été ajoutés. Le mélange est incubé pendant 1 heure à l'obscurité et à température ambiante. La densité optique a été lue à 700 nm. Les teneurs en composés phénoliques ont été exprimées en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g d'extrait) en utilisant la droite d'étalonnage (annexe). Le mode opératoire est résumé dans le tableau joint à l'annexe 8.

II-3-8-2. Teneur en flavonoïdes :

La détermination de la teneur en flavonoïdes dans les échantillons a été faite selon la méthode décrite par **Dhar et al., 2012**.

➤ **Principe**

Les flavonoïdes en présence du chlorure d'aluminium donnent des complexes de couleur jaune qui absorbent à 430 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présente dans le milieu réactionnel.

➤ **Mode opératoire**

Dans le tube blanc et les tubes tests ont été respectivement introduits, 500 microlitre de méthanol et 500 microlitre de la solution d'extrait. Ensuite, 500 microlitre de trichlorure d'aluminium (AlCl₃) 2% (m/v) ont été introduits dans chacun des tubes. L'ensemble est mélangé à l'aide du vortex puis ces tubes ont été incubés à température ambiante pendant 1h et les densités optiques de la coloration jaune ont été lues à 430 nm contre le blanc. Le dosage a été réalisé en triple et la Quercétine a été utilisée comme étalon. Les teneurs en flavonoïdes ont été exprimées en milligramme équivalents de Quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g d'extrait) en utilisant la droite d'étalonnage (annexe10). Le mode opératoire est résumé dans le tableau joint à l'annexe.

II-3-9. Dosage des antinutriments

II-3-9-1. Détermination de la teneur en tanins

Les tanins totaux ont été évalués par le protocole décrit par **Ndhlala et al. (2007)**.

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

➤ Principe :

Il repose sur la complexation des tanins par le réactif ferrique en milieu alcoolique acide, donnant une coloration rouge qui absorbe à 550 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration en tanins dans l'échantillon. L'acide gallique a été utilisé comme standard.

❖ Préparation des extraits :

Dans un erlenmeyer de 50 ml ont été introduits 0,125g d'échantillon et 2,5ml d'éthanol 96%. Après 30 min d'agitation et filtration à l'aide du papier (**Whatman N°1**), le mélange a été centrifugé à 3000tr/minutes pendant 10 minutes. Le surnageant a été recueilli et utilisé pour le dosage des tanins.

➤ Mode opératoire :

Précisément 0,5 ml d'extrait, 3ml de réactif butanol-HCL dans les proportions 95 :5 et 0,1ml de réactif ferrique (sulfate d'ammonium ferrique 2% dans du HCL 2N) ont été mélangés dans un tube à essai de 10 ml. Le mélange a été agité et incubé dans un bain marie à 100°C pendant 1h. L'absorbance a été lue à 550 nm pour chaque échantillon contre un blanc réalisé en faisant un mélange similaire sans incubation.

La formule suivante a été utilisée pour calculer la teneur en tanins condensés exprimée en mg équivalent d'acide gallique /100g de matière sèche.

$$\text{Teneur en Tanins} = \frac{DO \times ML \times fd}{100 - \%Rd} \times 100$$

Avec : **DO** = absorbance de l'échantillon à 550nm ; **ML** : masse moléculaire de leucocyanidine (78,26) ; **fd** : facteur de dilution : 1 car aucune dilution n'a été effectuée ; **Rd** = rendement d'extraction.

II-3-9-2. Détermination de la teneur en phytates

Cette teneur en phytates dans les échantillons a été déterminée par la méthode décrite par **Olayeye et al. (2013)**.

➤ Principe

Il repose sur la propriété des phytates à former des complexes stables et insolubles avec les ions ferriques en solution à pH acide, où la source de phosphore est l'acide gallique.

➤ Mode Opératoire

Une masse de 2g des échantillons a été pesée et introduite dans un bécher, et 100 ml de HCL à 2% ont été ajoutés. L'ensemble a été agité à l'aide d'un agitateur magnétique et laissé reposer

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

pendant 3 heures. Par la suite, le mélange obtenu a été filtré. Un volume de 25 ml du filtrat a été prélevé et introduit dans une fiole de 250 ml, puis 5 ml de solution de thiocyanate d'ammonium à 0,3% (comme indicateur coloré) et 53,5 ml d'eau ont été ajoutés au mélange pour obtenir l'acide désiré. La solution obtenue a été titrée avec une solution d'étalon de chlorure de fer III (0,00195 g de fer par ml) jusqu'à obtention d'une couleur jaune brunâtre persistante pendant 5 minutes. La teneur en phytates a été calculée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en phytates} : \text{valeur du titre} \times 0,00195 \times 1.19 \times 100$$

II-3-9-3. Dosage des oxalates

La teneur en oxalates contenue dans les échantillons a été déterminée par la méthode de titration modifiée d'Aina et al. (2012).

➤ **Principe :**

En présence de l'acide sulfurique et à chaud, l'acide oxalique est oxydé par le permanganate de potassium suivant la réaction :



L'oxydation de l'acide oxalique est marquée par le virage de la solution de l'incolore au rose pâle persistant pendant quelques secondes marquant la fin de ladite réaction.

➤ **Mode opératoire :**

Une masse de 0,25g des échantillons a été pesée puis introduite dans un erlenmeyer contenant 75 mL d'une solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) 3M. Le mélange a été agité à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 1 heure puis filtré. 6,25 ml du filtrat obtenu a été prélevé et chauffé dans un bain marie jusqu'à l'obtention d'une température comprise entre 80-90°C. La solution a été maintenue en tout temps à une température au-dessus de 70°C. Puis, la solution chaude (échantillon) a été titrée en continue avec une solution de permanganate de potassium 0,05M jusqu'à l'obtention d'une coloration rose pâle persistante pendant 15 secondes. La teneur en oxalate a alors été calculée en prenant 1ml de permanganate de potassium (KMnO_4) 0,05M comme équivalent à 2,2 mg d'oxalate.

$$\text{Teneur en oxalates} = \text{Volume de KMnO}_4 (0.05) \text{ versé} \times 2,2\text{mg} \times 100$$

II-3-9-4. Dosage des saponines

La détermination de la teneur en saponines des échantillons a été réalisée par la méthode de **Koziol et al. (1990)**.

Une masse de 0,5g des échantillons a été introduite dans un tube à essai, 5 ml d'eau distillée ont été ajoutées. Le tube a été agité vigoureusement pendant 30 secondes. Immédiatement après (5 à 10s), la hauteur de la mousse formée a été mesurée à l'aide d'une règle graduée à 0,5 cm près. La teneur en saponine est donnée par la relation suivante :

$$\text{saponine (mg)} = \frac{(0,432)(\text{hauteur de la mousse en cm après 5 à 10s}) + 0,008}{\text{masse de l'échantillon en g}}$$

II-3-10. Détermination du pH des laits et yaourts végétaux et acide lactique des yaourts

II-3-10-1. Détermination du pH

➤ Principe

Il est basé sur le dosage de la concentration des ions hydronium par conductimétrie à l'aide du pH-mètre (**AOAC, 1990**).

➤ Mode opératoire

Un volume de 50 ml des échantillons ont été introduits dans un bécher. L'électrode du pH-mètre préalablement calibrée a été ensuite plongée dans la solution et la valeur s'affichant sur l'écran était le pH de la solution.

II-3-10-2. Détermination de la teneur en acide lactique des yaourts

L'acide lactique des échantillons a été déterminé par la méthode décrite par **Baba et al., (2014)**.

➤ Principe

Il est basé sur le titrage des acides contenus dans les yaourts à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium jusqu'à l'apparition d'une couleur rose.

➤ Mode opératoire

Un volume de 9 ml des échantillons ont été prélevés et introduits dans un tube à essai de 50 ml. Après avoir ajouté 3 gouttes d'indicateur à 1 % de phénolphthaléine (v/w) (1 g de phénolphthaléine + 100 ml d'éthanol à 95 %), la solution a été titrée avec 0,1 mol/l de NaOH jusqu'à l'observation d'une couleur rose d'une durée de 30 secondes. l'acide lactique a été calculé en convertissant le volume de NaOH en utilisant l'équation ci-dessous.

Expression des résultats

Facteur de dilution : 1 car aucune dilution n'a été effectuée

V_{NaOH} : volume de NaOH utilisé pour neutraliser l'acide lactique,

0,009 : facteur de conversion (1 ml de NaOH (0,01 N) neutralise 0,009 g d'acide lactique),

0,1 : normalité de NaOH,

$$\text{Teneur en acide lactique} = f d \times V_{\text{NaOH}} \times 0,009 \text{ g} \times 0,1 \times 100$$

II-4- Evaluation de l'activité émulsifiante et de la stabilité d'émulsion des différents laits obtenus

L'indice d'activité d'émulsion (IAE) et de stabilité d'émulsion représente respectivement la capacité d'une protéine à s'absorber à l'interface huile-eau en réduisant l'aire des gouttelettes lipidiques et le temps durant lequel, la séparation d'une certaine quantité d'huile dans l'émulsion à une température donnée est enregistrée. Cette activité émulsifiante et cette stabilité d'émulsion sont déterminées selon la méthode décrite par **Klompong et al (2007)**.

➤ Principe

Il repose sur l'interaction de la protéine avec la molécule hydrophobe et hydrophile par réduction de la tension inter-faciale de ces deux liquides. Permettant de maintenir les gouttelettes lipidiques en suspension dans la phase aqueuse à un certain temps. Elle est évaluée en préparant une émulsion et en mesurant la turbidité de cette émulsion à 500 nm.

➤ Mode opératoire

Un volume de 10 mL des échantillons de laits ont été introduit dans les tubes à essai puis 3,33 ml d'huile végétale (huile de maïs) ont été ajoutés. Le mélange a été ensuite homogénéisé à l'aide du vortex pendant 1 minute. 50 µL de l'émulsion ont été transférées (à l'aide d'une micropipette) à partir du fond de récipient à 0 et 10 minutes après homogénéisation et diluées dans 1,7 mL d'une solution de sodium dodécyl sulfate (SDS) à 0,1%. L'absorbance de cette dilution est mesurée à 500 nm contre le blanc. Cette dilution est utilisée pour la mesure de l'indice d'activité de l'émulsion (IAE) et l'indice de stabilité d'émulsion (ISE). L'indice d'activité d'émulsion (EAI) et l'indice de stabilité d'émulsion sont exprimés par les équations suivantes :

$$\text{IAE (m}^2\text{/g)} = \frac{2 \times 2,303 \times A_{500}}{0,25 \times \text{masse de l'échantillon}}$$

$$\text{ISE (min)} = \frac{A_{10} \times \Delta T}{\Delta A}$$

A_0 : absorbance à 500nm ;

A_{10} : l'absorbance à 10 minutes ;

ΔT : 10 minutes ;

ΔA : $A_0 - A_{10}$.

II-5. Analyse microbiologie des yaourts obtenus

- Milieu de culture pour le dénombrement des *Lactobacillus bulgaricus*

Le milieu de culture qui a été utilisé lors de cette étude est un milieu sélectif dont la composition est donnée à l'annexe 4. Ce milieu est : le milieu MRS (Man Rogosa Sharpe Agar) pour le dénombrement du *Lactobacillus*

- Dénombrement après ensemencement sur milieu solide

La détermination de la concentration des *Lactobacillus* dans les différents yaourts a été effectuée par la technique d'étalement. L'ensemencement en surface sur milieu solide pour dénombrer ces bactéries dans les échantillons a été fait selon la méthode décrite par **Ohoud et Shori (2022)**.

➤ Principe

Il est basé sur le dénombrement des unités formant colonies (30-600 colonies) des *Lactobacillus bulgaricus*, placés sur le milieu de gélose nutritive après leur croissance à 37°C dans un incubateur pendant 48 heures.

➤ Mode opératoire

Un volume de 800 ml d'eau distillée ont été chauffées puis, 80 g de MRS ((Man Rogosa Sharpe Agar) y ont été dissous. Le mélange a été additionné avec 22,5 g d'agar à température ambiante à pH= 5,4. La préparation a été stérilisée à 121 °C pendant 15 minutes. Après refroidissement, 0,5g du Fluconazole a été dissous dans 100 ml d'eau distillée. Cette solution a été ajoutée dans le milieu de culture dont le volume a été complété 0,9l pour une solution finale de 1l. Le bouillon a été coulé dans les boîtes de pétri pour l'obtention du milieu solide pour l'ensemencement. Les dilutions ont été ensuite préparées. Un millilitre (1ml) des 04 yaourts produits a été prélevé à l'aide d'une micropipette et introduit dans des tubes à essai contenant 9 ml d'eau physiologique préalablement stérilisés. La dilution de 10^{-1} a été ainsi obtenue. Les

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

dilutions en série ont été effectuées en prélevant 1 ml de la dilution précédente pour préparer la dilution suivante, par introduction dans des tubes à essai contenant 9 ml d'eau physiologique jusqu'à l'obtention de la dilution d'ordre 10^{-6} . Des dilutions appropriées (10^{-3} ; 10^{-4} ; 10^{-5} ; 10^{-6}) ont été étalées dans le milieu de gélose nutritive. Les boîtes de pétri ont été incubées à 37 °C pendant 48 heures. Le nombre de colonies par échantillon (ufc/g) à 10^{-3} a été compté pour estimer par la formule ci-dessous le nombre d'unité formant colonies des *Lactobacilles* des échantillons de yaourts :

$$N = \frac{N_c \times F_d}{V_e}$$

N : Nombre d'UFC/ml

NC : nombre de colonies

Fd : facteur de dilution

Ve : Volume

- Observation par microscope des *Streptococcus thermophilus* par coloration différentielle

Elle a été réalisée par la méthode décrite par **Cherif (2019)**.

➤ **Principe**

Il est basé sur la coloration du cytoplasme des bactéries par leur aptitude à fixer le solvant afin de classer les bactéries selon leur type de Gram.

➤ **Mode opératoire**

La réalisation du frottis a nécessité une immersion de la lame dans l'alcool durant 5 minutes. Le rinçage à l'eau a été nécessaire par la suite. Sur la lame, une goutte des échantillons de yaourts (dilution de 10^{-3}) a été déposée ; étalée et fixée à la chaleur à environ 40 °C. Après cela, une réalisation de la coloration a été faite. Quelques gouttes du violet de gentiane ou cristal violet ont été déposées sur la lame afin de colorer le cytoplasme des bactéries pendant 1 minute, puis le rinçage à l'eau a été effectué. La lame a été recouverte par la préparation de lugol (solution iodo-iodurée) pendant 30 secondes ; puis une décoloration à l'eau et à l'alcool (95°) a été réalisée. Cette étape était la plus importante de la coloration. Les gouttes l'alcool ont été versées sur la lame inclinée obliquement pendant 30 secondes. Pour stopper la décoloration un rinçage avec de l'eau a été fait. La lame a été par la suite recolorer par la fuchsine pendant 1 minute. Puis elle a été décolorée avec l'alcool et séchée ; l'observation s'est faite au grossissement 100 avec une goutte d'huile à immersion.

- Observation par microscope des levures à l'état frais

Elle a été réalisée par la méthode décrite par **Cherif (2019)**.

➤ **Principe**

Il est basé sur l'observation de la morphologie de la levure, son mode de regroupement et sa mobilité

➤ **Mode opératoire**

A l'aide d'une pipette pasteur, une goutte de chaque échantillon de yaourts de la dilution 10^{-3} a été prélevée et déposée sur une lame propre, la goutte a été recouverte d'une lamelle en évitant d'enfermer des bulles d'air et l'observation a été faite à l'objectif 100.

II-6. Analyse sensorielle des yaourts

✓ **Test sensoriel**

La mise sur pied d'un aliment nouveau, requière une connaissance de son profil sensoriel. Pour cela, les yaourts produits et le yaourt de référence ont été soumis à un test hédonique basé sur la couleur, l'odeur, la consistance, le goût et l'acceptabilité général. Lesdits échantillons ont été évalués sur une échelle à 7 niveaux allant de très déplaisant à très plaisant. L'analyse sensorielle a été réalisée par 64 panélistes volontaires au sein du Laboratoire de Sciences des Aliments et Métabolisme de l'Université de Yaoundé I (**AFNOR, 2000**). Ces panelistes non formés ont préalablement reçu une information précise sur les objectifs spécifiques recherchés avant l'analyse. Le critère d'inclusion pour participer à cet exercice était d'être consommateur des yaourts et être en bonne santé ; comme critère de non inclusion, ne pas être consommateur des yaourts et ne pas être en bonne santé. La fiche d'analyse sensorielle se trouve à l'annexe de ce document. Ces échantillons ont été présentés aux panélistes dans les verres jetables en polystyrène. Ces verres portaient chacun un (01) code aléatoire. Des fiches sur lesquelles leurs impressions y devraient être notées ont également été présentées auxdits panélistes. Durant l'épreuve, il était important de rincer la bouche avec de l'eau minérale entre chaque dégustation afin d'éliminer l'effet d'une éventuelle interférence de goût, de mieux évaluer les caractéristiques sensorielles perçues sur chaque échantillon de yaourt végétal.

II-7. Analyses statistiques

Les données ont été analysées par le logiciel IBM/SPSS 20.0 pour Windows en utilisant le test ANOVA suivi d'un test *post-hoc Tukey* pour les analyses sensorielle et nutritionnelle pour comparer les moyennes. Les résultats obtenus ont été présentés sous forme de moyenne $\pm$ écart-type avec un seuil de significativité de 5%. Le logiciel Microsoft Office Excel a été utilisé pour les représentations graphiques.

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III-1. Résultats

III-1-1. Caractérisation physico-chimique de l'amande de cajou et laits végétaux produits

III-1-1-1. Teneur en matière sèche, macronutriments, fibres brutes et cendres de l'amande de cajou et des laits produits

✓ Teneur en Matière Sèche

La teneur en matière sèche, exprimée en g/100g de matière sèche (MS) pour l'amande de cajou et g/100g de matière fraîche (MF) pour les laits est présentée dans le **tableau 7**. Selon ledit tableau, la teneur en matière sèche pour l'échantillon A (Amande de cajou) était de 97,54 g/100g/MS. Pour les laits, elle variait de 3,10 g/100g/MF à 13,53 g/100g /MF pour L-25 et L-100 respectivement. Des différences significatives ($P < 0,05$) ont été observées entre les différentes valeurs obtenues.

✓ Teneur en lipides totaux

La teneur en lipides totaux (**tableau 7**) exprimée en g/100g de matière sèche (échantillon A) et en g/100g de matière fraîche (échantillons de laits) variait. D'après ce tableau, la teneur en lipides pour l'échantillon A était de 39,27 g/100g/MS. Cette teneur en lipides dans les laits variait de 0,81 g/100g/MF à 4,77 g/100g/MF pour L-25 et L-100 respectivement. Toutefois, des différences significatives ($P < 0,05$) ont été observées entre les différentes valeurs.

✓ Teneur en glucides totaux

La teneur en glucides totaux exprimée en g/100g de MS pour l'échantillon A et en g/100g de MF pour les échantillons de laits, est présenté dans le **tableau 7**. A l'analyse, la teneur en glucides dans l'échantillon A était de 29,97 g/100g/MS et dans les laits, elle variait de 1,60 g/100g/MF pour L-25 à 4,86 g/100g/MF pour L-100. Par ailleurs, des différences significatives ($p < 0,05$) ont été observées entre les différentes valeurs.

✓ Teneur en protéines totales

Ce même tableau présente la teneur en protéines totales exprimée en g/100g de MS pour l'amande de cajou et g/100g MF pour les laits végétaux. Il en ressort que, la teneur en protéines dans l'échantillon A était de 20,51 g/100g/MS et dans les laits, elle variait de 0,12 g/100g/MF

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

pour L-25 à 2,10 g/100g/MF pour L-100. Les valeurs obtenues présentaient une différence significative ($p < 0,05$).

✓ **Valeur Energétique**

Du même tableau, il s'avère que, la valeur énergétique variait d'un échantillon à un autre. En effet, elle était de 555,41 Kcal/100g MS dans l'échantillon A et elle variait de 12,81 Kcal/100g MF pour L-25 à 69,89 Kcal/100g MF pour L-100. Des différences significatives ont été observées entre les valeurs obtenues.

✓ **Teneur en fibres**

La teneur en fibres exprimées en g/100g de MS pour l'échantillon A et en g/100g de MF pour les laits est illustré dans le tableau 7. A l'analyse, la teneur en fibres dans l'échantillon A était de 3,68g/100g/MS. Cette teneur en fibres dans les laits variait de 0,16 g/100g /MF à 0,70 g/100g /MF pour L-25 et L-100 respectivement. Les valeurs obtenues ne présentaient aucune différence significative ($P > 0,05$).

✓ **Teneur en cendre**

La teneur en cendre présentée dans le **tableau 7** exprimée en g/100g de MS pour l'échantillon A et g/100g de MF pour les échantillons de laits ne montre aucune différence significative ($P > 0,05$). De fait, la teneur en cendre dans l'échantillon A était de 1,68g/100g/MS. Cette teneur dans les laits variait de 0,01 g/100g /MF pour L-25 à 0,06 g/100g/MF pour L-100.

Tableau 7 : Teneur moyenne en matière sèche, lipides, sucres totaux, protéines, fibres et cendres (g/100g MS/MF)

Paramètres Echantillons	Matière Sèche	Lipides	glucides totaux	Protéines	Valeur Energétique	Fibres brutes	Cendres
Amande	97,54±0,42	39,27±0,28	29,97±0,71	20,51±0,27	555,41±2,81	3,68±0,70	1,68±0,41
L-100	13,53±0,57^d	4,77±0,671^c	4,86±0,53^b	2,10±0,04^b	69,89±0,70^d	0,70±0,11^a	0,06±0,02^a
L-75	9,23±0,57 ^c	2,85±0,54 ^b	4,54±0,44 ^b	0,87±0,57 ^a	45,74±0,00 ^c	0,38±0,05 ^a	0,04±0,01 ^a
L-50	5,33±1,15 ^b	2,35±0,06 ^{ab}	1,67±0,02 ^a	0,39±0,23 ^a	29,07±0,00 ^b	0,25±0,26 ^a	0,02±0,00 ^a
L-25	3,10±0,58 ^a	0,81±0,00 ^a	1,60±0,01 ^a	0,12±0,01 ^a	12,81±0,00 ^a	0,16±0,02 ^a	0,01±0,00 ^a

NB : les moyennes de la même colonne affectées des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

L-100 = 1 : 0 (100ml de lait/ 0ml d'eau) ; **L-75** = 3 : 1 (75ml de lait / 25ml d'eau) ; **L-50** = 1 : 1 (50ml de lait / 50ml d'eau) ; **L-25** = 1 : 3 (25ml de lait/ 75ml d'eau).

III-1-1-2. Teneur en minéraux dans l'amande de cajou et des laits produits

✓ Teneur en calcium

La teneur en calcium présentée dans le tableau 8 est exprimée en mg/100g MS pour l'amande de cajou et mg/100g MF pour les laits végétaux. Des différences significatives ($p < 0,05$) ont été observées entre les valeurs obtenues. A l'analyse, la teneur en calcium dans l'échantillon A était de 63,35 mg/100g/ MS et dans les laits, elle variait de 0,46 mg/100g/ MF pour L-25 à 6,98 mg/100g MF pour L-100.

✓ Teneur en magnésium

La teneur en magnésium exprimée en mg/100g MS (Amande de cajou) et mg/100g MF (laits végétaux) est présentée dans le tableau ci-après. La teneur en magnésium dans l'échantillon A était de 51,11 mg/100g MS et dans les laits, elle variait de 0,52 mg/100g MF pour L-25 à 5,24 mg/100g MF pour L-100. Toutefois, les valeurs obtenues présentaient des différences significatives ($p < 0,05$).

✓ Teneur en phosphore

La teneur en phosphore exprimée en mg/100g MS (amande de cajou) et mg/100g MF (laits végétaux) est présenté dans le tableau 8. Ladite teneur était de 65,5 mg/100g MS dans l'échantillon A et dans les laits, elle était de 0,73 mg/100g MF à 6,80 mg/100g MF pour L-25 et L-100 respectivement. Les valeurs obtenues présentaient des différences significatives ($p < 0,05$) entre elles.

Tableau 8 : Teneur moyenne en calcium, magnésium et phosphore dans l'amande de cajou et laits végétaux.

Paramètres Echantillons	Calcium (mg/100g)	Magnésium (mg/100g)	Phosphore (mg/100g)
A	63,35±0,77	51,11±0,02	65,5±0,70
L-100	6,98±0,04^d	5,24±0,00^a	6,80±0,00^d
L-75	3,83±0,00 ^c	3,70±0,00 ^b	5,74±0,08 ^c
L-50	1,76±0,01 ^b	1,07±0,00 ^c	2,32±0,01 ^b
L-25	0,46±0,00 ^a	0,52±0,00 ^d	0,73±0,00 ^a

NB : les moyennes de la même colonne affectées des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%. **A= Amande** ; **L-100** = 1 :0 (100ml de lait/ 0ml d'eau) ; **L-75** = 3 :1 (75ml de lait / 25ml d'eau) ; **L-50** =1 :1 (50ml de lait / 50ml d'eau) ; **L-25** = 1 :3 (25ml de lait/ 75ml d'eau).

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

III-1-1-3. Teneurs en composés bioactifs de l'amande de cajou et les laits végétaux produits.

✓ **Teneur en vitamine C**

Il ressort du tableau 9 que, la teneur en vitamine C, exprimée en mg/100g MS (échantillon A) et mg/100g MF (laits végétaux) obtenue ne présentait aucune différence significative ($P>0,05$). Cette teneur était de 0,70 mg /100g MS dans l'échantillon A et dans les laits, les valeurs variaient de 0,01 mg /100g MF pour L-25 à 0,05 mg /100g MF pour L-100.

✓ **Teneur en composés phénoliques totaux**

En examinant le tableau 9 sur la teneur en polyphénols exprimée en mg EAG/100g MS dans l'échantillon A et mg EAG/100g MF dans les yaourts, des différences significatives ($P<0,05$) ont été observées. Il résulte que, la teneur en polyphénols dans l'échantillon A était de 473,85 mg EAG/100g MS et dans les laits, elle variait de 5,95 mg EAG/100g MF pour L-25 à 60,96 mg EAG/100g MF pour L-100.

✓ **Teneur en flavonoïdes**

A l'analyse du même tableau, il résulte que la teneur en flavonoïdes exprimée en mg EQ/100g MS dans l'amande de cajou et mg EQ/100g MF dans les laits, présentait des différences significatives ($P<0,05$). Ainsi, la teneur en flavonoïdes dans l'échantillon A était de 85,57 mg EQ/100g MS et dans les laits, elle variait de 0,69 mg EQ /100g MF à 8,52 mg EQ /100g MF pour L-25 et L-100 respectivement.

Tableau 9 : Teneurs moyennes en composés bioactifs dans l'amande et les laits produits.

Paramètres Echantillons	Vitamine (mg/100g)	C Composés phénoliques totaux (mg EAG/100g)	Flavonoïdes (mg EQ /100g)
A	0,70±0,707	473,85±1,960	85,57±0,261
L-100	0,05±0,01^a	60,96±0,13^a	8,53±0,03^a
L-75	0,04±0,02 ^a	27,87±0,26 ^b	5,17±0,02 ^b
L-50	0,02±0,02 ^a	19,61±0,05 ^c	3,20±0,02 ^c
L-25	0,01±0,00 ^a	5,95±0,01 ^d	0,69±0,00 ^d

NB : les moyennes de la même colonne affectées des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

III-1-1-4 Composition en antinutriments

Dans le tableau 10, sont reportées les teneurs en tanins, phytates, oxalates et saponines contenues dans l'amande de cajou et les laits végétaux produits.

✓ Teneur en tanins

Le tableau ci-après, présente la teneur en tanins exprimée en mg Ecat/100g MS (l'échantillon A) et mg Ecat/100g MF (échantillon de laits). Il s'avère que la teneur en tanins était de 17,82 mg/ Eq cat/100g MS dans l'amande de cajou et dans laits, elle variait de 0,01 mg/ Eq cat/100g MF pour L-25 à 0,36 mg Eq cat /100g MF pour L-100. L'analyse statistique montre quelques différences significatives ($p < 0,05$) entre les échantillons.

✓ Teneur en phytates

Du même tableau, la teneur en phytates exprimée en mg/100g MS (échantillon A) et mg/100g MF (échantillons de laits) variait dans les différents échantillons. A l'analyse, la teneur en phytates était de 0,30 mg/100g MS dans l'amande de cajou et dans les laits, elle variait de 0,02 mg/100g MF à 0,08 mg/100g MF pour L-25 et L-100 respectivement. Toutefois, les valeurs obtenues présentaient des différences significatives ($p < 0,05$).

✓ Teneur en oxalates

La teneur en oxalates exprimée en mg/100g MS dans l'amande de cajou et mg/100g MF dans les laits est présentée dans le tableau 10. Les valeurs obtenues présentaient une différence significative ($p < 0,05$) entre elles. Cette teneur en oxalates dans l'échantillon A était de 4,07 mg/100g MS et dans les laits, elle variait de 0,20 mg/100g MF pour L-100 à 0,62 pour L-25.

✓ Teneur en saponines

Dans ce tableau 10, la teneur en saponines exprimée en mg/100g MS (amande de cajou) et mg/100g MF (les laits végétaux) variait dans les différents échantillons. A l'analyse, cette teneur était de 0,10 mg/100g MS dans l'échantillon A et dans les laits, ladite teneur était comprise entre 0,01 mg/100g MF et 0,04 mg/100g MF pour L-50 et L-25 respectivement. L'analyse statistique a montré des différences significatives ($p < 0,05$) entre les valeurs.

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Tableau 10 : Teneurs moyennes en antinutriments de l'amande de cajou et laits végétaux à base d'amande de cajou.

Paramètres	Tanins (mg/ Eq cat/100g MS/MF)	Phytates (mg/100g MF/MS)	Oxalates (mg/100g MF/MS)	Saponines (mg/100g MF/MS)
Echantillons				
A	17,82±0,036	0,30±0,06	4,07±0,46	0,10±0,01
L-100	0,49±0,01^a	0,08±0,02^c	0,20±0,01 ^a	0,04±0,00^a
L-75	0,36±0,02 ^b	0,05±0,00 ^{bc}	0,22±0,03 ^a	0,03±0,00 ^b
L-50	0,23±0,02 ^c	0,03±0,00 ^{ab}	0,41±0,09 ^a	0,02±0,00 ^b
L-25	0,13±0,01 ^d	0,02±0,00 ^a	0,63±0,04^b	0,01±0,00 ^b

NB : les moyennes de la même colonne affectées des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%

L-100= 1 :0 (100ml de lait/ 0ml d'eau) ; **L-75** =3 :1 (75ml de lait / 25ml d'eau) ; **L-50** = 1 :1 (50ml de lait / 50ml d'eau) ; **L-25** = 1 :3 (25ml de lait/ 75ml d'eau).

III-1-1-5. Potentiel d'hydrogène des laits à base d'amande de cajou :

Les résultats du pH obtenu des laits végétaux produits sont représentés sur la figure 11. Il en ressort que, le pH variait de 5,75 pour L-100 à 6,02 pour L-25 dans les laits à base d'amande de cajou

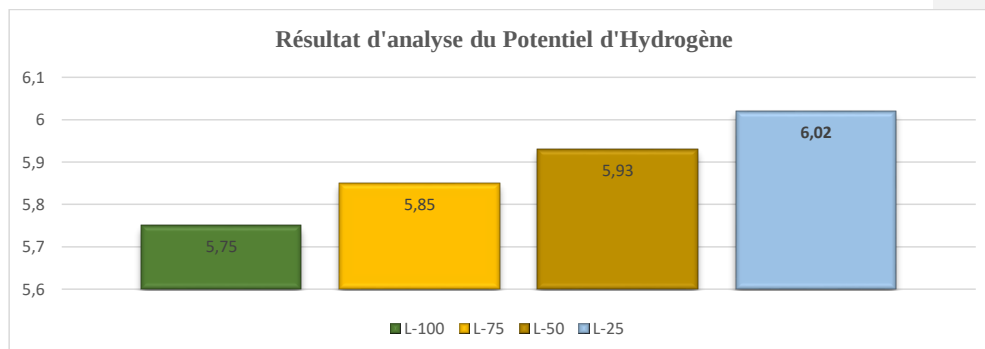


Figure 11: Potentiel d'hydrogène des laits d'amande de cajou.

III-1-2. Propriétés Techno-fonctionnelles des laits produits

III-1-2-1. Indices d'activité et de stabilité d'émulsions des quatre (04) laits végétaux produits

L'étude des indices d'activité et de stabilité d'émulsions, exprimés respectivement en m^2/g et en minutes sont présentés dans le tableau 11. Il ressort que, les indices d'activité émulsifiant variaient de $0,03 m^2/g$ à $0,08 m^2/g$ pour L-25 et L-100 respectivement. En ce qui concerne les indices de stabilité de l'émulsion, ils variaient de 6,04 minutes pour L-25 à 165,90 minutes pour L-100. Toutefois, des différences significatives ($P < 0,05$) ont été observées entre ces valeurs.

Tableau 11 : Indices d'activité émulsifiant et de stabilité d'émulsion.

produits Laits	Indice d'activité émulsifiant (m^2/g)	Indice de stabilité de l'émulsion (minutes)
L-100	$0,08 \pm 0,00^c$	$165,90 \pm 50,5^b$
L-75	$0,06 \pm 0,00^b$	$21,06 \pm 6,01^a$
L-50	$0,04 \pm 0,00^{ab}$	$7,62 \pm 2,76^a$
L-25	$0,03 \pm 0,00^a$	$6,04 \pm 1,39^a$

NB : Les résultats sont exprimés en moyenne $\pm$ écart-type. Les valeurs affectées de lettres différentes dans la même colonne sont significativement différentes ($p < 0.05$).

Après fermentation des laits L-100 ; L-75 ; L-50 et L-25, respectivement les yaourts suivants ont été obtenu Y-875 ; Y-650 ; Y-426 et Y-189

III-1-3. Paramètres microbiologiques des yaourts obtenus à partir des laits de cajou produits

Pour assurer la qualité microbiologique des yaourts produits à base de laits d'amande de cajou, une analyse a été effectuée afin de dénombrer les *Lactobacillus bulgaricus* et d'observer la forme des *Streptococcus thermophilus* et des levures. Le tableau 12 présente les résultats de cette analyse.

III-1-3-1. Dénombrement des *Lactobacillus bulgaricus*

Le résultat du dénombrement des *Lactobacillus bulgaricus* dans les différents échantillons de yaourts exprimé en Unité Formant Colonie (UFC)/ml est présentée dans le tableau ci-dessous.

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Les valeurs obtenues font état du jour de la fermentation des laits végétaux après huit (08) heures de temps. Il s'avère que, le nombre de *Lactobacillus bulgaricus* a été détecté seulement dans deux échantillons notamment Y-875 (yaourt obtenu à partir de L-100) et dans Y-650 (Yaourt obtenu à partir de L-75) dont les valeurs varient respectivement de 410.10^3 UFC/ml à 400.10^3 UFC/ml. Quant aux échantillons Y-426 (yaourt obtenu à partir de L-50) et Y-189 (yaourt obtenu à partir de L-25) la charge était non détectable.

III-1-3-2. Coloration de Gram : Les *Streptococcus thermophilus*

Le résultat de l'observation au microscope des échantillons de yaourts montre une coloration violette dont les photos sont jointes à l'annexe numéro 1.

III-1-3-3. Observation à l'état frais : les levures

Le tableau ci-après ne montre aucune présence de levures dans les échantillons de yaourts.

Tableau 12 : dénombrement des *Lactobacillus bulgaricus* ; observation de la forme des *Streptococcus thermophilus* et des levures.

Echantillons	Y-875	Y-650	Y-426	Y-189
Paramètres				
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	410.10^3 UFC/ml	400.10^3 UFC/ml	Charge non détectée	charge non détectée
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Coloration violette/ forme de coque non sporulante disposée en chaînes			
Levure	Absence de forme ovoïde ou sphérique			

Y-875 : L-100 ; Y-650 : L-75 ; Y-426 : L-50 et Y-189 : L-25

Après l'analyse microbiologie des yaourts (Y-875 ; Y-650 ; Y-426 et Y-189), ils ont été soumis à l'analyse des paramètres physico-chimiques.

III-1-4. Caractérisation physico-chimique des yaourts végétaux produits à base de laits de cajou

III-1-4-1. Teneur Matière sèche, Macronutriments, Fibres et Cendres des yaourts végétaux

✓ Teneur en matière sèche

Elle est exprimée en g/100g de matière fraîche (MF) et est présentée dans le tableau 13. Selon ledit tableau, la teneur en matière sèche variait de 6,76 g/100g MF à 22,33 g/100g MF

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

pour les échantillons Y-189 et Y-875 respectivement. L'analyse statistique montre des différences significatives ($p < 0,05$) entre les valeurs obtenues.

✓ **Teneur en lipides totaux**

Elle s'exprime en g/100g de matière fraîche (MF) (tableau 13) et elle variait dans les échantillons. D'après ce tableau, la teneur en lipides était comprise entre 4,50 g/100g /MF pour Y-189 et 9,50 g/100g /MF pour Y-875. Toutefois une différence significative ($P < 0,05$) a été observée entre les différentes valeurs obtenues.

✓ **Teneur en glucides totaux**

Du même tableau, est présentée la teneur en glucides totaux exprimée en g/100g de MF obtenue dans les différents échantillons. A l'analyse, la teneur en glucides totaux variait de 0,18 g/100g /MF à 3,00 g/100g/MF pour Y-189 et Y-875 respectivement. Aussi, des différences significatives ($p < 0,05$) ont été observées entre les valeurs obtenues.

✓ **Teneur en protéines totales**

Ce même tableau présente la teneur en protéines totales exprimée en g/100g de MF obtenue dans les différents échantillons. Des différences significatives ($p < 0,05$) ont été observées entre les valeurs. Il en ressort que, la teneur en protéines dans les échantillons de yaourts variait de 1,42 g/100g /MF à 6,02 g/100g /MF respectivement pour Y-189 et Y-875.

✓ **Valeur Energétique**

Du tableau 13, la valeur énergétique variait d'un échantillon à un autre. En effet, elle était comprise entre 48,21 Kcal/100g MF et 122,90 Kcal/100g MF pour Y-189 et Y-875 respectivement. L'analyse statistique montre des différences significatives ($p < 0,05$) entre les valeurs obtenues

✓ **Teneur en fibres**

Elle est exprimées en g/100g MF obtenue dans les différents échantillons de yaourts. Une différence significative ($p < 0,05$) a été observée entre les valeurs. A l'analyse, la teneur en fibres variait de 0,01 g/100g /MF à 0,17 g/100g /MF respectivement pour Y-189 et Y-875.

✓ **Teneur en cendres**

Il ressort du tableau ci-après que, les valeurs de la teneur en cendre exprimées en g/100g MF obtenues dans les différents échantillons présentaient des différences significatives

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

($p < 0,05$) entre elles. De ce fait, la teneur en cendre variait de 0,18 à 0,85 g/100g /MF respectivement pour Y-189 et pour Y-875.

Tableau 13 : Teneur moyenne matière sèche, lipides, sucres totaux, protéines, fibres brutes et cendres (g/100g MF) des yaourts à base de laits de cajou

Paramètres	Matière sèche	Lipides	Glucides	Protéines	Valeur Energétique	Fibres	Cendres
Echantillons							
Y-875	22,33±6,35 ^c	9,50±0,71 ^b	3,00±0,01 ^c	6,02±1,88 ^d	122,90±0,72 ^d	0,17±0,04 ^b	0,85±0,16 ^b
Y-650	16,13±0,57 ^{bc}	8,50±0,78 ^b	1,23±0,63 ^b	3,88±0,64 ^c	97, 91±0,00 ^c	0,17±0,02 ^b	0,37±0,05 ^a
Y-426	10,01±0,22 ^{ab}	5,50±0,71 ^a	0,99±0,01 ^{ab}	2,11±0,10 ^b	62,10±0,00 ^b	0,13±0,02 ^b	0,22±0,06 ^a
Y-189	6,76±0,67 ^a	4,50±0,71 ^a	0,18±0,00 ^a	1,42±0,77 ^a	48,21±0,01 ^a	0,014±0,010 ^a	0,18±0,01 ^a

NB : les moyennes de la même colonne affectées des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%. **Y-875 :** L-100 ; **Y-650 :** L-75 ; **Y-426 :** L-50 et **Y-189 :** L-25

III-1-4-2. Teneur en minéraux des yaourts produits

✓ Teneur en calcium

La teneur en calcium exprimée en mg/100g MF est représentée dans le tableau 14. Ledit tableau montre la teneur en calcium qui variait de 3,96 mg/100g MF pour Y-189 à 14,03 mg/100g/ MF pour Y-875. Aussi, des différences significatives ($p < 0,05$) ont été observées entre les différentes valeurs obtenues.

✓ Teneur en magnésium

La teneur en magnésium exprimée en mg/100g MF obtenue dans ces différents échantillons variait et des différences significatives ($p < 0,05$) ont été observées. La teneur en magnésium variait de 3,21 mg/100g MF à 11,88 mg/100g MF respectivement pour Y-189 et pour Y-875.

✓ Teneur en phosphore

La teneur en phosphore exprimée en mg/100g MF présentée dans le tableau ci-dessous montre des différences significatives ($p < 0,05$) entre les valeurs. Ladite teneur était comprise entre 6,03 mg/100g MF pour Y-189 et 16,82 mg/100g MF pour Y-875.

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Tableau 14 : Teneurs moyennes en minéraux dans les yaourts végétaux produits.

Paramètres			
Echantillons	Calcium (mg/100g ; ml)	Magnésium (mg/100g ; ml)	Phosphore (mg/100g ; ml)
Y-875	14,03±0,03^d	11,88±0,02^c	16,82±0,03^c
Y-650	8,48±0,02 ^c	8,55±0,00 ^b	15,77±0,0 ^b
Y-426	4,70±0,01 ^b	4,35±0,00 ^a	7,19±0,00 ^a
Y-189	3,96±0,00 ^a	3,21±0,00 ^a	6,03±0,00 ^a

NB : les moyennes de la même colonne affectées des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

Y-875 : L-100 ; **Y-650 :** L-75 ; **Y-426 :** L-50 et **Y-189 :** L-25

III-1-4-3. Teneurs en composés bioactifs des yaourts produits

✓ Teneur en vitamine C

Le tableau 15 présente la teneur en vitamine C, exprimée en mg/100g MF obtenue dans les différents échantillons de yaourts. Aucune différence significative entre les valeurs ($P>0,05$) n'a pas été observée. Elle variait de 0,05 mg /100g MF pour Y-189 à 0,16 mg /100g MF pour Y-875.

✓ Teneur en composés phénoliques totaux

La teneur en composés phénoliques exprimée en mg EAG/100g MF obtenue dans les différents échantillons variait et des différences significatives ($p<0,05$) ont été observées entre les valeurs. Ainsi, la teneur en polyphénols dans ces échantillons de yaourts variait de 24,79 mg EAG/100g MF pour Y-189 à 110,42 mg EAG/100g MF pour Y-875.

✓ Teneur en flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes exprimée en mg EQ/100g MF obtenue dans les différents échantillons présentait des différences significatives ($p<0,05$). Ces teneurs étaient comprise entre 4,08 mg EQ/100g MF et 13,94 mg EQ/100g MF respectivement pour Y-189 et Y-875.

Tableau 15 : Teneur moyenne vitamine C, Polyphénols et en Flavonoïdes des yaourts produits

Paramètre Echantillon	Vitamine C (mg/100g)	Composés phénoliques Totaux (mg EAG/100g)	Flavonoïdes (mg EQ/ 100g)
Y-875	0,16±0,01^a	110,42±0,26^d	13,94±0,09^c
Y-650	0,06±0,001 ^a	69,42±0,22 ^c	8,09±0,05 ^b
Y-426	0,08±0,03 ^a	32,49±0,19 ^b	4,12±0,03 ^a
Y-189	0,05±0,06 ^a	24,79±0,24 ^a	4,08±0,02 ^a

NB : les moyennes de la même colonne affectées des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5% **Y-875 :** L-100 ; **Y-650 :** L-75 ; **Y-426 :** L-50 et **Y-189 :** L-25

III-1-4-4. Composition en antinutriments

Le tableau 16 présente les teneurs en antinutriments contenus dans les yaourts végétaux.

✓ Teneur en tanins

La teneur en tanins exprimée en mg/ Eq cat/100g MF obtenue dans les différents échantillons de yaourts, ne montré aucune différence significative ($P>0,05$) entre les valeurs. Il ressort que, la teneur en tanin était comprise entre 0,01mg/ Eq cat/100g MF à 0,11 mg/ Eq cat/100g MF pour Y-189 et pour Y-875 respectivement.

✓ Teneur en phytates

La teneur en phytates exprimée en mg/100g MF obtenue dans les échantillons de yaourts variait ne montre aucune différence significative ($P>0,05$) entre les valeurs. Selon ledit tableau, la teneur en phytates variait de 0,01 mg/100g MF pour Y-189 à 0,04 mg/100 g MF pour Y-875.

✓ Teneur en oxalates

La teneur en oxalates exprimée en mg/100g MF obtenue dans les différents échantillons variait et aucune différence significative ($P>0,05$) n'a pas été observée. Cette teneur dans les échantillons variait de 0,01 mg/100g MF pour Y-189 à 0,18 mg/100g MF pour Y-426.

✓ Teneur en saponines

La teneur en saponines exprimée mg/100g MF obtenue dans les différents échantillons variait et aucune différence significative ($P>0,05$) n'a pas été observée. Cette teneur était comprise entre 0,01 mg/100g MF et 0,05 mg/100ml MF pour Y-189 et Y-875 respectivement.

Tableau 16 : Teneur moyenne en vitamine C, Polyphénols et Flavonoïdes des yaourts à base de laits de cajou.

Paramètre Echantillon	Tanins (mg/ Eq cat/100g MF)	Phytates (mg/100g MF)	Oxalates (mg/100g MF)	Saponines (mg/100g MF)
Y-875	0,11±0,01^a	0,04±0,01^a	0,02±0,01 ^a	0,05±0,01^a
Y-650	0,09±0,00 ^a	0,02±0,00 ^a	0,11±0,01 ^a	0,03±0,00 ^a
Y-426	0,02±0,01 ^a	0,01±0,00 ^a	0,18±0,01^a	0,02±0,00 ^a
Y-189	0,01±0,01 ^a	0,01±0,01 ^a	0,01±0,00 ^a	0,01±0,00 ^a

NB : les moyennes de la même colonne affectées des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%. **Y-875** : L-100 ; **Y-650** : L-75 ; **Y-426** : L-50 et **Y-189** : L-25

III-1-4-5. Potentiel d'hydrogène et teneur en acide lactique dans les yaourts végétiaux.

Les résultats du pH obtenus dans les yaourts sont représentés sur la figure 12 ci-après. Il en ressort que, le pH variait de 4,20 à 4,03 respectivement pour Y-875 et Y-189.

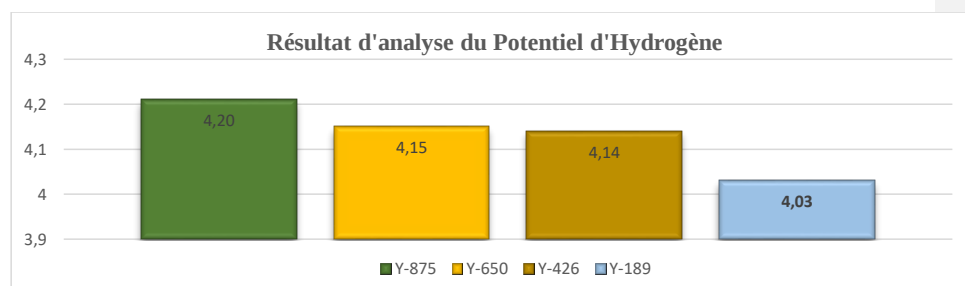


Figure 12: Potentiel d'hydrogène des yaourts de laits de cajou.

✓ Teneur en acide lactique

La teneur en acide lactique exprimée en pourcentage (%), (tableau 17) dans les échantillons de yaourts n'a montré aucune différence significative ($p < 0,05$). Les valeurs variaient de 0,07 pour Y-875 à 0,21 pour Y-189.

Tableau 17 : Teneur en acide lactique des yaourts obtenus.

Echantillons	Teneur en acide lactique %
Y-875	0,07±0,75 ^a
Y-650	0,10±0,10 ^a
Y-426	0,12±0,12 ^a
Y-189	0,21±0,21 ^b

NB : Les valeurs portant en exposant des lettres différentes dans la même colonne sont significativement différentes ($p < 0,05$).

III-1-5. Analyse sensorielle

Les scores des paramètres à savoir la couleur, l'odeur, la consistance, le goût et l'acceptabilité générale dans les yaourts sont présentés dans le tableau 18. Il en ressort que les valeurs obtenues pour ces paramètres ont présenté des différences significatives ($P < 0,05$). Par ailleurs, le yaourt témoin était le yaourt au lait de vache.

✓ La couleur

Le tableau 18 présente les valeurs pour le critère couleur. Les scores obtenus varient de 3,45 pour Y-875 à 6,74 pour Y-309 (yaourt au lait de vache « témoin »).

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

✓ **l'odeur**

Les valeurs obtenues pour le critère odeur sont présentées sur le même tableau. Elles variaient de 3,66 pour Y-189 à 6,29 pour Y-309.

✓ **Consistance**

Les scores de consistance des yaourts étaient compris entre 3,02 pour Y-189 et 4,22 Y-309.

✓ **Gout**

Les scores pour le critère goût étaient compris entre 2,92 pour Y-875 et 6,45 pour Y-309.

✓ **l'acceptabilité générale**

Concernant le critère de l'acceptabilité générale, les valeurs variaient de 3,14 pour Y-875 à 6,48 pour Y-309.

Tableau 18 : Scores des paramètres sensoriels du yaourt témoin et des yaourts à base d'amande de cajou.

Echantillons	Y-309	Y-875	Y-650	Y-426	Y-189
Critères					
Couleur	6,74±0,44^b	3,45±1,56 ^a	4,02±1,45 ^a	3,85±1,57 ^a	3,72±1,52 ^a
Odeur	6,29±0,67^b	3,75±1,76 ^a	4,08±1,68 ^a	3,88±1,48 ^a	3,66±1,30 ^a
Consistance	6,05 ±0,79^d	3,48±1,67 ^{ab}	4,09±1,49 ^{bc}	4,22±1,67 ^c	3,02±1,39 ^a
Goût	6,45±0,73^b	2,92±1,66 ^a	3,03±1,47 ^a	3,20±1,56 ^a	3,26±1,50 ^a
Acceptabilité générale	6,48±0,50^a	3,14±1,49 ^a	3,35±1,55 ^a	3,72±1,54 ^a	3,38±1,53 ^b

NB : les moyennes de la même ligne affectées des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%. Y-309 ; Y-875 ; Y-650 ; Y-426 et Y-189 .

III-2. Discussion

III-2-1. Discussion des paramètres physico-chimique de l'amande de cajou et les laits produits

✓ **La matière sèche**

La matière sèche permet d'exprimer nettement les teneurs en composants nutritionnels dans un aliment ou produit. Cette teneur était de 97,54 g/100g MS dans l'amande de cajou ; cette valeur était supérieure de celle trouvée par **Olayinka et al. (2017)** 93,08 g/100g de MS

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

sur la composition nutritionnelle de l'amande de cajou au Nigéria. Dans les échantillons de laits, L-100 est l'échantillon qui a présenté la valeur la plus élevée en matière sèche 13,53 g/100g MF suivi de L-75 (9,23 g/100g MF), L-50 (5,33 g /100g MF) et enfin L-25 (3,10 g/100g MF). Cette différence était due aux différents volumes de laits d'amande de cajou utilisés lors de la dilution pendant le procédé de production. En effet, dans chaque volume de lait, une quantité différente d'amande de cajou s'y trouvait. Le résultat obtenu dans L-100 était supérieur à celui obtenu par **Muhammad et al. (2017)** 11,88 g/100g MF lors d'une étude réalisée en Chine, basée sur la composition nutritionnelle du lait de soja. Les laits produits contenaient une teneur en eau élevée (**L-100** : 86,467 g/100g MF ; **L-75** : 90,769 g/100g MF ; **L-50** : 94,666 g/100g MF ; **L-25** : 96,898 g/100g MF) cela pourrait entraîner leur détérioration rapide à température ambiante. Par ailleurs, il faudrait prévoir leur condition d'entreposage.

✓ **Teneurs en lipides**

La teneur en lipides obtenue dans l'amande de cajou était de 39,27 g/100g MS. L'amande de cajou est une matière végétale riche en lipides. Cette teneur était inférieure à celle trouvée par **Abalokoka et al., 2018** (44,85 g/100g) dont l'étude portait sur la composition du profil lipidique de l'amande de cajou au Togo.

Dans les échantillons de laits, la teneur en lipides était plus élevée dans l'échantillon L-100 (4,77 g/100g MS) par rapport aux échantillons L-75, L-50 et L-25 dont les valeurs respectivement étaient de 2,85 g/100g MF ; 2, 35 g/100g MF et de 0,81 g/100g MF. Cette différence s'explique par la quantité de lipides contenus dans les différents volumes de laits utilisés pour la dilution. Le résultat obtenu dans L-100 était supérieur à celui obtenu par **N'CHO et al., 2022** (2,94 g/100g MF) sur le profil nutritionnel du lait de cajou dont l'étude a été réalisée en Côte d'Ivoire. Néanmoins, les résultats obtenus dans L-75 et L-50 étaient sensiblement proches au résultat obtenu par cet auteur. De plus, ces résultats obtenus étaient conformes à la norme fixée par le **Codex Alimentarius. (2008)** < 10% sur la teneur en lipides dans les laits. Le profil lipidique des amandes de cajou montre qu'elles contiennent les acides gras mono-insaturé et polyinsaturé (**Abalokoka et al., 2018**) notamment les acides gras trans (0,2%)(**Ricard et al., 2015**). Alors, la consommation des laits à base d'amande de cajou pourrait être bénéfique en général pour la santé des consommateurs et en particulier pour les personnes prédisposées aux risques des maladies cardiovasculaires. Au-delà de leur côté nutritionnel, les lipides ont un but technologique. En effet ils permettent de rehausser les qualités sensorielles des aliments, ils confèrent de l'onctuosité, masquent l'acidité et améliorent la saveur d'un produit (**Smith, 2015**).

✓ **Teneurs en glucides totaux**

La teneur en glucides totaux obtenue dans l'amande de cajou était de 29,97 g/100g MS. En effet, les glucides sont le deuxième composant majoritaire des amandes de cajou. Ce résultat était similaire à celui trouvé par **Olayinka et al. (2017)** 29.30 g/100g MS sur la composition nutritionnelle des amandes de cajou et il était supérieur à celui trouvé par **Djako, 2022** 23,11% MS sur la teneur en glucides dans l'amande de cajou au Burkina Faso.

Dans les échantillons de laits, L-100 (4,86 g/100g MF) a présenté la valeur la plus élevée suivi de L-75 (4,54 g/100g MS), L-50 (1,67 g/100g MS) et enfin L-25 (1,60 g/100g MS). En effet, les différents volumes de laits d'amande de cajou utilisés pour la dilution sont à l'origine de la variation de la teneur en glucides dans ces échantillons. Ces laits contenaient des quantités de glucides différentes. Le résultat obtenu dans L-100 était proche de celui de **Muhammad et al. (2017)** (4,78 g/100g MS) sur la composition nutritionnelle du lait de soja en Chine. Toutefois, les résultats obtenus dans L-100 et L-75 étaient supérieurs à celui rapporté par **Shori et Ashwag. (2021)** 4% sur la composition nutritionnelle du lait de riz. Bien que les glucides soient les principales sources d'énergie pour l'organisme, leur présence dans les laits destinés à la production des yaourts pourrait être favorable pour la croissance bactérienne et permettraient la production de l'acide lactique pouvant augmenter la stabilité du produit par l'abaissement du pH lors de la fermentation.

✓ **Teneurs en protéines**

La teneur en protéines dans l'amande était de 20,51 g/100g MS. En effet, les amandes de cajou sont source de macronutriments. Ce résultat était similaire à celui obtenu par **Djako, 2022** 20.29g/100g MS sur la composition en protéines des amandes de cajou au Burkina Faso.

Dans les échantillons de laits, la teneur en protéines était plus élevée dans L-100 (2,10 g/100g MF) par rapport aux laits L-75 (0,87 g/100g MF) ; L-50 (0,39 g/100g MF) et L-25 (0,12 g/100g MF). Ces résultats obtenus étaient inférieurs à celui rapporté par **Shori et Ashwag. (2021)** 3.9 g/100 g sur la composition nutritionnelle du lait de soja. Aussi, ces teneurs étaient inférieures à la norme fixée par le **Codex Alimentarius. (2008)** >2,7% pour la teneur en protéines dans les laits. Bien que la proportion de protéines soit en quantité inférieure à celle recommandée par le **Codex Alimentarius**, ces dernières sont dotées de plusieurs fonctions. Sur le plan nutritionnel, elles sont source d'énergie, participent à la structure de la membrane plasmique et sont impliquées dans la formation des anticorps de l'organisme. Sur le plan technologique, les protéines sont sollicitées dans l'industrie yaourtière car, elles participent à la

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

viscosité du produit fermenté c'est-à-dire la résistance de ce produit à l'écoulement (**Béal et Helinck, 2019 ; Yao et al., 2021**). Elles participent à l'épaississement du produit et donne une bonne densité du produit fermenté. Aussi, elles jouent un rôle dans la formation et la stabilité des émulsions.

✓ **Teneur en fibres brutes**

La teneur en fibres brutes dans l'amande de cajou était de 3,68 g/100g MS. En effet, l'amande de cajou est une matrice végétale qui est riche en fibres alimentaires. Ce résultat était proche de celui obtenu (3,9%) par **Ricard et al., 2015** sur la composition nutritionnelle de l'amande de cajou dont l'étude a été réalisée en Inde.

La teneur en fibres brutes dans les échantillons de laits était plus élevée dans L-100 (0,70 g/100g MF) par rapport à L-75 (0,38 g/100g MF) ; L-50 (0,25 g/100g MF) et L-25 (0,16 g/100g MF). Cette différence serait due aux différentes quantités de fibres contenues dans des différents volumes de laits utilisés lors de la dilution pendant le procédé de production. Cependant, malgré ces faibles teneurs en fibres, elles pourraient être bénéfiques pour la santé. En effet, elles peuvent être fermentées par les bactéries de la flore colique. Cette réaction conduit à la production des acides gras courts chaînes (le butyrate, l'acétate et le propionate). Respectivement, ils stimulent le système immunitaire, intervient dans la synthèse des acides gras et enfin intervient dans la néoglucogenèse. (**Goulet, et al., 2012 ; Blaak et al., 2020**). Aussi, sur le plan technologique, elles ont la capacité d'améliorer la texture grâce à leur pouvoir épaississant. Aussi, elles permettent de faciliter l'homogénéisation des composants et permet aussi de fixer les arômes (**Agro Media, 2020**)

✓ **Teneur en cendres**

La teneur en cendre dans l'amande de cajou était de 1,68 g/100g MS. Ce résultat était inférieur à celui trouvé par **Ricard et al., 2015** (2,06%).

Dans les laits, la teneur en cendre était plus élevée dans L-100 (0,06 g/100gMF) par rapport aux autres échantillons (L-75 : 0,04 g/100g MF ; L-50 : 0,02 g/100g MF ; L-25 : 0,01 g/100g MF). Ce résultat était inférieur à celui obtenu par **Moshood et Kafayat. (2007)** 0,66 mg/100g MF sur la teneur en cendres du lait de soja au Nigeria. Aussi, ce résultat était inférieur à celui obtenu par **N'Cho et al. (2022)** 0,13 mg/100g MF sur la teneur en cendres dans le lait d'amande de cajou en Côte d'Ivoire. En effet, bien que l'anacardier soit adapté à tout type de sol, il est sensible à des sols pauvres en minéraux (**Wardowski et al., 1990 ; Dogo et al., 1999**) cette carence affecte considérablement la composition minérale du fruit.

❖ **Composition en quelques sels minéraux de l'amande de cajou et lait produit**

✓ **Teneur en calcium**

La teneur moyenne en calcium dans l'amande de cajou était de 63,35 mg/ 100g MS. Cette teneur était supérieure à celle obtenue par **Abalokoka et al., 2018** 47,42 mg/100g MS dans l'amande de cajou au Togo.

Pour les échantillons de laits, la teneur en calcium était plus élevée dans L-100 (6,98 mg/ 100g MF) par rapport aux échantillons L-75 (3,83 mg/ 100g MF) ; L-50 (1,76 mg/ 100g MF) et L-25 (0,46 mg/ 100g MF). Le résultat obtenu dans L-100 était supérieur à celui obtenu par **Belew et Moshood. (2013)** 6,5mg/100g MF sur le lait à base de riz. Aussi, ce résultat était supérieur à celui obtenu par **Emelike et Akusu. (2019)** 4.75 mg/100g MF dans le lait d'amande de cajou dont l'étude a été réalisée au Nigeria. La teneur en calcium dans ces laits pourrait être bénéfique pour la santé chez les consommateurs notamment pour la solidification des os et dents.

✓ **Teneur en magnésium**

La teneur en magnésium dans l'amande de cajou était de 51,11 mg/ 100g MS. Ce résultat était inférieur à celui obtenu par **Abalokoka et al., 2018** (103, 81 mg/100g MF) sur l'amande de cajou au Togo.

Dans les échantillons de laits, cette teneur était plus élevée dans l'échantillon L-100 (5,24 mg/100g) par rapport aux échantillons L-75 (3,70 mg/100g) ; L-50 (1,07 mg/100g) et L-25 (0,52 mg/100g). La teneur obtenue dans L-100 et L-75 étaient supérieures à celle trouvée par **Emelike et Akusu. (2019)** 2 mg/100g MF sur le lait d'amande de cajou. Le magnésium est un minéral très important pour le bon fonctionnement de l'organisme. Il est indispensable pour le métabolisme de l'ATP, important pour formation et le maintien des os, du squelette et il est cofacteur de plusieurs enzymes impliquées dans le métabolisme des minéraux (**Aigberua et al., 2018**). Ainsi, sa teneur dans le lait pourrait être bénéfique pour les consommateurs.

✓ **Teneur en phosphore**

La teneur en phosphore dans l'amande de cajou était de 65,5 mg/100g MS. Ce résultat était inférieur à celui obtenu par **Abalokoka et al., 2018** sur l'amande de cajou 145, 47 mg/100g MF.

Dans les échantillons de laits, la teneur en phosphore était plus élevée dans le lait L-100 (6,80 mg/100g) par rapport aux échantillons L-75 (5,74 mg/100g) ; L-50 (2,32 mg/100g) et L-25 (0,73 mg/100g). Les teneurs obtenues dans L-100, L-75 et L-50 étaient supérieures à celle trouvée par **Moshood et Kafayat. (2007)** (2,14 mg/100g) sur le lait de noix coco au Nigeria. En effet, le phosphore permet la fixation osseuse du calcium en diminuant son

excrétion urinaire. Il est le constituant de plusieurs composés organiques (phosphoglycérides, acides nucléiques : ADN et ARN, l'adénosine triphosphate) **EFSA, 2014**.

❖ Teneurs en vitamine C, Composés phénoliques et en Flavonoïdes dans l'amande de cajou et les laits végétaux produits

✓ Teneur en vitamine C

La teneur en vitamine C était de 0,70 mg/100g MS dans l'amande de cajou. Cette teneur était supérieure à celle trouvée par **Ricard et al., 2015** (0,5 mg/100g MS) sur l'amande de cajou provenant de l'Inde.

Dans les échantillons de laits, la teneur était plus élevée dans l'échantillon de L-100 (0,05 mg/100g) par rapport aux échantillons L-75 (0,04 mg/100g) ; L-50 (0,02 mg/100g) et L-25 (0,01 mg/100g). Cette différence serait due aux différents volumes de laits utilisés lors de la dilution pendant le procédé de production. La vitamine C est un l'antioxydant le plus efficace de la classe des vitamines hydrophiles. Elle est capable de prévenir la peroxydation lipidique induite par les radicaux libres oxygénés. Cette vitamine est reconnue comme un agent préventif de plusieurs maladies dégénératives et cardiovasculaires ainsi que l'artériosclérose (**Fain, 2004** ; **Lykkesfeldt et al., 2014**).

✓ Teneur en composés phénoliques totaux

La teneur en polyphénols dans l'amande de cajou était de 473, 85 mg EAG/100g MS. Ce résultat se rapprochait de celui obtenu par **Ibrahim et al., 2017** (481,39 mg EAG/100g MS) sur la farine d'amande de cajou en Côte d'Ivoire. En effet, l'amande de cajou est une matrice végétale très riche en composés phénoliques.

Pour ce qui est des échantillons de laits, la teneur était plus élevée dans l'échantillon de L-100 (60,96 mg EAG/100g MF) par rapport aux échantillons L-75 (27,87 mg EAG/100g MF) ; L-50 (19,61 mg EAG/100g MF) et L-25 (5, 95 mg EAG/100g MF). les polyphénols sont des composés bioactifs dotés d'une activité antioxydante (**Khady Ba et al., 2010**); procurent des effets anti-inflammatoire (**Aboura, 2018**); antidiabétique (**Bayle, 2017**).

✓ Teneur en flavonoïdes

L'amande de cajou a présenté une teneur en flavonoïdes de 85,57 mg EQ/100g. Ainsi, tout comme les polyphénols, les flavonoïdes sont des composés bioactifs qu'on retrouve majoritairement dans la matrice végétale.

Concernant les échantillons de laits, la teneur était plus élevée dans l'échantillon L-100 (8,53 mg EQ/100g MF) par rapport aux échantillons L-75 (5,17 mg EQ/100g MF) ; L-50 (3,20 mg

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

EQ/100g MF) et L-25 (0,69 mg EQ/100g MF). La présence des flavonoïdes dans les laits pourrait être bénéfique pour le consommateur car, ils sont dotés d'activité antiallergique, anti-inflammatoire, anti-thrombotique, procurent des effets cardioprotectrice et vasodilatatrice (Middleton *et al.*, 2000 ; Ksouri *et al.*, 2007).

❖ **Teneur en antinutriments**

Les végétaux peuvent contenir plusieurs facteurs antinutritionnels comme les tanins, l'acide phytique, les oxalates et les saponines (Soetan, 2009). Ils sont appelés anti nutriments par ce qu'ils interfèrent avec la digestion des nutriments dans le tube digestif chez l'homme. Ils peuvent intervenir à différents niveaux notamment au niveau de la digestion des protéines et les minéraux ; intervient aussi comme inhibiteur d'enzymes en interférant négativement avec les vitamines (Gatlin *et al.*, 2007 ; Francis *et al.*, 2001 ; Kaushik, 1990). Le résultat de l'analyse des paramètres antinutriments de l'amande de cajou montrait une teneur plus élevée en tanins qui était de 17,82 mg/Eq cat/100g MS ; suivi des oxalates (4,07 (mg/100gMS), des phytates (0,30 (mg/100g MS) et enfin des saponines (0,10 (mg/100g MS). la teneur obtenue dans les tanins était inférieure à celle obtenue par Ibrahim *et al.*, 2017 (19,93 mg EAG/100g) sur la farine d'amande de cajou au Burkina Faso.

Pour ce qui est des échantillons de laits, la teneur en tanins était plus élevée dans l'échantillon L-100 (0,49 mg Ecat/100g MF) par rapport aux échantillons L-75 (0,36 mg E cat/100g MF) ; L-50 (0,23 mg Ecat/100g MF) et L-25 (0,13 mg Ecat/100g MS). Pour les phytates, L-100 (0,08 mg /100g MF) avait la teneur la plus élevée par rapport aux échantillons L-75 (0,05 mg/100g MF) L-50 (0,03 mg EAG/100g MF) et L-25 (0,02 mg EAG/100g MF). Par contre, L-25 a présenté les valeurs les plus élevées en oxalates (0,63 mg/100gMF) et en saponines L-100 a obtenu la valeur la plus élevée (0,04 mg/100gMF). Bien que ces composés peuvent affecter la qualité organoleptique des aliments ou réduire la disponibilité des nutriments dans l'aliment, les faibles teneurs de ce ceux-ci dans les laits en fonction des doses journalières admissibles (Dose limite des tanins : 560 mg/j Ikpeme, 2012 ; Dose limite des phytates : 150-1400 mg/j Grases *et al.*, 1999 ; Dose limite des oxalates : 2-5 g/j Hassan et Umar, 2004) indiquent qu'ils peuvent être consommés sans dangers. Ces antinutriments ne pourraient pas ralentir l'absorption des nutriments dans l'organisme.

❖ **Teneur des ions H⁺ dans les laits végétaux produits**

Le résultat de l'analyse du potentiel d'hydrogène a montré que L-25 (6,02) avait le pH le plus élevé suivi de L-50 (5,93) ; L-75 (5,85) et enfin L-100 (5,75). Ces résultats étaient sensiblement proches de la gamme des valeurs obtenues par Nkechi et Akusu. (2019) pH 5,60

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

à 6,50 sur le lait de cajou. Cette différence pourrait s'expliquer par les différents volumes d'eau dans les laits dus au fait que l'eau a un pH neutre. Les pH obtenus dans ces laits étaient compatibles avec les pH optimum de croissance des bactéries telles que les souches utilisées dans cette étude.

III-2-2. Discussion sur les indices d'activité d'émulsion et de stabilité d'émulsion des laits végétaux produits.

L'activité et la stabilité des émulsions sont des propriétés qui déterminent le rôle des protéines dans les produits alimentaires. Elles possèdent un potentiel d'utilisation important dans les aliments contenant de l'eau et des graisses (**Fatiha, 2018**). Dans ces échantillons de laits, L-100 a présenté une grande valeur d'indice d'activité émulsifiant ($0,08 \text{ m}^2/\text{g}$) par rapport à L-75 ($0,06 \text{ m}^2/\text{g}$) ; L-50 ($0,04$) et L-25 ($0,03 \text{ m}^2/\text{g}$). Ce résultat serait dû à la quantité de protéines contenues dans chaque volume de laits. A cet effet, les teneurs en protéines étaient de ($2,10\text{g}/100\text{g MF}$) pour L-100 ; ($0,87 \text{ g}/100\text{g MF}$) pour L-75 ; ($0,39 \text{ g}/100\text{g MF}$) pour L-50 et ($0,12 \text{ g}/100\text{g MF}$) pour L-25. Les indices d'activité d'émulsion dans cette étude étaient inférieurs à celui obtenu par **Selmane (2010)** $0,56 \text{ m}^2/\text{g}$ sur la caséine de sodium commercialisée comme meilleur agent d'émulsion en termes d'activité émulsifiante. Avant la formation de l'émulsion, l'aire interfaciale entre l'huile et l'eau est grande, une fois l'émulsion créée, les protéines solubles s'adsorbent aux interfaces huile/eau en orientant ses groupements hydrophobes vers la phase lipidique et ses groupements hydrophiles vers la phase aqueuse. Ce qui entraîne donc, la diminution de la tension interfaciale entre l'huile et l'eau, impliquant ainsi, une diminution des gouttelettes d'huile et permettant de maintenir ces dernières en suspension dans la phase aqueuse. Ceci favorise la transformation d'un système à deux phases séparées à un système homogène (**Potin, 2019**).

Concernant la stabilité émulsifiante, L-100 a présenté le temps le plus élevé (165,90 minutes) par rapport à L-75 (21,05 min) ; L-50 (7,62 min) et L-25 (6,04 min). Cette différence pourrait être due à la concentration des protéines dans L-100. Ces résultats pourraient se comparer à celui obtenu par **Selmane (2010)**. Les indices obtenus dans les échantillons L-100 et L-75 étaient supérieurs à celui de l'isolat de soja commercialisé comme agent émulsifiant possédant une meilleure stabilité (17min). Cependant, les indices obtenus dans L-50 et L-25 étaient inférieurs à celui obtenu par cet auteur. Les protéines pour stabiliser les émulsions, réduisent leur énergie libre en altérant leur conformation pour maximiser à un temps, les interactions hydrophobe et hydrophile ce qui limite la séparation de phase dans un produit.

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Les protéines d'amande de cajou possédaient une activité émulsifiante car, elles sont des molécules tensioactives qui entraînent la diminution de la tension aux interfaces huile-eau. Mais, la concentration de protéines solubles dans les laits, serait l'un facteur qui influence l'activité et la stabilité émulsifiante **Selmane (2010)**. Physiquement, L-50 et L-25 étaient instables et sujets à une séparation de phase.

Après fermentation des laits (L-100 ; L-75 ; L-50 et L-25), les yaourts suivants ont été obtenus Y-875 ; Y-650 ; Y-426 et Y-189

III-2-3. Discussion de l'analyse microbiologique des yaourts végétaux

Aussi important que peut être un yaourt sur le plan nutritionnel et fonctionnel, s'il ne respecte pas les normes d'appui au contrôle de la microbiologie de base, il ne pourra pas être consommé sans danger. A cet effet, Y-875 et Y-650 avaient respectivement une charge de *Lactobacillus bulgaricus* d'ordre de 410.10^3 UFC/100 ml et 400.10^3 UFC/100 ml. Néanmoins, dans les échantillons Y-426 et Y-189, le nombre de colonies des *Lactobacillus bulgaricus* était inférieur à la référence (30-600 colonies) pour le dénombrement. Cette différence pourrait être due à la quantité d'amande de cajou contenue dans les différents volumes de laits. Le résultat du dénombrement des *Lactobacillus bulgaricus* se rapprochait de celui obtenu par **Shori et al. (2022)** 636.10^5 UFC/100 ml sur la fermentation du lait de cajou. La croissance optimale des *Lactobacillus bulgaricus* dans les échantillons Y-875 et Y-650 par rapport aux échantillons Y-426 et Y-189 pourrait s'expliquer par le fait qu'au cours de la fermentation, le genre *Streptococcus thermophilus* se développe plus rapidement que le genre *Lactobacillus bulgaricus*, en consommant les composés nutritifs du milieu pour assurer leur croissance et produit ainsi d'autres composés qui stimulent la croissance et l'action des *Lactobacillus bulgaricus* (**Beal et Sodini, 2003**). Cependant, lorsque le milieu est pauvre en nutriments (Y-426 et Y-189), le genre *Streptococcus thermophilus* se développe et appauvrit le milieu ce qui entraîne donc un ralentissement de la croissance des *Lactobacillus bulgaricus* (**Olivier, 2020**).

L'observation microscopique des échantillons (Y-875, Y-650, Y-426, Y-189) a révélé une coloration bleue. En conséquence, il s'agirait des bactéries Gram+. De plus, ladite observation a fait l'objet d'une identification morphologique de ces bactéries Gram+ via l'observation d'une forme de coque non sporulante disposée en chaînes dont les longueurs variaient (**Harlé, 2020**). Ceci indique qu'il s'agissait certainement de *Streptococcus thermophilus*. Au cours de cette observation, aucune coloration rouge n'a été observée. Ainsi donc, les yaourts obtenus ne contenaient pas de bactéries Gram-. L'observation à l'état frais des échantillons n'a révélé aucune forme de levure dans les échantillons de yaourts. En effet, les

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

levures se développent à des températures de 0° à 55°C et à des pH acide, leur présence dans le yaourt constitue une insécurité sanitaire et une instabilité organoleptique dudit produit. Ainsi, l'ensemble des analyses microbiologiques démontrent la fiabilité des souches utilisées.

III-2-4. Discussion des paramètres physico-chimiques des yaourts produits à base de laits d'amande de cajou

✓ Teneur en matière sèche

La teneur en matière sèche dans les yaourts était élevée dans Y-875 (22,33g/100g MF) par rapport aux échantillons Y-650 (16,13g/100g MF) ; Y-426 (10,01 g/100g MF) et Y-189 (6,76 g/100g MF). Cette différence serait due à la teneur de la matière sèche dans les échantillons de laits. Le résultat obtenu dans Y-875 et Y-650 était supérieur à celui trouvé par **Olatidoye et al. (2017)** (11,75 g/100g de MF) sur la composition approximative du yaourt produit à partir d'un mélange de lait d'amande de cajou et de lait de vache dont l'étude a été réalisée au Nigeria. En outre, le résultat obtenu dans Y-875 se rapprochait de ce celui obtenu par ce dernier (21,95 g/100ml de MF) sur la production d'un yaourt à partir de 100% de lait de vache. La fermentation aurait augmenté la teneur en matière sèche dans les échantillons. Cette augmentation aurait entraîné une diminution de la teneur en eau Y-875 (77,667g/100g MF) ; Y-650 (83,87g/100g MF) ; Y-426 (89,995g/100g MF) et Y-189 (93,243g/100g MF). En effet, les microorganismes ont utilisé l'eau disponible dans le milieu pour leur activité enzymatique et leur croissance. L'eau contenue dans ces yaourts pourrait être bénéfique pour le bon fonctionnement de l'organisme. L'eau est le constituant majoritaire et important de l'organisme humain. Elle sert à transporter les nutriments. Toutes les réactions métaboliques de l'organisme se déroulent en milieu aqueux. Les molécules d'eau aident à stabiliser les structures des protéines. De plus, elle participe à l'hydratation de l'organisme (**Fessard, 2017**).

✓ Teneurs en lipides

La teneur en lipides obtenue était élevée dans Y-875 (9,5 g/100g MF) par rapport aux échantillons Y-650 (8,5 g/100g MF) ; Y-426 (5,5 g/100g MF) et Y-189 (4,5 g/100g MF). Cette différence serait due à la composition lipidique des différents laits destinés pour la fermentation. Ces résultats étaient conformes à la norme fixée par le **Codex Alimentarius. (2008)** (<15%) sur la teneur en lipides dans les yaourts. La fermentation aurait amélioré la teneur en lipides dans les échantillons. Dans une étude réalisée par **Ibrahim et al., (2017)** il apparaissait que la fermentation provoquait une augmentation significative de la teneur en protéine et en lipides. En effet, les lipides, du fait qu'ils apportent 9 kcal/g soit environ 37KJ d'énergie à l'organisme,

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

ils sont à cet effet la deuxième source énergétique de l'organisme. En plus d'avoir des rôles de constitution et précurseurs (**Murray et al., 2013**), les lipides sains (acides gras mono et polyinsaturés) permettent de réduire le taux de mauvais cholestérol.

✓ Teneurs en glucides totaux

La teneur en glucides totaux obtenue dans les échantillons était élevée dans Y-875 (3 g/100g MF) par rapport aux échantillons de yaourts Y-650 (1,23 g/100g MF) ; Y-426 (0,99 g/100g MF) et Y-189 (0,18 g/100g MF). Ce résultat serait dû à la composition glucidique des différents laits destinés pour la fermentation. Il a été constaté que la fermentation aurait entraîné la diminution de la teneur en glucides dans les échantillons. Cette réduction pourrait se justifier par le fait que lors de la fermentation, les microorganismes transforment le sucre du milieu pour produire l'acide lactique. Cependant, ces faibles teneurs en ce macronutriment seraient bénéfiques chez le consommateur. Car, les glucides apportent de l'énergie à l'organisme. Aussi, ils rentrent dans la composition des tissus fondamentaux et substance antigénique de l'organisme notamment les cartilages, les acides nucléiques, le mucus, les immunoglobulines (**Sguera, 2008**).

✓ Teneurs en protéines

La teneur en protéines obtenue était élevée dans Y-875 (6,02 g/100g MF) que dans les autres échantillons (Y-650 : 3,88 g/100g MF ; Y-426 : 2,11 g/100g MF et Y-189 : 1,42 g/100g MF). En effet, la teneur en protéines a augmentée dans les échantillons. Cette augmentation serait due à l'hydrolyse des complexes phytate-protéines lors de la fermentation. Les résultats de cette analyse concordent avec les travaux d'**Ibrahim et al., (2017)** qui démontrait que la fermentation améliore la teneur en protéine dans les aliments. Le résultat obtenu dans Y-875 et Y-650 était conforme à la norme fixée par le **Codex Alimentarius. (2008)** (>2,7%) pour la teneur en protéines dans les yaourts. Ces derniers pourraient être bénéfiques dans la consommation humaine. Les protéines sont les principaux éléments constructeurs de l'organisme ; de ce fait, un apport constant et de bonne qualité est nécessaire pour maintenir la croissance et les autres fonctions physiologiques de l'organisme (**Salahuddin et al., 2017**).

✓ Teneur en fibres

La teneur en fibres obtenue était élevée dans Y-650 (0,17 g/100g MF) que dans les autres échantillons (Y-875 : 0,17 g/100g MF ; Y-426 : 0,13 g/100g MF et Y-189 : 0,01 g/100g MF). La teneur en fibres a diminué dans les échantillons. Ces résultats vont dans le même sens de l'étude réalisée par **Ibrahim et al. (2017)** sur la fermentation de la farine d'amande de cajou ; il ressort

que, la fermentation aurait provoqué une réduction des fibres. Lors de la fermentation, les bactéries se nourrissent des fibres alimentaires du milieu pour produire des acides gras courtes chaînes ce qui permet d'enrichir davantage la composition nutritionnelle des yaourts. De plus, les fibres sont bénéfiques pour la santé car elles permettent une bonne digestion en facilitant le transit intestinal (Roberfroid, 1993).

✓ **Teneur en cendres**

La teneur en cendre était élevée dans Y-875 (0,85 g/100g MF) par rapport aux échantillons Y-650 (0,37 g/100g MF) ; Y-426 (0,22 g/100g MF) et Y-189 (0,18 g/100g MF). En effet, la teneur en cendre était élevée dans les yaourts. La fermentation aurait améliorée la teneur en cendre dans les échantillons. Ces résultats étaient conformes à la norme fixée par le **Codex Alimentarius. (1976)** ($\leq 4,7\%$) pour la teneur en cendre dans les yaourts. Sur le plan nutritionnel, cela signifie que la fermentation améliore la teneur en minéraux dans les aliments. Ces minéraux pourraient ainsi contribuer à la régulation du métabolisme glucidique et lipidique des tissus musculaires, cardiaque et nerveux (ANSSAET, 2017).

❖ **Composition en minéraux des yaourts produits**

✓ **Teneur en calcium**

La teneur en calcium était élevée dans Y-875 (14,03 mg/100g MF) par rapport aux échantillons Y-650 (8,48 mg/100g MF) ; Y-426 (4,70 mg/100g MF) et Y-189 (3,96 mg/100g MF). Ceci est dû à la composition minérale des laits destinés pour la fermentation. La fermentation aurait amélioré la teneur en calcium dans les échantillons. Le calcium se complexe avec des antinutriments à l'instar des phytates pour former des sels insolubles (Leeson et Summers, 2009) affectant la biodisponibilité de ce minéral (Massey, 2007) dans l'aliment. Ainsi, la fermentation induit la dissociation de ces sels insolubles par dégradation de la structure des phytates ce qui entraîne la libération des minéraux. Les teneurs obtenues dans cette étude étaient supérieures à celle trouvée par Olatidoye et al. (2017) 0,085 mg/100g MF sur la composition approximative du yaourt produit à partir d'un mélange de lait d'amande de cajou et de lait de vache. Le calcium est un minéral très important pour le bon fonctionnement de l'organisme. Il participe à l'édification et le renouvellement du squelette, aux échanges cellulaires en facilitant la perméabilité membranaire et la transmission de l'influx nerveux. Aussi, il participe à la coagulation sanguine, la libération hormonale et à la contraction musculaire (Kerharo et al., 2009).

✓ **Teneur en magnésium**

La teneur en magnésium était élevée dans Y-875 (11,88 mg/100g MF) par rapport aux

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

échantillons Y-650 (8,55 mg/100g MF) ; Y-426 (4,35 mg/100g MF) et Y-189 (3,21 mg/100g MF). La teneur en ce minéral a augmenté dans les échantillons yaourts. La fermentation aurait amélioré la teneur en magnésium par la dénaturation des oxalates (Massey, 2007). Ces résultats sont supérieurs à celui obtenu par Olatidoye et al. (2017) 0.044 mg/100g MF sur le yaourt obtenu à partir de 100% lait de vache. Le magnésium est l'un des macroéléments le plus abondant de l'organisme. Il est indispensable à l'activité du corps humain, il participe à la structure osseuse et joue un rôle de cofacteur dans à l'activité métabolique de certaines enzymes (Aigberua et al., 2018).

✓ **Teneur en phosphore**

La teneur en phosphore était élevée dans Y-875 (16,82 mg/100g MF) par rapport aux échantillons Y-650 (15,77 mg/100g MF) ; Y-426 (7,19 mg/100g MF) et Y-189 (6,03 mg/100g MF). Cette teneur en phosphore a augmenté durant la fermentation. En effet, le squelette moléculaire des phytates contient du phosphore (Leeson et Summers, 2009) leur altération moléculaire pendant cette opération a entraîné la libération de ce minéral. Ces résultats sont comparables à celui obtenu par Olatidoye et al. 2017 0.0075 mg/100g MF sur le yaourt produit à partir de 100% lait de vache. Alors, la consommation de ces yaourts pourraient être bénéfique car, le phosphore est toujours associé au calcium dans l'organisme et les deux contribuent ainsi à la formation des os et des dents (Ogunlade et al., 2005).

❖ **Teneurs en vitamine C, Composés phénoliques totaux et Flavonoïdes des μ yaourts produits**

✓ **Teneur en vitamine C**

La teneur en ce composé était élevée dans Y-875 (0,16 mg/100g MF) par rapport aux échantillons Y-650 (0,06 mg/100g MF) ; Y-426 (0,08 mg/100g MF) et Y-189 (0,05 mg/100g MF). La vitamine C a augmenté durant la fermentation. La consommation de ces yaourts pourrait être bénéfique pour le consommateur. En plus d'être un l'antioxydant, la vitamine C participe à plusieurs processus métaboliques essentiels de l'organisme tels que la biosynthèse du tissu conjonctif. Notamment le collagène qui est la protéine principale des tissus conjonctifs (peau, vaisseaux, cartilages, tendons, ligaments, muscles). L'acide ascorbique augmente également l'assimilation et la biodisponibilité du fer non hémique dans l'organisme. Cet acide est aussi vital pour la croissance et le maintien des os, des dents (Njoku et al., 2011).

✓ **Teneur en composés phénoliques totaux**

La teneur en polyphénols était élevée dans Y-875 (110,42 mg EAG/100g MF) que dans les échantillons Y-650 (69,42 mg EAG/100g MF) ; Y-426 (32,49 mg EAG/100g MF) et Y-189

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

(24,79 mg EAG/100g MF). Aussi, ces composés ont augmenté durant la fermentation. Les polyphénols appartiennent à la classe des acides hydroxybenzoïques. Parmi ces acides phénoliques, on a l'acide gallique, qui est retrouvé sous forme estérifié avec une molécule de glucose pour former des polymères aux structures complexes. Cette augmentation serait due à l'extraction de ces composés en présence de l'eau durant le temps de fermentation (Turkmen et al., 2006) par la dépolymérisation ou l'hydrolyse de ces polymères (Hur et al., 2014 ; Filannino et al., 2015). Ces résultats vont dans le même sens que les travaux de Fessard et al. (2017) sur la fermentation de la pulpe de papaye et le jus d'ananas qui ont observé une augmentation des teneurs en polyphénols totaux. Les polyphénols sont des composés bioactifs dotés de plusieurs effets positifs sur la santé (Manach et al., 2004 ; Schalbert et al., 2005 ; Khady Ba et al., 2010) ainsi, la consommation de ces yaourts pourrait être bénéfique chez le consommateur.

✓ **Teneur en flavonoïdes**

La teneur en ce composé bioactif était élevée dans Y-875 qui présentait une valeur de 13,94 mg EQ /100g MF) par rapport aux échantillons Y-650 (8,09 mg EQ /100g MF) ; Y-426 (4,12 mg EQ/100g MF) et Y-189 (4,08 mg EQ/100g MF). Ces composés ont également augmenté durant la fermentation. Tout comme les polyphénols, les flavonoïdes sont des composés phénoliques présents sous forme de glycosides. Parmi ces composés, on la quercétine glucoside qui est un polymère complexe pouvant être hydrolysé en présence d'eau. Son extraction durant la fermentation aurait entraîné son augmentation dans les échantillons. Dotés d'activités anti-inflammatoire, hépato protectrice, antimicrobienne, anticarcinogénique, cardioprotectrice (Middleton et al., 2000 ; Ksouri et al., 2007) et possédant une activité antioxydante (Liyana et al., 2006 ; Calabrese et al., 2003), la consommation de ces yaourts pourrait être bénéfique sur la santé des consommateurs.

❖ **Teneur en antinutriments dans les yaourts**

Les végétaux peuvent contenir plusieurs facteurs antinutritionnels comme les tanins, l'acide phytique, les oxalates et les saponines (Soetan, 2009). Ils sont appelés anti nutriments par ce qu'ils interfèrent avec la digestion des nutriments dans le tube digestif chez l'homme. De plus, ils réduisent la disponibilité des nutriments dans l'aliment. Néanmoins, les tanins et les saponines possèdent des propriétés thérapeutiques. Anis, leur présente dans ces yaourts permettrait d'une part de piéger les radicaux libres produits par l'organisme via l'activité antioxydante des tanins et d'autre part, de combattre les infections bactériennes de l'organisme sous l'action des saponines.

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

De manière générale, la teneur en anti nutriment dans les yaourts a diminué après 8 heures de fermentation.

➤ La réduction des tanins dans les échantillons de yaourts pourrait se justifier par la dénaturation de ce dernier lors de la fermentation via la température.

➤ la réduction en phytates dans les échantillons de yaourts pourrait se justifier par l'activation de la phytase endogène naturelle dû à l'acidification du milieu par une baisse de pH induite par la production d'acide lactique lors de la fermentation (**Castro-Alba et al. 2019**). Les travaux de **Leenhardt et al. 2005** ont montré qu'à 5,5 la phytase endogène du blé peut être activée et à 4,6 celle de l'avoine et du son de seigle peuvent être activées permettant donc la dégradation de ce composé dans l'aliment provoquant leur élimination.

➤ La teneur en oxalates a diminuée dans les yaourts végétaux. Assurément, lors de la fermentation, la dénaturation de celui-ci par la température de fermentation aurait entraîné sa dénaturation.

➤ La teneur en saponines dans les yaourts végétaux a aussi diminuée. Cette baisse pourrait être attribuée à la thermo-sensibilité des saponines (**Serna-Saldívar et al., 2013**).

Les résultats obtenus dans cette analyse antinutritionnelle vont dans le même sens que les travaux de **Fessard et al. (2017)** qui ont démontré que, la fermentation est une opération unitaire visant à réduire la teneur des antinutriments dans les aliments. Ces faibles teneurs sont inférieures aux doses de sécurité journalières (Dose limite des tanins : 560 mg/j **Ikpeme, 2012** ; Dose limite des phytates : 150-1400 mg/j **Grases et al., 1999** ; Dose limite des oxalates : 2-5 g/J **Hassan et Umar, 2004**). Ainsi, ces yaourts pourraient être consommés sans danger.

❖ Teneur des ions H⁺ et d'acide lactique dans les yaourts végétaux.

✓ Teneur des ions hydrogènes (H⁺) et d'acide lactique

La quantité d'ions hydrogènes (H⁺) dans ces yaourts végétaux variait entre 4,03 à 4,20. Cependant, l'échantillon Y-189 a obtenu un pH plus acide par rapport aux autres échantillons (Y-426 : 4,14 ; Y-650 : 4,15 ; Y-875 : 4,20) dont, la teneur en ions hydrogènes était de 4,03. Ces valeurs étaient proches des résultats obtenus par d'**Olayinka et al., (2017)** dont les valeurs se situaient autour de 4,20 à 4,1 sur le yaourt obtenu à partir du lait de cajou. Par ailleurs, la teneur en acide lactique était élevée dans l'échantillon Y-189 : 0,21% par rapport aux autres échantillons (Y-426 : 0,12% ; Y-650 : 0,10% ; Y-875 : 0,07%). Ces résultats seraient dus à la quantité d'eau libre du milieu qui a facilité l'activité métabolique des bactéries lactiques produisant ainsi, plus d'acide dans l'échantillon Y-189 ce qui aurait donc entraîné la réduction

de son pH. Le résultat obtenu dans Y-189 se rapprochait de la valeur fixé par le **Codex Alimentarius. (2008)** (minimum 0,3%) sur la teneur d'acide lactique dans les laits fermenté.

En générale, Il a été observé que dans les yaourts végétaux, la teneur en acide lactique augmentait avec la diminution du pH des échantillons. Cette variation pourrait être attribuée au processus de fermentation. Pendant la fermentation, les micro-organismes consomment le glucose du milieu pour la production de l'acide lactique. En effet, les acides organiques ont un effet antimicrobien et assurent une sécurité sanitaire des produits fermentés. De plus, ces acides sont bénéfiques pour le bon fonctionnement des cellules car, ils aident à maintenir le potentiel d'hydrogène de la membrane cellulaire et améliorent certaines fonctions cellulaires (**Fessard et al., 2017**)

A l'issu du temps de fermentation, il est nécessaire de procéder au refroidissement dudit produit afin de contrôler l'activité enzymatique des bactéries lactiques. Ces bactéries présentent une activité de croissance autour de 45°C. L'objectif principal du refroidissement était de faire baisser la température du milieu le plus rapidement possible afin de stopper la fermentation (**Popoola et al., 2007**).

III-2-5. Discussion de l'analyse sensorielle des yaourts produits

Les résultats de cette analyse pour les critères couleur, odeur, consistance, goût, et acceptabilité générale ont été obtenus dans les échantillons de yaourts produits (Y-875, Y-650, Y-426, Y-189) produits.

✓ Couleur

L'échantillon Y-309 : yaourt 100% à base de lait de vache (témoin) a présenté le score le plus élevé (6,74) par rapport aux échantillons **Y-875** : 3,45 ; **Y-650** : 4,02 ; **Y-426** : 3,85 ; **Y-189** : 3,72 pour le critère couleur. Ce résultat pourrait être dû à la nature de la matière première du lait de vache qui est d'origine animale de couleur blanche. La matière première utilisée pour la production des yaourts était d'origine végétale. En outre, lors du processus de maturation du fruit, il synthétise des pigments qui participent à la couleur propre de l'aliment (**CTIFL, 2021**) parmi les yaourts produits, Y-650 s'est en sortie avec le meilleur score (4,02) suivi de Y-426 (3,85).

✓ Odeur

S'agissant du critère odeur, l'échantillon Y-309 a présenté le score le plus élevé (6,29) par rapport aux échantillons (**Y-875** : 3,75 ; **Y-650** : 4,08 ; **Y-426** : 3,88, **Y-189** : 3,66). La

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

différence observée pourrait être due à l'action des micro-organismes impliqués dans la réaction de fermentation ; aussi la composition du lait pourrait être à l'origine de cette différence pour les yaourts obtenus à partir du lait de cajou. Les genres *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* sont isolés du lait d'origine animale. La spécificité d'action de ces bactéries lors de la fermentation dans le lait d'origine animale permet d'obtenir une meilleure qualité organoleptique du produit fini par le développant une flaveur agréable. De plus, pendant la fermentation, ces bactéries utilisent les constituants de la matière première (sucres, acides gras, composés azotés, minéraux, vitamines) et l'eau, pour exercer leur activité métabolique et synthétiser des composés volatils, ce qui contribuent donc à l'arôme du produit fini (Béal et Helinck, 2019 ; Yao et al., 2021).

✓ Consistance

La consistance fait référence à la lourdeur du yaourt. Concernant ce critère, d'après l'échelle d'appréciation, **Y-309** (6,05) a présenté le meilleur score suivi de **Y-426** : 4,22 ; **Y-650** : 4,09 ; **Y-875** : 3,48 et enfin **Y-189** : 3,02. Ces résultats pourraient s'expliquer par les différentes proportions d'eau apportées lors de la dilution des bouillies d'amande de cajou pour l'obtention des laits. Notons que plus le score est grand, plus grande a été l'appréciation de l'échantillon ; ainsi, Y-426 (4,22) a présenté le meilleur score parmi les yaourts produits. Le score moyen pour la consistance diminuait au fur et à mesure que la quantité d'eau diminuait. Cependant, d'après l'échelle d'appréciation, Y-875 (3,48) et Y-189 (3,02) ont présenté des faibles scores. Ainsi, la dilution aurait améliorée la consistance des yaourts, mais une très forte dilution influence la consistance de ces derniers.

✓ Gout

Le goût est le critère d'appréciation organoleptique le plus important qui conduit à l'acceptation ou le rejet d'un produit par les consommateurs. L'échantillon Y-309 (6,45) a présenté le score le plus élevé. Pour les yaourts produits, Y-189 a obtenu la valeur la plus grande 3,26 ; suivie de Y-426 (3,20) puis de Y-650 (3,03) et enfin Y-875 (2,92). Les valeurs de ce critère d'appréciation diminuaient progressivement en fonction des faibles volumes d'eau apportées dans l'élaboration des laits. En effet, au cours de la fermentation, des acides sont produits et les différents acides présents dans le produit sont responsable du goût du yaourt (Olatidoye et al., 2017). Les échantillons qui avaient des scores plus faibles avaient relativement une acidité plus faible. Ceci pourrait s'expliquer par l'activité métabolique des bactéries lactiques. Ces dernières décomposent la matière organique sous l'action de leur

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

bagage enzymatique pour produit des acides responsables du goût. Cette action métabolique de ces bactéries dépend de la quantité d'eau libre dans le milieu car la teneur en eau dans l'aliment accélère ou ralentit la vitesse des réactions biochimiques.

✓ Le degré d'acceptabilité

D'un point de vu global, le yaourt témoin Y-309 (6,48) a été le plus apprécié. En effet, celui-ci se caractérise par une couleur très appréciée, une odeur agréable, une consistance et un goût très plaisant. Parmi les yaourts produits, Y-426 a obtenu le meilleur score (3,72) ensuite Y-189 (3,38) puis Y-650 (3,35) et enfin Y-875 (3,14) avec leur différent score indiquant leur niveau d'acceptabilité générale.

A l'issue de cette analyse sensorielle, il apparait que le yaourt ayant obtenu le meilleur score d'acceptabilité générale était le Y-426 (3,72) obtenu avec 50 ml de lait d'amande de cajou dilué avec 50 ml d'eau (L-50).



CONCLUSION, RECOMMANDATION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION

La présente étude avait pour objectif général d'étudier des propriétés techno-fonctionnelle, physico-chimique des laits ainsi que les propriétés hygiénique et sensorielle des yaourts à base d'amande de cajou. Les travaux menés dans cette étude ont permis de tirer les conclusions suivantes :

✓ L-100 qui avait une quantité en amande de cajou plus élevée que dans les autres échantillons a présenté une meilleure teneur sur les paramètres physico-chimiques avec la teneur en protéines de $2,10 \pm 0,04$ exprimée en g/100g MF. De plus, ce lait était plus stable avec une meilleure activité et stabilité émulsifiante ayant des valeurs respectives de 0,08 m²/ g et 165,90 minutes ;

✓ Y-875 et Y- 650 ont présenté une charge en *Lactobacillus bulgaricus* de 410.10^3 UFC ml et 400.10^3 UCF ml respectivement ; la présence des *Streptococcus thermophilus* a été détectée dans les yaourts et les levures n'ont pas été observés dans ces échantillons.

✓ L'échantillon qui présentait le bon profil sur les paramètres physico chimiques était Y-875 avec des teneurs en lipides de $9,50 \pm 0,70$; glucides $3,00 \pm 0,00$; protéines $6,02 \pm 1,88$; et en fibres $0,17 \pm 0,03$ exprimés en g/100g MF. La teneur en vitamines C était de $0,16 \pm 0,00$ mg/100g MF ; composés phénoliques totaux de $110,42 \pm 0,25$ EAG/100g MF et en flavonoïdes de $13,94 \pm 0,09$ mg EQ/100g MF. Le yaourt Y-189 a présenté un pH plus acide 4,03 et une acidité lactique de 0,21% comparé aux autres échantillons de yaourts. Y-426 a enregistré le meilleur score d'acceptabilité générale $3,72 \pm 1,546$ par rapport aux autres échantillons.

Le yaourt Y-426 pourrait donc contribuer à diversifier les produits issus de la filière d'anacarde au Cameroun d'une part et de pallier aux problèmes d'intolérance au lactose et d'allergie à la protéine de lait d'autre part.

PERSPECTIVES

Dans le but de compléter cette étude, il serait nécessaire de poursuivre avec d'autres analyses notamment :

- Améliorer la stabilité physique des yaourts produits ;
- Faire une étude microbiologique sur la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT);
- Evaluer la stabilité nutritionnelle des yaourts

REFERENCES BIBIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abalokoka Easo-Yabam, Nouroudine Maclewè TCHAOU, Kodjo ADI, Elolo OSSEYI et Courdjo Lamboni (2018).** Valeur nutritionnelle de l'amande et pomme de l'*Anacardium occidentale* L de trois localités du Nord Togo. *Afrique Science*. **14(3)** : 115-125p.
- Aboura Ikram Bouchenak (2018).** Effet anti-inflammatoire et anti obésité des extraits polyphénoliques de feuilles de caroube "*Ceratonia siliqua*" et cladode de figuier de barbarie "*Opuntia ficus-indica*". *Thèse doctorale. Université de Bourgogne Franche-Comté*, 235p.
- AFNOR (Gouronnec A.M) (2000).** Mesure des odeurs par analyse sensorielle ou « olfactométrie ». *Pollution atmosphérique*, **168**, 583-598 p.
- AFNOR (Association Française pour la Normalisation) (1984).** Produits alimentaires : directives générales pour le dosage de l'azote avec minéralisation selon la méthode de Kjeldahl. In Godon B. and Popineau, 1984. Guide pratique des céréales. Apria France. 263-266p.
- AFNOR (1981).** *Recueil des normes françaises. Corps gras, graines oléagineuses, produits dérivés*. Paris (France): AFNOR, 2ème édition.
- Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSSAET) (2021).** «Actualisation des références nutritionnelles françaises en vitamines et minéraux. 278p.
- Agro Media (2020).** Inuline, ingrédient à l'honneur. AgroMedia.fr. Consulté le 09/03/22 sur <https://www.agro-media.fr/analyse/43273-43273.html>
- Ahmadian-Kouchaksaraei, Varidi Mehdi, Mohammad javad, Hashem Pourazarang (2014).** Influence des conditions de transformation sur les propriétés physico-chimiques et sensorielles du lait de sésame : une nouvelle boisson nutritionnelle. *Food Science and Technology*. **57 (1)** :299-305p.
- Ah-you Nathalie (2007).** Taxonomie et classification en pathovars des Xanthomonas associés aux Anacardiacees par une approche polyphasique. *Thèse doctorale. Université de La Réunion*.147p.
- Aigberua Aigberua, Alagoa Joe and Izah Sylvester (2018).** Macronutrient composition in selected seasonings used in Nigeria. *MOJ Food Processing & Technology*. **6 (1)**: 129-132p.

- Aina V, Sambo B, Zakari A, Haruna H, Umar K. and Akinboboye R (2012).** Determination of nutritional and antinutritional content of *Vitis vinifera* (Grapes) grown in Bomo (Area C) Zaira, Nigeria. *Advance Journal of Food Sciences and Technology*. **4(6)**: 225-228p.
- Ammoudi Roukia, Hadj M, Ramdane F et Khodir A (2012).** Activité antibactérienne des extraits phénoliques de la plante *Teucrium polium geyrii*. *Algerian journal of arid environment*. **2(1)**: 49-55p.
- Arokoyo S, Bamidele O, Babatunde D, Adebisi O (2015).** Haemostatic effect of methanolic stem bark extract of *Anacardium occidentale* L. in male albino rats. *Journal of Medicine and Medical Sciences*. **6 (3)**: 58-65p.
- Asogwa U, Hammed A, and Ndubuaku T (2008).** Integrated production and protection practices of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Nigeria. *African Journal of Biotechnology*. **7 (25)** : 4868-4873p.
- Association des Communes Forestières du Cameroun (ACFCAM) (2020).** Étude de faisabilité technique et socio-économique de l'introduction de l'arboriculture d'anacarde par les collectivités territoriales décentralisées en zone de savane sèche du Cameroun. *Centre Technique de la Forêt Communale*. 111p.
- Association Française pour la Normalisation (AFNOR) (1984).** Produits alimentaires : directives générales pour le dosage de l'azote avec minéralisation selon la méthode de Kjeldahl. In Godon B. and Popineau, 1984. Guide pratique des céréales. Apria France 263-266 p.
- Association of Official Analytical Chemists (A O A C) (1975).** Official Methods of Analysis of the association of official analysis chemist, 10th ed. A.O.A.C, Washington, D.C
- Association of Official Analytical Chemists (A O A C) (1980).** Official Methods of Analysis. 13^{ème} édition, William Horwitz: Washington, D.C. *Association of Official Analytical Chemists*, **63 (6)**: 1336-1343p.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1990).** Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15^{ème} ed. Arlington, 1105-1106 p.
- Aydar Elif, Sena Tutuncua et Beraat Ozcelik (2020).** Plant-based milk substitutes: Bioactive compound, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*. **70**: 15p.
- Baba A, Najarian A, Shori B, Lit K, & Keng A (2014).** In vitro inhibition of key enzymes related to diabetes and hypertension in *Lycium barbarum* yogurt. *Arabian Journal for Science and Engineering*, **39(7)**: 5355-5362p.

- Balogoun A, Saïdou E, Ahoton I, Ahohuendo C, Adebo B, Babatounde S, Chougourou D, Adoukonou-sagbadja H et Ahanchede A (2014).** Caractérisation des systèmes de production à base d'anacardier dans les principales zones de culture au Bénin, *Agronomie Africaine* **26 (1)** : 9-22p.
- Bayle Morgane (2017).** Potentiel antidiabétique de métabolites de polyphénols : les urolithines. *Thèse doctorale. Université de Montpellier*, 199p.
- Beal C & Sodini I (2003).** Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire, Doc. F6 315
- Béal Catherine et Helinck Sandra (2019).** Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Techniques de l'Ingénieur. 44p.
- Belew et Moshood Adewale (2013).** Rice- Coconut Yoghurt : préparation, Nutritional and Sensory Qualities. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*. **3(12)** : 924-928p.
- Bergamaier D (2002).** Production d'exo polysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de *Lactobacillus rhamnosus* RW-959M dans un milieu à base de perméat de lactosérum. *Thèse doctorale, Université de Laval, Canada*. 171p.
- Bernat N, Chafer M, Chiralt A, Laparra M, Gonzalez-Martinez C (2015).** Le lait d'amande fermenté avec différentes bactéries potentiellement probiotiques améliore l'absorption du fer par les cellules épithéliales intestinales. *International Journal of Food Studies*. **4**: 49-60 p.
- Bernaud R and Rodrigues C (2013).** Fibres alimentaires: Apport adéquate et effets sur la santé du métabolisme. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, **57(6)**: 397-405p.
- Bezerra MA, Lacerda de CF, Filho EG, Abreu de CEB, Prisco JT (2007).** Physiology of cashew plants grown under adverse conditions. *Journal of Plant Physiology*. **4 (19)**: 449-461p.
- Blaak E, Canfora E, Theis S, Frost G, Groen A, Mithieux G, Nauta A, Scott K, Stahl B, van Harsselaar J, van Tol R, Vaughan E, Verbeke K (2020).** Short chain fatty acids in human gut and metabolic health', *Beneficial Microbes*, **11(5)**: 411–455p.
- Blaak E, Canfora E, Theis S, Frost G, Groen A, Mithieux G, Nauta A, Scott K, Stahl B (2020).** Short chain fatty acids in human gut and metabolic health. *Beneficial Microbes*. **11(5)**: 4–46p.
- Bouaichaines (2021).** Rôle des glucides dans la reconnaissance moléculaire. *Green and Applied chemistry*. **11(2)** :139-144p.

- Bourelly J (1982).** Observation sur le dosage de l'huile des graines de cotonnier. *Coton et Fibres Tropical*. **27(2)** : 183-196p.
- Bourlioux Pierre, Véronique Braesco, Denis Mater (2021).** Yaourts et autres laits fermentés. *Cahiers de nutrition et de diététique*. **46** : 305-314p.
- Briviba K, Gräf V, Walz E, Guamis B, Butz P (2016).** Ultra-high-pressure homogenization of almond milk: Physico-chemical and physiological effects. *Food Chemistry*. **192**: 82-89p.
- Brutsaert Erika (2023).** Diabète sucré
<file:///C:/Users/HP/Zotero/storage/L3N4F8GD/diab%C3%A8te-sucr%C3%A9.html>
- Burillard Lucile, Vincent Dumas, Margot Glaz, Lolita Kouyoumdjian, Simon Lobrot, Diane Logier, Noémie Mallot, Clémence Marchand (2016).** Les fermentations alimentaires. 63p.
- Calabrese V, Butterfield A et Stella M (2003).** Nutritional antioxidants and the heme oxygenase pathway of stress tolerance: novel targets for neuroprotection in Alzheimer's disease. *Italian Journal of Biochemistry*, **52(4)** : 177–81p.
- Carakostas M, Leslie Curry, Boileau A, David Brusick (2008).** Overview: The history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. *Food and Chemical Toxicology*. **7(7)**:1-10p.
- Castro-alba V, Lazarte C, Perez-rea, D, Carlsson N, Almgren A, Bergenstahl B et Granfeldt Y (2019).** Fermentation of pseudocereals quinoa, canihua, and amaranth to improve mineral accessibility through degradation of phytate. *Journal of the science of Food and Agriculture*. **99 (11)**. 5239-5248p.
- Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL) (2021).** Maturité et qualité gustative des fruits et légumes en restauration hors domicile. 9p.
- Chandrasekara N et Shahidi F (2011).** Antioxydative potentiel of cashew phenolics in food and biological model systems as affected by roasting. *Food Chemistry*, **129 (4)**: 1388-1396p.
- Cheng-mei Liu, Qian Peng, Jun-zhen Zhong, Wei Liu, Ye-jun Zhong, Fang Wang (2018).** Molecular and Functional Properties of Protein Fractions and Isolate from Cashew Nut (*Anacardium occidentale* L). *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. **23** : 393p.
- Cherif antar Asma (2019).** Examen microscopique des micro-organismes /L'état frais. Module : Outils analytiques de Microbiologie. Université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen. 8p
- Codex Alimentarius (1999).** Norme générale codex pour l'utilisation de termes de laiterie. 4p.

- Codex Alimentarius (2008).** Codex standard for fermented milks. 11p.
- Codex Alimentarius (2020).** Code d'usages sur la gestion des allergènes alimentaires pour les exploitants du secteur alimentaire. 23p.
- Codex Alimentarius 1976 (1995,2021).** Norme générale pour les additifs alimentaires.
- Coly Mamadou M L (2016).** Etude des caractéristiques morphologiques et de la germination des noix d'*Anacardium occidentale* L. de la région de Ziguinchor. *Mémoire. Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture*. 57p.
- Courtet Florence Leymarios (2010).** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. *Thèse doctorale, École Nationale Vétérinaire d'Alfort*. 128p.
- Curry LL, Roberts A (2008).** Subchronic toxicity of rebaudioside A. *Food Chemistry Toxicologie*. **46 (7)**: 10p.
- D'Adamo Christopher R et Azize Sahin (2014).** Soy foods and supplementation: a review of commonly perceived health benefits and risks. *Alternative Therapies in Health and Medicine*. **20 (1)**:39-51p.
- Das K, Banerjee D, Chakraborty D, Pakhira M, Shrivastava B et Kuhad R (2012).** Saponin: role in animal system. *Veterinary World*, **5 (4)**:248 – 254p.
- De Rigal David (2001).** Recherches sur l'inhibition du brunissement enzymatique : utilisation de préparations enzymatiques, substituts aux sulfites. *Thèse doctorale. Département de la biochimie. Université de droit, d'économie et des sciences D'Aix-Marseille III*. 209p.
- Devani M, Shishoo J, Shal S and Suhagia B (1989).** Spectrophotometric methods for micro determination of nitrogen in Kjeldahl digest. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*. **72 (6)**: 953-956p.
- Dhakal Damodar, Younas Tayyaba, Bhusal Ram Prasad, Devkota Lavaraj, Henry Christiani Jeyakumar, Dhital Sushil (2023).** Design rules of plant-based yoghurt-mimic: Formulation, functionality, sensory profile and nutritional value livre: Hydrocolloides alimentaires. **142**: 108-786p.
- Dhar Priyanka , Amol Tayade, Surendra Saurav, Om Prakash (2012).** Antioxidant capacities and phytochemical composition of *Hippophae rhamnoides* L. leaves methanol and aqueous extracts from trans-Himalaya. *Journal of Medicinal Plants Research*. **6**:5780-5788p.

- Djako Arsène (2022).** Caractérisation morphologique et potentialité nutritionnelle de quatorze (14) accessions de noix de cajou (*Anacardium occidentale* L.). Revue ivoirienne de géographie des savanes. **12**:19p
- Djongmo Awe Victor (2016).** Diversité floristique et stocks de carbone des plantations à *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) dans la région du Nord Cameroun : Cas de Ngong. *Mémoire en Botanique-Ecologie. Université de Ngaoundéré*. 50p.
- Dogo N, N'Guetta M, Neves E (1999).** Valorisation du faux fruit et du vrai fruit de l'anacardier, dossier thématique, *École Nationale supérieure des Industries alimentaires, Section Industries alimentaires régions chaudes (Ensia-Siarc), Montpellier, France*.
- Dubey R, Patel V (2018).** Probiotiques : un outil prometteur pour l'absorption du calcium. *Le journal de l'Open Nutrition* **12 (1)** : 59-69p.
- Dubois M, Gilles K, Hamilton J, Roberts P and Smith F (1956).** Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chemistry*, **28(3)**: 350-356p.
- Duchesne C (2002).** Caractéristiques et usages des émulsions bitumineuses (liant d'accrochage). Bulletin information technique.
- EFSA (European Food Safety Authority) (2014).** Scientific opinion on dietary reference values for Zinc. *EFSA Journal*. **12(10)** : 76 p.
- Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C, Attia H (2011).** Dietary fibre and fibre rich by products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications. *Food Chemistry*. **124(2)** : 411-421p.
- Eymard Sylvie (2003).** Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation du chinchard (*Trachurus trachurus*) : choix des procédés. *Thèse doctorale. Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes-France*. 217p.
- Fain O (2004).** Carences en vitamine C ; La revue de Médecine interne. **25(12)** : 872-880p.
- Fatiha Arioui (2018).** Propriétés Techno-fonctionnelles Des Concentrés Protéiques Du Lactosérum. *Nutrition & Santé*. **7(1)** : 41-48p.
- Fessard Amandine. (2017).** Recherche de bactéries lactiques autochtones capables de mener la fermentation de fruits tropicaux avec une augmentation de l'activité antioxydante. Thèse de Doctorat en Agroalimentaire, Biotechnologies alimentaires et Sciences des aliments, Université de la Réunion, Saint-Denis, France 192 p.

- Filannino P, Bai Y, Di Cagno, Gobbetti M et Gañzle M, (2015).** Metabolism of phenolic compounds by *Lactobacillus* spp. during fermentation of cherry juice and broccoli puree. *Food Microbiol*, **46** : 272-279p.
- Foisnet Eléonor (2020).** Acide Phytique : Fermentation et réduction de la quantité d'acide phytique dans les produits alimentaires à base de céréales ou de protéagineux. *Mémoire. Université de Rennes*.36p.
- Francis G, Makker S et Becker K (2001).** Antinutritional factors present in plant derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, **199**: 197-227p.
- Gatlin III D, Barrows R, Brown P, Dabrowski K, Gaylord T, Hardy R, Herman E, Hu G, Krogdahl A, Nelson R, Overturf K, Rust M, Sealey W, Skonberg D, Souza E, Stone D, Wilson R, Wurtele E (2007).** Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds – a review. *Aquaculture Research*, **38**:551-79p.
- George F, Kerem Z, Makkar S et Klaus B (2002).** The biological action of saponins in animal systems: a review; *British Journal of Nutrition*, **88 (6)**: 587– 605p.
- González-Gallego Javier, Victoria García-Mediavilla, Sonia Sánchez-Campos, María J Tuñón (2010).** Fruit polyphenols, immunity and inflammation. *British Journal of Nutrition*, **104**: 15-27p.
- Goulet O, Turck D, and Vidailhet M (2012)** Alimentation de l'enfant en situations normale et pathologique. Livre. Rueil-Malmaison : Doin éditeurs.666p.
- Gouzi Hicham (2015).** Extraction et caractérisation biochimique des polyphénols oxydases de champignons et leur application en biocatalyse supportée. *Thèse doctorale. Université Pierre et Marie Curie- Paris*.169p.
- Goy Daniel, Ernst Jakob, John Haldemann (2015).** Les fermentations lactiques. *Agroscope*.59 :16p.
- Grases F, March R, Prieto B, Simonet A, Costa-Bauza A. et al (1999).** Urinary phytate in calcium oxalate stone formers and healthy people dietary effects on phytate excretion. Scandinavian. *Journal of Urology and Nephrology*. **34** : 162-164p.
- Hamawa Yougouda, Adoum D, Orliane N, Claudette M, Jean Marie Désiré Ko Awono et Pierre Marie Mapongmetsem (2019).** Effet du poids de noix et de la dose d'engrais sur la germination et la croissance de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) dans la savane guinéenne du Cameroun. *Afrique Science*. **15(5)** 302-312p.
- Hanhineva K, Torronen R, Bondia-Pons I, Pekkinen J, Kolehmainen M, Mykkanen H, Poutanen K (2010).** Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*.**11 (4)**: 1365 -1402p.

- Harlé Olivier (2020).** Identification des interactions positives entre bactéries lactiques en fermentation de jus de soja. *Thèse doctorale. Institut Agrocampus Ouest, France.* 217p.
- Harris L and Ray S (1935).** Determination of ascorbic acid in urine. Method using titration with 2, 6-dichlorophenol indophenol. *Lancet*, **1**:176-462p.
- Hassan A and Umar K (2004).** Antinutritive factor in African locust beans (*Parkia biglobosa*). Proceedings of the 27th. *International Conference of the Chemical Society of Nigeria*. 322-326p.
- Horwitz W (2000).** Official Method of Analysis of AOAC. International. 17th Edition. AOAC International, Maryland, USA.
- Huang Y, Thompson T, Wang Y, Yu Q, Jhu L, Xu X, Townsend J A (2019).** Analyse du potentiel cariogène des boissons lactées alternatives par modèle de biofilm *Streptococcus mutans* et modèle de caries ex vivo. *Archives de biologie orale*. **105** :52-58p.
- Hur J, Lee Y, Kim Y-C, Choi I et Kim G-B (2014):** Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chem*. **160**: 346-56p.
- Ibrahim Fofana, Doudjo Soro, Mohamed Anderson Yeo, Ernest Kouadio Koffi (2017).** Influence de la fermentation Sur les caractéristiques Physicochimiques et Sensorielles de la farine composite a base de banane plantain et d'amande de cajou. *European Scientific Journal*. **13(30)**: 22p.
- Ikpeme C, Eneji C and Igile G (2012).** Nutritional and organoleptic properties of wheat (*Triticum aestivum*) and Beniseed (*Sesame indicum*) composite flour baked foods.
- van Harsselaar², R van Tol¹¹, E Vaughan¹² and K Verbeke¹³ (2020)** 'Short chain fatty acids in human gut and metabolic health', *Beneficial Microbes*, **11(5)** : 411–455 pp.
- Jeske S, zannini E, et Arendt K (2018).** Passé, présent et futur : la force des substituts laitiers à base de plantes basés sur des matières premières sans gluten. *Internationale de recherche alimentaire*, **110** : 42-51p.
- Kaila M, Isolauri E, Soppi E, Virtanen E, Laine S, Arvilommi H (1992).** Enhancement of the circulating antibody secreting cell response in human diarrhea by a human *Lactobacillus* strain. *pediatric research*. **32(2)** :141-144p.
- Kaushik S J (1990).** Use of alternative protein sources for the intensive rearing of carnivorous fishes. In : Flos R, Tort L, Torres P, eds. *Mediterranean Aquaculture*. Chichester (Angleterre) : Ellis Horwood.
- Kerharo J, Adam G (2009).** « La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes médicinales et toxiques ».

- Khady Ba, Emmanuel Tine, Jacqueline Destain, Ndiaga Cissé, Philippe Thonart. (2010).** Étude comparative des composés phénoliques, du pouvoir antioxydant de différentes variétés de sorgho sénégalais et des enzymes amylolytiques de leur malt. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. **14(1)** : 131-139 p.
- Kizzie-Hayford N, Jaros D, Rohm S (2016).** Effets de l'enrichissement protéique sur les propriétés microbiologiques, physico-chimiques et sensorielles du lait de noix de tigre fermenté. **74**:319-324 p.
- Klompong V, Benjakul S, Kantachote D, Shahidi F (2007)** Antioxidative activity and functional properties of protein hydrolysate of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*) as influenced by the degree of hydrolysis and enzyme type. *Food Chemistry*.**13**:17-27p.
- Knorr et Augustin (2021).** Food processing needs advantages and misconceptions. *Trends in Food Science Technology*, **108**: 103-110p.
- Kohli Deepika, Kumar Sanjey, Upadhyay Shuchi, Mishra Ritesh (2017).** Preservation and processing of soymilk. *International Journal of Food Science and Nutrition*. **2(6)**: 66–70p.
- Kone Siela, Nygble Angèle, Sika-piba, Mamadou Dagnogo et Kouassi Allou (2019).** Fluctuations des différents stades de développement d'*Analeptes trifasciata* F. au Centre-Nord de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **13(6)** : 2646-2656p.
- Kotchofa Régina M (2014).** Contraintes et opportunités de création de valeur ajoutée dans les chaînes de transformation des fruits du karité (*Vit ellaria paradoxa*) et du cajou (*Anacardium occident ale* L) dans les provinces de la Sissili et du houet au Burkina Faso. *Masteur. Université de Ouagadougou*. 80p.
- Kozol J (1990).** Afrosimetric estimation of threshold saponin concentration for bitterness in quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) – *Journal of the Science of Food and Africulture*, **54(2)** :211-249p.
- Kris-Etherton M, Frank Hu, Emilio Ros, and Joan Sabaté (2008).** The rôle of Tree Nuts and Peanuts in the Prevention of Coronary Heart Disease: Multiple Potential Mechanisms. *The Journal of Nutrition*, **138 (9)**: 1746–1751p.
- Ksouri R, Megdiche W, Debez A, Falleh H, Grignon C et Abdelly C (2007).** Salinity effects on polyphénols content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile* maritime. *Plant Physiology and Biochemistry*. **45** : 244-249p.

- Kumar V et Sinha K. (2018).** General aspects of phytases: Enzymes in Human and Animal Nutrition. *Elsevier Inc.* 53-72p.
- Lacroix, Eric J (2003).** Les anacardiés, les noix de cajou et la filière anacarde à Bassila et au Bénin. *Projet Restauration des Ressources Forestières de Bassila* .75p.
- Lamia Belkacem (2023).** Structures et propriétés des glucides. Cours de biochimie 1 année médecine.
- Lautié Emmanuelle, Manuel D, de Souza Filho, Max R (2001).** Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marchés. Article de synthèse. **56(4)** : 235–248p.
- Lecasble C (2012).** Le marc de café comme source atypique de tanins condensés dans le contrôle intégré des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants du Yucatán Mexique, thèse de *doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine de Créteil* : 102 p.
- Leeson S, Summers J (2009).** Commercial poultry nutrition. 3ème édition. Nottingham University Press.
- Lestienne Isabelle, Icard-Vernière Christèle, Picq Christian, Trèche Serge (2003).** Effets du trempage de graines et de farines de céréales et de légumineuses sur leur teneur en phytate et leurs rapports molaires Hy/Fe et Phy/Zn. *Food processing at household and community level*. 479-488p
- Livesey G, Elia M, JH Cummings, JL Rombeau, Sakata T (1995).** physiological and clinical aspects of short-chain fatty acids. *The press syndicate of the university of cambridge New-York*, 427-481p.
- Liyana-Pathirana M, Shahidi F et Alasalvar C (2006).** Antioxidant activity of cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chemistry*, **99 (1)**: 121-128p.
- Lompo L, Niculescu N, Broutain C (2006).** Compte rendu atelier sous régional de restitution : Démarche d'élaboration d'un guide de bonnes pratiques d'hygiène : maîtrise de la qualité dans la transformation laitière. – Ouagadougou : 44p.
- Lykkesfeldt J, Michels A, Frei, B (2014).** Vitamin C. *Advances in Nutrition*. **5(1)**: 16-18p.
- Mahaut Michel, Romain Jeantet, Pierre Schuck, Gérard Brulé (2000).** Les produits industriels laitiers, techniques et documentation. *Lavoisier TEC et DOC*, **1** :178 p.
- Maleki N, Khodaiyan F, Moussavi M (2015).** Activité antioxydante du lait de noisette fermenté. *Sciences de l'alimentation et biotechnologie*. **24(1)** :107 - 115 p.
- Manach C, Scalbert A, Morand C, Remésy C, Jiménez L (2004).** Polyphénols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*. **79(5)**:21p

- Martinez M et Whitaker R (1995).** The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends Food Science Technology*.**6**:195-200p.
- Massey K (2007).** Food oxalate: factors affecting measurement, biological variation, and bioavailability. *Journal of the American Dietetic Association*. **107**:1191–1194p.
- Mekhaneg Benyoucef (2020).** Variation de la composition du lait en fonction de la race et de l'alimentation : aptitude à la coagulation par une protéase purifiée extraite du proventricule de dinde (*Meleagris gallopavo*). *Thèse doctorale. Ecole Nationale Supérieure Agronomique-El-Harrach* : 169p.
- Mezajoug Kenfack (2010).** Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des protéines de tourteaux, de concentrats et d'isolats de *ricinodendron heudelotii* (Bail) pierre ex pax et de *tetracarpidium conophorum* (Mull. Arg). *Thèse. Université de N'Gaoundéré*.227p.
- Middleton E, Kandaswami C et Theoharides C (2000).** The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Reviews*. **52(4)** :673-751p.
- Moshood Adewale Belewu, Abdulazees Muhammed-Lawal, Kadijat Abdulsalam, Kafayat Yemisi Belewu, Nosimot Oluwatobi Belewu (2014).** Date-coconut drink: physico-chemical and sensory qualities. *Journal of science and technology*. **9(2)**: 6p.
- Moshood Belewu et Kafayat Yemisi Belewu. (2007).** Évaluation physico-chimique comparative des sources de lait tigre-nuxine, de soja et de coco.
- Mshana R, Abbiw K, Addae-Mensah I, Adjanouhoun E, Ahyi R A, Ekpere A, (2000).** Traditional medicine and Pharmacopoeia contribution to the revision of ethnobotanical and floristic studies in Ghana. *Organization of African Unity/ Scientific, Technical and Research Commission*. 49p.
- Muhammad S, Beenish I, Nighat B and Amanat A (2011).** Effect of cooking on soluble and insoluble oxalate contents in selected pakistani vegetables and beans. *International Journal of Food Properties*. **14(1)**: 241-249 p.
- Murray R, Bender D, Botham K, Kennelly P, Rodwell V, Weil A (2013).** Biochimie de Harper 5e Edition. Traduction de la 29e édition américaine par Lionel Domenjoud.138-534p.
- Myriam Marie-Louise Grundy, Karen Lapsley, Peter Rory Elli (2016).** A review of the impact of processing on nutrient bioaccessibility and digestion of almonds. *International Journal of Food Science and Technology*. **51(9)**:10p.

- N'Cho Carine, Doudjo Soro, Mohamed Anderson Y., Ernest Kouadio K. (2022).** Influence of Heat Treatment on the Nutrient Profile of Cashew Kernel Milk (*Anacardium occidentale* L.). *Journal of Food and Nutrition research*. **10(1)** : 58-64p.
- Ndhlala A, Kasiyamhuru A, Mupure C, Chitindingu K, Benhura M and Muchuweti M (2007).** Phenolic composition of *Flacourtia indica*, *Opuntia megacantha* and *Sclerocaya birrea*. *Food chemistry*. **103 (1)**: 82-87p.
- Nestlé Nidal 2 (2024).** Diététique, régime et nutrition Aliments diététiques et de régime de l'enfance Alimentation normale. Vidal.
- Nilufer D, Boyacioglu D (2008).** Composants alimentaires fonctionnels des produits à base de soja et de soja Gida, **33(5)** : 241-250 p.
- Njoku C, Ayuk A and Okoye V (2011).** Température Effects on Vitamin C Content in Citrus Fruits. *Pakistan Journal of Nutrition*. **10 (12)** : 1168-1169p.
- Nkechi Emelike Juliet Tamuno et Akusu Ohwesiri Monday (2019).** Physicochemical, Minéral and Sensory Characteristics of Cashew Nut Milk. *International Journal of Food Science and Biotechnology*. **4(1)**: 1-6p.
- Ogunlade I, Olaofe O and Fadare I (2005).** Chemical composition, amino acids and nutritional properties of selected seafoods. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. **3**: 130-133p.
- Ola A, Ikawati Z, Sismindari D, Tawo B (2008).** Molecular identification and anticancer activity of alkylphenol from cashew nut shell oil (*Anacardium occidentale*) grown in Timor Island. *Majalah Farmasi Indonesia*. **19(3)**: 137-144p.
- Olatidoye P, Sobowale S, Ogundipe O, Adebayo-Oyetero, Akinwande F (2017).** Production And Quality Evaluation of Imitation Yoghurt from Blends of Cow Milk and Cashewnut Milk (*Anacardium occidentale* L). *International Journal of Advanced Research and Publications*. **1 (5)**:7p
- Olayeye L, Owolabi B, Adesina A, Isiaka A (2013).** Chemical composition of red and white cocoyam (*Colocasia esculenta*) leaves. *International Journal of Sciences and Research*. **11(2)**: 121-125p.
- Olayinka Ayeola, Yahaya Eugene, Ogunwolu Olalekan, Igbinadolor Richard and Mokwunye Chuka (2017).** Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of cashew milk formulated yoghurt. *African Journal of Food Science*. **12(8)** : 204-209p.
- Organisation Ouest Africaine de la Santé (OOAS) (2020).** Pharmacopée de l'Afrique de l'Ouest. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 235p.

- Padma M, Jagannadarao K, Edukondalu L, Ravibabu G, et Aparna K (2018).** Physico-chemical analysis of milk prepared from broken rice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. **7(2)**: 426-428p.
- Pardeshi I, Murumkar R, Tayade P (2014).** Optimisation du procédé de séchage par atomisation du lait de soja et du lait de soja germé. *Journal of Grain Processing and Storage*, **1(1)**: 13-20 p.
- Peynaud E and Blouin J (2013).** Eds. Le gout du vin : le grand livre de la dégustation. 5ème édition. Dunod.
- Philippe Marteau et Séverine Olivier (2017).** Cahiers de nutrition et de diététique : L'intolérance au lactose. *Elsevier Masson France*. **52** : 13-18 p.
- Pierre-André Dubé (2009).** Le stévia, un édulcorant naturel. *Bulletin d'information toxicologique*. **25(1)** : 7p.
- Popoola T, A Kolapo and R Afolabi (2007).** Biochemical détérioration of Soy bean dadadawa (A condiment). *J. Food Agric. Environ*. **5(1)** : 67-70p.
- Potin François (2019).** Effet de l'extraction des protéines de tourteaux de chanvre sur leurs fonctionnalités. *Thèse doctorale. Ecole Doctorale Environnements -Santé*. 217p.
- Pougheon S. (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. *Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France* : **34** :102 p.
- Rakoto Arimalala Farasoa (2005).** Contribution à l'étude de la fermentation du lait de soja par des bactéries lactiques thermophiles. *Mémoire en biochimie approfondies. Université d'Antananarivo*.108p.
- Rasika M, Vidanarachchi K, Rocha S, Balthazar F, Cruz G, Sant'Ana A, et Ranadheera C (2020).** Le lait à base de plantes se substitue en tant que nouveaux porteurs probiotiques. *Opinions actuelles dans le domaine de la science alimentaire*. **38** : 8-20p.
- Ricard Rico1, Mònica B, Jordi Salas-Salvadó (2015).** Nutritional composition of raw fresh cashew (*Anacardium occidentale* L.) kernels from different origin. *Food Science and Nutrition*. **4(2)** : 329-338p.
- Righi M, (2006).** Microorganismes en action : le yaourt. *Université de Laval*, 21p.
- Roberfroid M (1993).** Dietary fiber, inulin, and oligofructose: A review comparing their physiological effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **33(2)**: 103-148p.

- Robles j et Motheral L (2014).** Réaction d'hypersensibilité après inhalation d'un inhalateur-poussière sec contenant du lactose. *The Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics*. **19(3)**: 206-211p.
- Sainlaud chloé (2021).** Caractérisation du vieillissement de matrices alimentaires enrichies à base lipidique. Etude de l'évolution de leurs propriétés texturales au cours du temps. *Thèse doctorale. Université Rouen Normandie*.181p.
- Salahuddin P, Khan R, Siddiqi M (2017).** Structure et fonctions des protéines. Biochimie de base. Unité interdisciplinaire de biotechnologie, Université musulmane d'Aligarh, Inde. Austin publishing group.
- Sali B, Madou C, Nome A, Kuate J (2020).** Caractérisation socio-économique des grands bassins de productions d'anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) et étude comportementale de leur peuplement dans le Cameroun Septentrional. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. **14(6)**: 2094-2111p.
- Santangelo C, Vari R, Scazzocchio B, Di Benedetto R, Filesi C, et Masella R (2007).** Polyphénols, intra cellular signalling and inflammation. *Annali Dell'Istituto Superiore Di Sanita*. **43 (4)**: 394-405p.
- Scalbert A, Manach C, Morand C, Remésy C, Jiménez L (2005).** Dietary polyphenols and the prevention of de diseases. *Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition*. **45(4)** : 287-306p.
- Schneider M (2008).** Probiotiques. *Médecine des Maladies Métaboliques*. **2(4)** : 363-367p.
- Sefa-Dedeh S, Agyir-Sackey K (2004).** Chemical composition and the effect of processing on oxalate content of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* and *Colocasia esculenta cormels*). *Food Chemistry*. **85**: 479-487p.
- Selmane Darine (2010).** Étude de l'Extraction des Protéines de Coproduits d'abattage et de leur Valorisation comme ingrédients fonctionnels. *Thèse doctorale : Blaise pascal Clermont*.226p.
- Seow C, Gwee N (1997).** Coconut milk: Chemistry and technology. *International Journal of Food Science & Technology*: **32 (3)**. 189-201 p.
- Serna-Saldívar S, Chávez-Santoscoy R, Gutiérrez-Urbe J (2013).** Effect of flavonoids and saponins extracted from black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed coats as cholesterol micelle disruptors. *Plant Foods for Human Nutrition*. **68**: 416–423p.
- Sethi S, Tyagi S, and Anurag R (2016).** Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages. *Journal of Food Science and Technology*. **53(9)**: 3408-3423p.

- Sguera S (2008).** Spirulina plantes et ses constituants, intérêts nutritionnels et thérapeutiques. *Thèse de docteur en pharmacie. Université Henri Poincaré-Nancy.1* :179 P.
- Shori Amal Bakr et Ashwag Jaman Al-zahrana (2022).** Non-dairy plant-based milk products as alternatives to conventional dairy products for delivering probiotics. *Food Science and Technology.42*: 14p.
- Shori Amal Bakr, Ghadi Slman Aljohania, Ashwag Jaman Al-zahrana, Ohoud Shami Al-sulbia, Ahmad Salihin Baba (2022).** Viability of probiotics and antioxidant activity of cashew milk-based yogurt fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. *Food Science and Technologies.153*: 8p
- Shori Amal Bakr, Ohoud Shami AL-SULBI (2022).** Viability of selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. and sensory evaluation of concentrated yogurt (labneh) made from cow, camel, and cashew milk. *Journal of Food Science and Technology. 42(1)*: 9p.
- Shuji Ogino (2022).** Steps involved in food processing and their benefits and Disadvantages. *Journal of Food and Dairy Technology, 10 (1)*: 9-11p.
- Skene C D (2006).** Saponin-adjuvanted particulate vaccines for clinical use. *Methods. 40 (1)*: 9 –53p.
- Smith K** Dans Huiles et graisses de spécialité dans l'alimentation et nutrition. *Editions Woodhead ; Marietta, GA, Etats-unis : 2015.* Huiles et graisses spécialité dans la crème glacée. 271-284 pp.
- Smitha P, Alagundagi S and Salakinkop S (2013).** The anti-nutritional factors in fourages - A review. *Actuel Biotica 6(4)*: 516-526p.
- Soetan KO, Oyewole OE (2009).** The need for adequate processing to reduce the anti-nutritional factors in plants used as human foods and animal feeds : A review. *African J. Food Sci. 3*:223-232p.
- Sopido A, Ahiniyi A et Ogunbanos U (2000).** Studies on certain characteristics of extracts of bark of *Pansinystalia macrucas* (K. Schem.) Pieve Exbeille. *Global Journal of Pure and Applied Sciences, 6*:83-87p.
- Soro Doudjo (2012).** Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme de cajou : performances et impacts sur la qualité des produits. *Thèse doctorale. Institut des Régions Chaudes Montpellier Supagro-département des sciences des Procédés-Sciences des Aliments* 156p.
- Soro Pégnonsienrè Lacina, Naka Touré, Fankroma Martial Thierry Koné, Marcellin Konan Kouadio, Kouakou Martin Djè, Soumaila Dabonné (2021).** Optimisation de la stabilisation physique du lait de coco en utilisant la gomme de cajou (*Anacardium*

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

occidentale L.) comme agent stabilisant. *European Scientific Journal, Natural/Life/Medical Sciences*. **17(7)** :227-242p.

Statista Research Département (2023). Production mondiale de noix de cajou en volume 2000-2021.

Tandjiekpon M, (2005). Caractérisation des systèmes et agrosystèmes forestiers à base d'anacardier (*Anacardium occidentale* linnaeus) en zone de savane au Bénin. 122 p.

Taranto Fancesca, Pasqualone Antonella, Mangini Giacomo, Tripodi Pasquale, Miazzi Monica Marilena, Pavan Stefano, Montemurro Cinzia (2017). Polyphenols oxidases in crops: Biochemical, physiological and genetic aspects. *International Journal of Molecular Sciences*. **18(2)**: 377p.

Tchikaya F, Bantsielé B, Kouakou-Siransy G, Datté Y (2011). *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) stem bark extract induces hypotensive and cardio-inhibitory effects in experimental animal models. *African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines*. **8(4)**:452-461p.

Tédong L, Dzeufiet D, Dimo T, Asongalem E (2007). Acute and subchronic toxicity of *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) leaves Hexane Extract in Mice. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. **4 (2)**: 140-147p.

Turchet P, Laurenzano M, Auboiron S, Antoine J M (2003). Effect of fermented milk containing the probiotic *Lactobacillus casei* DN-114001 on winter infections in free-living elderly subjects: a randomised, controlled pilot study. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*. **7 (2)**:75-77p.

Turkmen N, Sari F, Velioglu Y S (2006). Effect of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. *Food Chem*. **99** : 835-841p.

Wardowski W and Ahrens M (1990). Cashew Apple and Nut. Fruits of Tropical and Subtropical Origin, Florida Science Source, Lake Alfred. 67-87p.

WHO (2015). Guideline: Sugars intake for adults and children. https://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/en/.

Yan Xiaoli, Wang Yangling, Chen Yi, Xie Jianhua, Yu Qiang (2021). Effect of roasting duration on the solubility, structure, and IgE-binding capacity of cashew nut proteins. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. **68** : 7p.

Yapi Jocelyn Constant, Kouamé Claude YA, Mankambou Jacques Gnanwa et Lucien Patrice Kouame (2021). Prévention du brunissement enzymatique de l'aubergine violette (*Solanum melongena* L.) par traitement thermique : analyses cinétiques et

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

thermodynamiques. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. **15 (5)**: 2038-2049p.

Yoona Kim , Jennifer B Keogh , Peter M Clifton (2016). Polyphenols and Glycemic Control. *National Library of Médecine*. **8(1)**:17p.

Zujko E, Witkowska M (2014). Potentiel antioxydant et teneur en polyphénols des boissons, des chocolats, de noix et de graines. *International Journal of Food Properties* **17** : 86-92p.

ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1 : Milieux de culture

Milieu pour dilution : eau physiologique

L'eau physiologique a été utilisée pour la dilution des échantillons de yaourts destinés à l'analyse microbiologique.

Composition	Gramme/litre
Chlorure de sodium (NaCl)	9g
Eau distillée	1l

Milieu pour dénombrement

Milieu utilisé pour le dénombrement était la MRS-Agar

MRS (Man, Rogosa et Sharpe broth)	80g
-----------------------------------	-----

Composition	Grammes/ litre (g/100g)
Peptone	1
Extrait de bœuf	1
Extrait de levure	0,4
Glucose	2
Acétate de sodium tri hydraté	0,5
Polysorbate 80	0,1
Dihydrogénophosphate de potassium	0,2
Citrate de triammonium	0,2
Sulfate de magnésium heptahydraté	0,02
Agar	22,5g

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.



Photographie 5 : Observation des *Streptococcus thermophilus* par coloration différentielle des échantillons de yaourts

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

ANNEXES

**Annexe 2: Fiche d'analyse
Sensorielle**

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

REPUBLIC OF CAMEROON

PAIX-TRAVAIL-PATRIE

PEACE-WORK-FATHERLAND



UNIVERSITE DE YAOUNDE I

THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

FACULTE DES SCIENCES

FACULTY OF SCIENCE

Code paneliste

(Ane pas remplir)

DEPARTEMENT OF BIOCHEMISTRY

LABORATOIRE DES SCIENCES DES ALIMENTS RT METABOLISME

LABORATORY FOR FOOD SCIENCE AND METABOLISM

ANALYSE SENSORIELLE : DES YAOURTS FAITS A BASE DE LAIT D'AMANDE DE CAJOU

FICHE D'ENREGISTREMENT DU PANELISTE

Date :/ Noms : /Contact :

✂ -----

Code paneliste

(Ane pas remplir)

----- I. Dans le cadre de cette analyse sensorielle 5 échantillons de yaourts ont été formulés à base d'amandes de cajou. Après la formulation, il vous est demandé d'apprécier : la couleur, l'odeur, la consistance, le goût et l'acceptabilité générale selon l'échelle ci-

dessous.

Tableau 1 : Echelle hédonique

Note	1	2	3	4	5	6	7
Appréciation	Très déplaisant	Déplaisant	Peu déplaisant	indifférent	Peu plaisant	plaisant	Très plaisant

Nous vous prions de bien vouloir reporter vos résultats dans les cases ci-dessous en utilisant les chiffres 1 à 7 dans la colonne :

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Annexe 3 : tableau d'analyse sensorielle

Echantillon 309	Note
Couleur	
Odeur	
Consistance	
Goût	
Acceptabilité générale	

Echantillon 875	Note
Couleur	
Odeur	
Consistance	
Goût	
Acceptabilité générale	

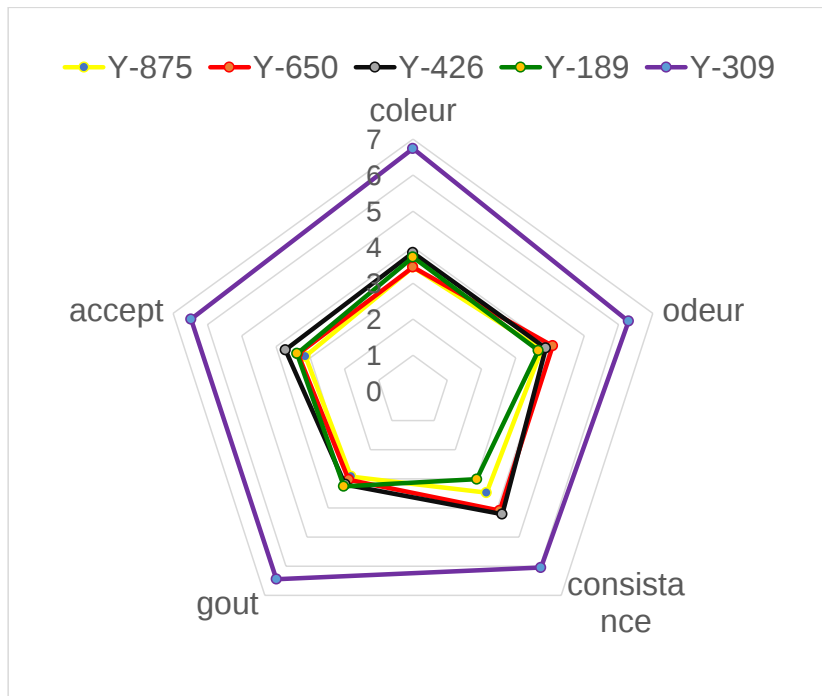
Echantillon 426	Note
Couleur	
Odeur	
Consistance	
Goût	
Acceptabilité générale	

Echantillon 189	Note
Couleur	
Odeur	
Consistance	
Goût	
Acceptabilité générale	

Echantillon 650	Note
Couleur	
Odeur	
Consistance	
Goût	
Acceptabilité générale	

Merci d'avoir participé à cette dégustation !!!

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.



préparations des solutions de dosage des protéines

➤ **Réactifs de dosage des protéines**

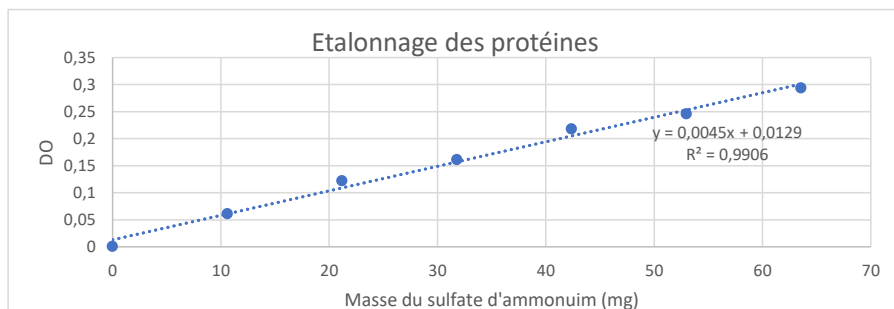
- ❖ Solution d'acétate de sodium (4,1g pour 50mL d'eau distillée)
- ❖ Solution standard : 0,04mg d'azote/mL préparée à partir du $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (PM=132,14g) de concentration 0,188mg/mL
- ❖ Solution réactive (15mL de formaldéhyde 37% + 7,8 mL d'acétylacétone puis compléter le volume à 100mL avec de l'eau distillée)

Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Annexe 4 : Tableau d'étalonnage avec la solution d'azote et le dosage des protéines

N° des tubes	1	2	3	4	5	6	7	Essai
Echantillon (mL)	/	/	/	/	/	/	/	0,1
Solution standard 0,04mg de N/mL (mL)	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	/
Acétate de sodium (0,08g/mL) (mL)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Solution réactive (mL)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
H ₂ O distillée (mL)	7,2	6,95	6,7	6,45	6,2	5,95	5,7	7,1
Plonger les tubes dans l'eau bouillante (97,5°C) pendant 15 min, puis refroidir dans un courant d'eau froide pour baisser la température à 30°C								
Lecture de la DO à 412 nm contre le tube 1								
DO à 412 nm	0	0,061	0,122	0,161	0,217	0,245	0,293	X
Quantité d'azote (µg)	0	10	20	30	40	50	60	/

Annexe 5: Diagramme d'étalonnage des protéines



Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Anacardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

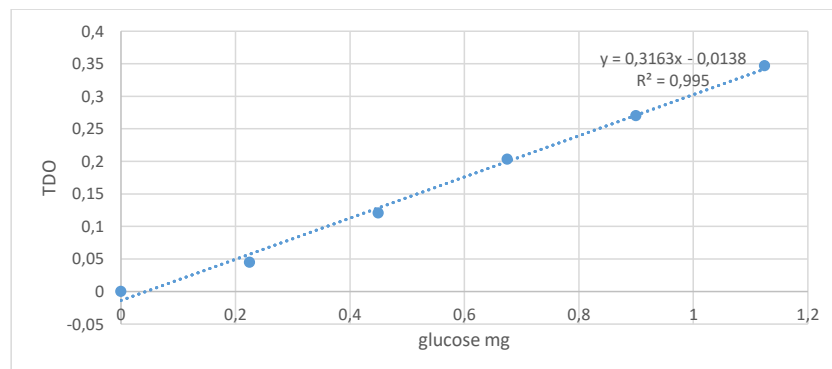
Annexe 6: Etalonnage de la solution de glucose et dosage des sucres réducteurs ou sucres

Totaux

A l'aide d'une solution étalon de glucose 1mg/ml, préparer la gamme suivante :

N° des Tubes	1	2	3	4	5	6	Blanc
Etalon de glucose à 1mg/ml (ml)	0	0,25	0,5	0,75	1	1,14	0
Echantillon à doser (ml)	/	/	/	/	/	/	0,5
Eau distillée (ml)	10	9,75	9,5	9,25	9	8,75	9,5
Phénol aqueux 50% (ml)	1	1	1	1	1	1	1
Acide sulfurique (d =1,83) (ml)	5	5	5	5	5	5	5
Laisser reposer 10 minutes, agiter, puis incuber au bain-marie à 30°C pendant 20 minutes							
Glucose (mg) DO à 490 nm	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	/

Annexe 7 : Diagramme d'étalonnage des glucides

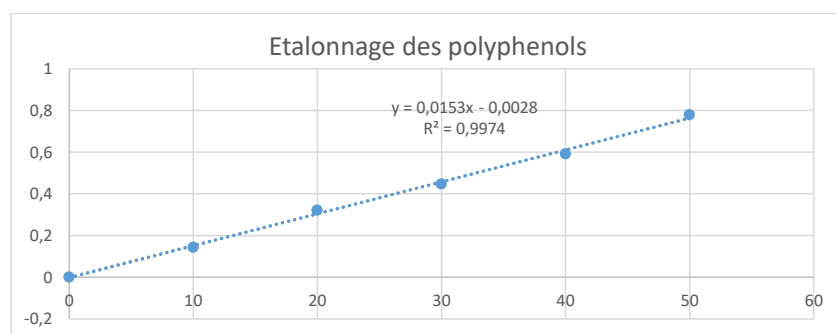


Propriétés techno-fonctionnelles des laits végétaux à base d'amande de cajou (*Ancardium occidentale* L.) et leur transformation en yaourt végétal.

Annexe 8: Tableau d'étalonnage des composés phénoliques

N° de tube	Blanc	1	2	3	4	5
Acide gallique (100ug/ml)	/	20	40	60	80	100
Méthanol (ul)	100	80	60	40	20	/
Eau distillée (ul)	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Follin-ciocalteu 2N	200	200	200	200	200	200
Mélanger, Laisser 3minutes à température ambiante. Ajouter :						
NaHCO ₃ 20% (m/v) ul	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Mélanger. Laisser à température ambiante à l'obscurité pendant 1h et lire la DO de la couleur bleu à 700 nm contre le blanc						
Acide gallique (ug)	0	2	4	6	8	10

Annexe 9: Diagramme d'étalonnage des composés phénoliques



Annexe 10: Tableau d'étalonnage des flavonoïdes

N° de tubes	Blanc	1	2	3	4	5
Quercétine (10ug/ml/ul)	/	100	200	300	400	500
Méthanol (ul)	500	400	300	200	100	/
AlCl ₃ 2%(m/v) (ul)	500	500	500	500	500	500
Mélanger. Laisser à température ambiante pendant 1h et lire la DO de la couleur bleue à 430 nm contre le blanc						
Quercétine (ug)	0	1	2	3	4	5

Annexe 11: Diagramme d'étalonnage des flavonoïdes

