

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Alimentaires
Option : Industrie Laitière



Réf :

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

MASTER

Thème

*Incorporation de poudre de feuille de
Moringa oleifera dans un yaourt Brassée*

Présenté par :

Maouchi El-djida & Merar Katia

Soutenu le : 21 Juin 2017

Devant le jury composé de :

M^{me}. BOUALI N.

Mr. ZAIDI F.

M^{me}. HASSISSEN N.

M^{me}. AOUDIA H.

M^{elle}. OUAHRANI S.

MCB

Professeur

MAA

MCB

Presidente

Encadreur

Examinatrice

Examinatrice

Invitée

Année universitaire : 2016 / 2017

Remerciements

Remerciements

Avant de commencer, nous tenons à remercier « le bon Dieu » de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté pour réaliser notre rêve et de mener à terme ce travail.

Nous présentons nos sincères remerciements à notre promoteur M^r ZAIDI, F. pour son aide, ses précieux conseils et son suivi qu'il nous a prodigués tout au long de notre recherche.

Nos remerciements s'adressent à M^{me} Bouali, N. pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.

Nous remercions également M^{me} HASSISSEN, N. d'avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce présent travail.

Nous voudrions exprimer nos remerciements à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Nous remercions également à M^{lle} OUAHRANI Sara et M^{lle} BENHAMOUCHE Tasaadit pour leurs précieuses aides.

A toute l'équipe du laboratoire de Nutrition et Alimentation

Enfin, que tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouve ici notre profond gratitude.

El-djida & Katia

Dédicaces

Je dédie cet humble travail :

A mes chers et respectueux parents qui ont tout sacrifié pour notre bien et qui ont éclairé notre route pour leur compréhension.

Ma très chère tante Daouia et ma grande mère maternelle Fatima pour tout ce qu'elles ont fait pour moi durant toutes mes années d'études ; pour leur encouragement et leur soutien, dieu vous bénisse.

A tous les membre de ma famille mes frère : Amaziane et sont épouse louiza, Karim.

A mes chères sœurs : Djamila et son marie Madjid, Noura et son marie Mohamed, Samia, Farida, Kouka.

A mon cher fiancé Djafaàr et A toute la famille kedjar grande ou petite.

A mon cher binôme Katia et A toute la famille Merar.

A mon chère fouzia et son marie Hafid.

A mon chère amie Sofiane.

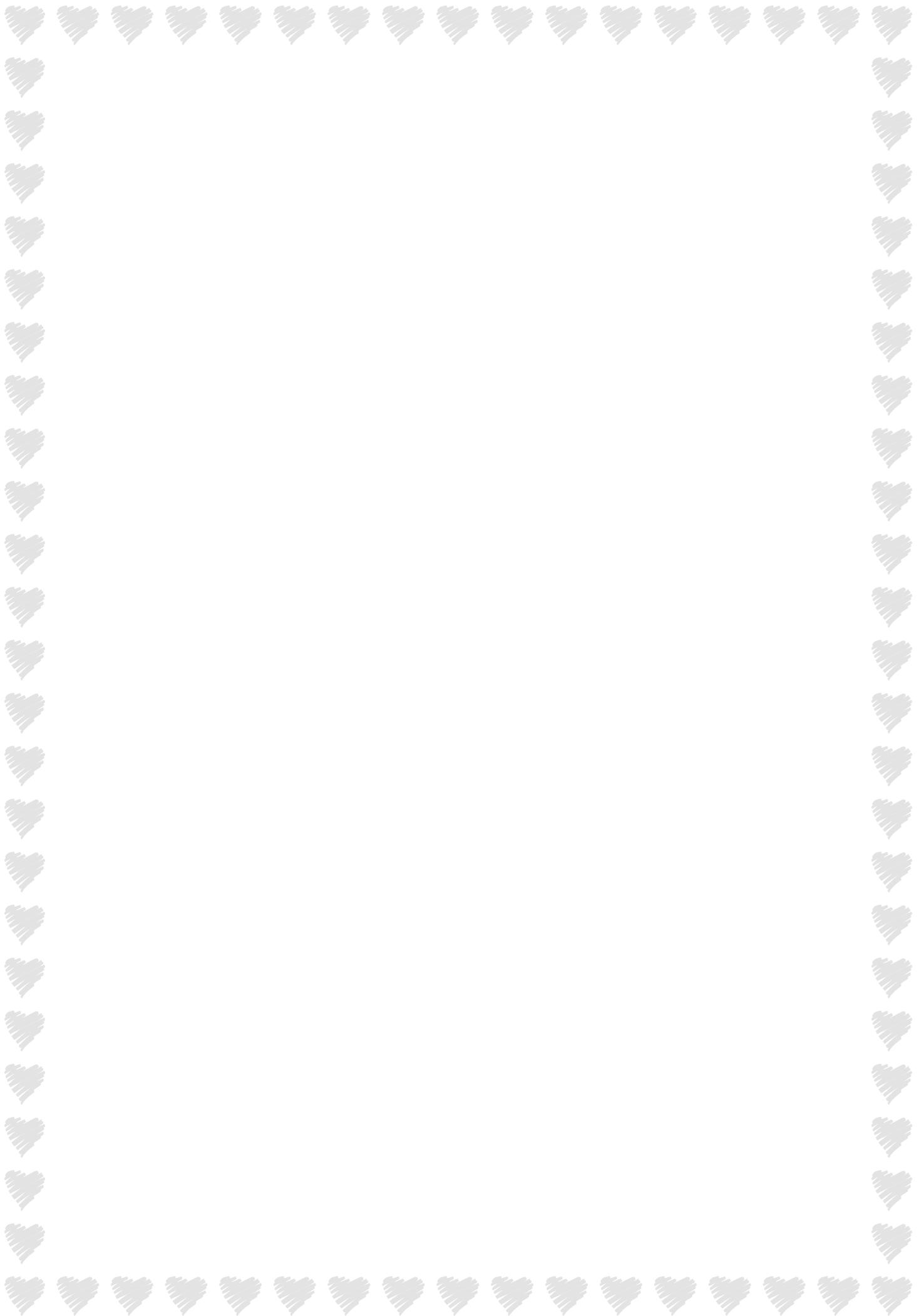
Ainsi les petits : Ameziane, Tahar, Massil, Ania, Nisserine, Yanis, Youva.

*A tous mes amis sans qui la vie nous semble bien fade.
On vous souhaite prospérité et succès.*

A tous nos enseignants avec notre profonde considération qui ne nous ont épargné aucun effort pour nous offrir un bon enseignement.

A tous ceux qui ont assisté dans la réalisation et le bon déroulement de ce travail.

El-djida



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

À la mémoire de mon père Hachemi qui a toujours été présent pour nous et qui

l'est toujours dans nos cœurs.

À ma mère : aucun mot ne serait témoigner l'étendue des sentiments que Dieu la

préserve une longue vie.

À mes très chères sœurs : Lila, Sabiha, Hanifa, Zahoua et Souad.

À mes chers frères : Nacer, Said, Ali et Ferhat

À ma sœur Ghania et son marie Dalil ainsi que ses petits princes

Yacine et Walid

À ma très chère amie El-Djida et son marie ainsi que toute la famille Maouchi et

kedjar, Ames très cher amis.

À toute la promotion 2016/2017.

Katia

Sommaire

Sommaire

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	01
I. Synthèse Bibliographique	
I.1. Métabolites secondaires des plantes.....	03
I.1. 1. Différents types des métabolites secondaires.....	03
I.1.1. 1.Saponines.....	03
I.1.1.2. Alcaloïdes.....	04
I.1.1.3. Terpènes.....	04
I.1.1.4. Composés phénoliques.....	04
I.1.1.4.1.Tanins.....	05
I.1.1.4.1.1.Tanins hydrolysables	05
I.1.1.4.1 .2. Tanins condensés.....	05
I. 2.Radicaux libres et le stress oxydant.....	06
I.2.1. Radicaux libres.....	06
I.2.2. Stress oxydant.....	06
I.2.3.Défenses antioxydants.....	07
I.3. Généralités sur <i>Moringa oleifera</i>	08
I.3.1.Origine et distribution de <i>Moringa oleifera</i>	08
I.3.2. Systématique, nomenclature et description botanique	09
I.3.3.Composition chimique.....	11
I.3.4.Valeur nutritionnelles des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	12
I.3.5.Domaines d'utilisation.....	13
I.3.5.1.Alimentation humaine.....	13
I.3.5.2. Alimentation Animale.....	13
I.3.5.3. Lutte contre la mal nutrition	14
I.3.5.4. Utilisation médicinal.....	14
I.3.5.5.Purification de l'eau.....	14
I.3.5.6.Autres utilisation.....	14
II. Matériel et Méthodes	
II.1. Matériel végétal.....	15
II.1.1. Origine et provenance de l'échantillon.....	15
II.1.2.Préparation des échantillons.....	15
II.1.3.Préparation du yaourt Brassés.....	16
II.1.4. Diagramme de fabrication de yaourt brassée.....	16
II.1. 5.Analyses physico-chimiques du produit fini « Yaourt Brassé ».....	16
II.1.5.1. Mesure de pH.....	17
II.1.5.2. Détermination de l'acidité en °Dornic.....	17
II.1.5.3.Mesure et suivi de la synérèse.....	17
II.1.5.4. Taux de sucre « Brix ».....	18

II.1.5.5. La densité du yaourt.....	18
II.1.5.6. Détermination de la Matière sèche.....	18
II.1.5.7. Détermination du taux de cendre brute.....	19
II.1.5.8. Dosage des protéines.....	19
II.1.5.9. Extraction et dosage des composés phénoliques.....	20
II.1.5.9.1. L'extraction.....	20
II.1.5.9.2. Dosage des phénols totaux solubles.....	21
II.1.5.9.3. Mise en évidence de quelques métabolites secondaires.....	22
II.1.5.9.3.1. Les saponines.....	22
II.1.5.9.3.2. Les Alcaloïdes.....	22
II.1.5.9.3.3. Les Terpènes.....	22
II.1.5.9.3.4. Les Tanins.....	22
II.1.5.9.4. Etude de l'activité antioxydante.....	22
II.1.5.9.4.1. Test de chélation de fer ferreux.....	22
II.1.5.9.4.2. Pouvoir réducteur du Fer.....	23
II.1.5.9.4.3. Pouvoir anti-radicalaire du DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil).....	24
II.1.5.9.5. Qualité microbiologique des yaourts.....	25
II.1.5.9.6. Analyse sensorielle.....	27
II.2. Analyse statistique.....	28
III .Résultats.....	29
III.1. Caractéristique physico-chimique du yaourt enrichi.....	29
III.1.1. Evolution des paramètres fermentaires.....	29
III.1.2. Teneur en protéines et sucres.....	30
III.1.3. Densité.....	31
III.1.4. Teneur en composés phénoliques et le potentiel phénoliques et activité antioxydante de MO.....	31
III.1.4.1. Teneur en phénol totaux solubles.....	31
III.1.4.2. Mise en évidence de quelques métabolites secondaires.....	32
III.1.4.3. Etude de l'activité antioxydants.....	33
III.1.5. Qualité microbiologique des yaourts.....	34
III.1.6. Analyse sensorielle.....	35
III. Discussion Générale.....	36
Conclusion.....	38

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Listes des figures et des tableaux

Listes des figures

Figure	Page
Figure 01 : Structures de l'acide gallique et d'un tannin gallique	05
Figure 02 : Structure chimique des différents flavan-3-ols (structure de base des TCS)	05
Figure 03 : Effet des radicaux libres sur la cellule	06
Figure 04 : Déséquilibre de la balance entre pro-oxydant et antioxydant	07
Figure 05 : Zones au répartition de la plante de <i>Moringa oleifera</i> dans le monde	08
Figure N° 06 : Description botanique de <i>Moringa oleifera</i> (Delpha I.,2011 ;Rolaff <i>et al.</i> , 2009).	11
Figure 07 : Utilisation de la poudre et les feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	13
Figure 08 : Coloration du jaune d'œuf des poules pondeuses nourries respectivement de farine de feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	13
Figure 09 : Purification de l'eau avec des graines de <i>Moringa oleifera</i>	14
Figure 10 : Photo d'un arbre de <i>Moringa oleifera</i> et les feuilles sèche.	15
Figure 11 : Broyage des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	15
Figure 12 : Diagramme de fabrication de yaourt brassé	16
Figure 13 : Protocole de la synérèse	18
Figure 14 : Protocole de dosage des protéines	20
Figure 15 : Activité antioxydante de chélation de fer ferreux	23
Figure 16 : Protocole de pouvoir réducteur	24
Figure 17 : Structure de DPPH• et sa réduction par l'antioxydant AH	25
Figure 18 : Protocole de pouvoir anti-radicalaire du DPPH•	25
Figure 19 : Protocole des délutions décimales	26
Figure 20 : Evolution des paramètres physicochimiques	29
Figure 21 : Evolution de taux de sucre et de protéine	31
Figure 22 : Evolution de la densité des yaourts enrichis avec MO	31
Figure 23 : Teneur en phénol totaux solubles des extraits des yaourts	32
Figure 24 : Résultats de test mise en évidence de quelque métabolite secondaire	32
Figure 25 : Pourcentage d'activité anti-radicalaire	34
Figure 26 : Pouvoir réducteur	34
Figure 27 : Chélation de fer ferreux	34

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau N° I : La systématique de <i>Moringa oleifera</i>	09
Tableau N° II : Description botanique de <i>Moringa oleifera</i> .	09
Tableau N° III : Composition moyenne des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	11
Tableau N° IV : La teneur en vitamines et minéraux des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	12
Tableau N° V : comparaison du contenu nutritionnel des feuilles de <i>Moringa</i> avec d'autres plantes	12
Tableau N° VI : Résumé l'ensemble des germes recherchés et dénombrés	26
Tableau N° VII : Résultats des analyses microbiologiques des échantillons	35
Tableau N° VIII : Evolutions préférentielles des yaourts préparés	35

Liste des abréviations

Liste des abréviations

Abs : Absorbance.

C° : Degré Celsius.

CP : Composé phénolique.

Da : Dalton.

DPPH : 1,1 diphényl-2-picryl hydrazyle.

EOA : Espèces oxygénées activées.

Eq AA : Equivalent Acide Ascorbique.

Eq AG : Equivalent Acide Gallique.

h : heures.

Kcal : Kilo calorie.

M O : *Moringa oleifera*.

MS : Matière sèche.

ONG : Organisation non gouvernementale.

Pb : Protéine brut.

pH : potentiel d'hydrogène.

PTS : Phénols totaux solubles.

PP : Polyphénols.

PM : poids moléculaires.

S : Synérèse.

TCs : Tannins condensé.

T : Tonnes.

OGA : Oxytetracycline glucose agar base.

VRBL : Gélose lactosée et biliée, cristal violet et rouge neutre.

Introduction

Introduction

Introduction

L'oxydation constitue probablement l'un des paramètres majeurs à l'origine de l'altération des produits alimentaires. Les dégradations oxydatives qui en résultent affectent les qualités nutritionnelles des produits et peuvent avoir des répercussions sur la santé humaine. Dans ce contexte, différents moyens de prévention sont disponibles pour limiter l'utilisation des antioxydants synthétiques et s'orienter vers les antioxydants naturels (**Ribeiro et al., 2001**). Les polyphénols ont eu un regain d'intérêt dans le domaine de la nutrition et de la pharmacologie grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé humaine dans les produits alimentaires (**Martha, 2008**). C'est ainsi que les plantes ont récemment gagné un grand intérêt en raison de leurs multiples applications (**Ncube, 2008**). Beaucoup de plantes, ont été ajoutées dans plusieurs aliments pour améliorer leur valeur nutritionnelle et qualité sensorielle et prolonger la durée de vie (**Shahidi et al., 1992**).

Moringa oleifera est l'espèce largement cultivée de la famille des Moringaceae dans plusieurs pays asiatiques et africains (**Padma et Sreelatha 2009**). La plupart des parties de cet arbre (feuilles, fleurs, fruits et gousses immatures) sont utilisées dans diverses formulations alimentaires traditionnelles, médicaments et à usage industriel.

Les feuilles sont riches en vitamines et en composés phénoliques, y compris les acides phénoliques et les flavonoïdes (**Becker et Makkar 1996 ; Coppin et al., 2013**) avec une fonctionnalité antioxydante prometteuse qui peut être appliquée dans les aliments pour améliorer la nutrition humaine.

Bien qu'utilisée dans les aliments traditionnels, son utilisation dans les produits commerciaux est limitée. En outre, il est sous-utilisé en raison de sa moindre inclusion dans les produits alimentaires pratiques prêts à l'emploi ou prêts à consommer (RTE).

La fabrication et la consommation de laits fermentés remontent à la **plus haute antique** ; les progrès réalisés dans l'élaboration, et la diversification des yaourts correspond pour la plupart aux efforts de recherche entrepris au cours du siècle dernier.

Avec les progrès technologiques réalisés, le yaourt apparaît comme un produit laitier très digeste qui possède une valeur nutritionnelle et qui est apprécié pour son goût et sa texture. C'est un produit, consommé la plupart du temps comme dessert, très prisé de part le monde et par les algériens, et il convient à toutes les tranche d'âge et même chez les sujets intolérant au lactose.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'un large programme de recherche autour d'une filière *Moringa* à développer au service d'une agriculture durable. L'objectif général est d'ouvrir des perspectives d'utilisation des produits de *Moringa oleifera* dans des formules alimentaires (industrielles, domestiques ou artisanale). Ce travail est une contribution à la recherche de voies alternatives permettant l'enrichissement d'un produit alimentaire laitier de large consommation : le Yaourt Brassé. De manière spécifique, il vise à évaluer les effets de l'incorporation à différents taux de la farine de feuille de *Moringa oleifera* sur la qualité d'un yaourt brassé.

Synthèse bibliographique
Synthèse bibliographique

I.1. Métabolites secondaires des plantes

Une des originalités majeures des végétaux réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protides, lipides, acides nucléiques), ils accumulent fréquemment des métabolites dits secondaires dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais représente une source importante de molécules utilisables par l'Homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (**Jeun et al., 2005**).

Les métabolites secondaires sont produits en très faible quantité, dont plus de 200000 molécules ont été identifiées. Ils sont classés selon leur appartenance chimique en composés Phénoliques, alcaloïdes et terpènes (**Amas, 1997**).

Ces métabolites secondaires ont des fonctions très importantes pour la survie et la propagation des plantes qui les produisent, comme signaux chimiques, pour défendre leur producteur contre les herbivores et les pathogènes, comme ils participent à des réponses allélopathiques (compétition entre les plantes pour la germination et croissance), Certains assurent une protection contre les radiations solaires et d'autre encore facilitent la dispersion du pollen et des graines (**Jeun et al., 2005**).

Les métabolites secondaires sont aussi très exploités par l'Homme, et font l'objet de nombreuses recherches, ils ont un intérêt multiple, ils sont mis à profit aussi bien dans l'industrie alimentaire : dans le domaine culinaire comme colorants et arômes, cosmétique que pharmaceutique. Ils sont largement utilisés en thérapie comme vasculo-protecteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants et anti-radicalaires. (**Bruneton, 1993 ; Krief, 2003**).

I.1.1. Différents types de métabolites secondaires

I.1.1.1. saponines

Le nom saponine dérive du mot latin «sapo» ; qui signifie « savon », ces composés moussent une fois agités avec de l'eau. Ce sont des composés qui servent de défense à la plante. Ils se composent d'aglycones non polaires liés à un ou plusieurs sucres. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires explique leur comportement moussant en solution aqueuse. Fondamentalement, on distingue les saponines stéroïques et les saponines tri-terpéniques dérivant tous deux bio-synthétiquement de l'oxyde de scalène. (**Manase, 2013**).

I.1.1.2. Alcaloïdes

Un alcaloïde est une substance organique azotée d'origine végétale à caractère alcalin, avec l'Atome d'Azote qui accepte souvent un proton, ce qui lui confère un caractère alcalin d'où leur nom alcaloïdes (**William et al., 2003**). Ils dérivent des acides aminés et présentent une structure moléculaire hétérocyclique complexe (**Badiaga ; 2011**) et sont produits dans les tissus en croissance (**Krief, 2003**). Ce sont des composés relativement stables qui sont stockés dans les plantes en tant que produits de différentes voies biosynthétiques (**Mauro, 2006**). Ils sont utilisés dans plusieurs médicaments, et ont un effet analgésique (cocaïne), anti-malaria (quinine), stimulant centrale (caféine) et anti-tumeur (**Badiaga, 2011**).

I.1.1.3. Terpènes

Le terme de terpène est attribué à tous les composés possédant une structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé isoprène de formule C_5H_8 . Ces composés sont majoritaires, d'origine végétale (**Malecky, 2005**). Ils sont synthétisés par les plantes, organismes marins, les champignons et même les animaux (**Benaissa, 2011**). L'exploitation de ces composés s'effectuait sous forme d'huiles extraites de plantes (huiles essentielles) par le moyen de la distillation (**Malecky, 2005**).

I.1.1.4. Composés phénoliques

Les composés phénoliques ou les polyphénols (PP) constituent une famille de molécules très largement répandue dans le règne végétal (**Fleuriet, 1982**). Ce sont des produits de la condensation de molécules d'acétylcoenzyme A et de phénylalanine (**Nkhili, 2004**). Ils sont largement distribués et comportent au moins 9000 structures connues différentes (**Bahorun, 1997**). Ces composés sont dérivés de deux sous-groupes distincts : Les acides hydroxy-cinnamiques, dont les plus abondants sont l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide chlorogénique, et les acides hydroxy-benzoïques, mais les plus répandus sont l'acide salicylique et l'acide gallique. Ces derniers dans un certain nombre de plantes agricoles et médicinales. Ils sont considérés comme des substances phytochimiques et de très faible toxicité avec des effets pré-biotiques, antioxydant, de chélation et anti-inflammatoire. (**Laraoui, 2007**).

I.1.1.4.1. Tannins

Les tanins sont des composés phénoliques hydrosolubles ayant un poids moléculaire (PM) compris entre 500 et 3000 Da (**Bruneton, 1999**). Ils se caractérisent par leur faculté à se combiner aux protéines et à d'autres polymères organiques tels que des glucides, des acides nucléiques, des stéroïdes et des alcaloïdes pour former un précipité. On les subdivise selon leur structure en deux groupes distincts (**Bruneton, 1999 ; Hagerman, 2002 ; Mueller-Harvey et Mc Allan, 1992**).

I.1.1.4.1.1. Tannins hydrolysables

Ces tanins sont des dimères d'acide gallique condensés sur un dérivé glycosyle, Ils comprennent l'acide gallique et les produits de condensation de son dimère (**Bruneton, 1999 ; Mueller-Harvey, 1992**). Ils subissent facilement une hydrolyse acide et basique, et ils s'hydrolysent sous l'action enzymatique et de l'eau chaude. Ce sont des oligo- ou polyesters d'un sucre. Qui sont classés selon la nature de l'acide-phénol (**Hagerman, 2002**).

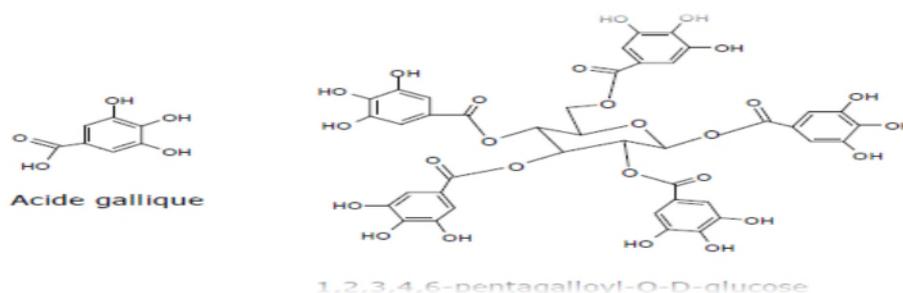


Figure N°01 : Structures de l'acide gallique et d'un tannin gallique (**Bruneton, 1999**).

I.1.1.4.1.2. Tannins condensés

Les tannins condensés sont des polyphénols appartenant à la famille des flavonoïdes (**Bruneton, 1999 ; Mueller-Harvey et Mc Allan, 1992**). Ils sont chimiquement définis comme étant des oligomères ou des polymères d'unités de flavonoïdes. L'unité de base est un flavan-3-ol (catéchine) (**Bruneton, 1999 ; Schofield et al., 2001**).

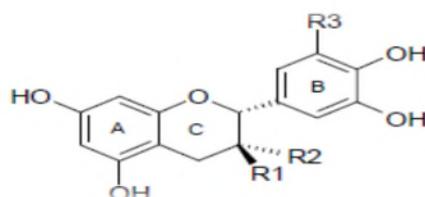


Figure N° 02 : Structure chimique des différents flavan-3-ols (structure de base des TCs) (**Bruneton, 1999**).

I.2. Radicaux libres et stress oxydant

I.2.1. Radicaux libres

Généralement les réactions d'oxydoréduction font intervenir des intermédiaires radicalaires. Ces réactions sont omniprésentes dans le milieu vivant et gouvernent des processus aussi importants que la reproduction des espèces, et la défense contre les maladies. Ces réactions interviennent dans le vieillissement et dans certaines pathologies.

Un radical libre est un composé possédant un électron libre, sur son orbitale externe (**Judde, 2004**). Cela lui confère une grande réactivité et une instabilité énergétique et cinétique, avec des conséquences sur les propriétés chimiques et structurales du radical libre, qui conduisent à des destructions cellulaires.



Figure N° 03 : Effet des radicaux libres sur la cellule (Aurousseau, B. 2002).

I.2.2. Stress oxydant

Nos cellules et tissus peuvent être soumis à une grande variété d'agressions physiques (irradiation, hyper ou hypothermie), chimiques (acidose, toxines) et métaboliques (privation d'un facteur hormonal ou de croissance). La plupart de ces agressions débouchent sur une expression commune appelée stress oxydant, dû à l'exagération d'un phénomène physiologique. Dans certaines situations, cette production augmente fortement, entraînant un stress oxydatif que l'on définit comme un déséquilibre entre la génération des EOA et la capacité du corps à les neutraliser et à réparer les dommages oxydatifs (**Aravodis, 2005. Gutteridge, 1993**). Ce déséquilibre est à l'origine de nombreux facteurs, notamment les pollutions, l'eau et les aliments que nous consommons et d'autres facteurs qui augmentent considérablement la présence des radicaux libres dans notre organisme (**Favier, 2003**).

Un excès de stress oxydatif peut conduire à l'oxydation des lipides et protéines, qui est associée à des changements dans leur structure et leur fonctions (**Hennebelle et al., 2004**).



Figure N° 04 : Déséquilibre de la balance entre pro-oxydant et antioxydant (Hennebelle *et al.*, 2004).

Le stress oxydant est aussi un des facteurs potentialisant l'apparition de maladies multifactorielles tel le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires (Surveswaran *et al.*, 2007).

I.2.3. Défenses antioxydantes

Les antioxydants sont des substances qui sont capables de supprimer, retarder ou empêcher les processus d'oxydation. Pour se protéger des effets délétères des EOA (Sanchez *et al.*, 2010). l'organisme dispose d'un ensemble complexe de défenses antioxydantes. On distingue deux sources d'antioxydants : l'une est apportée par l'alimentation sous forme de fruits et légumes riches en vitamines C, E, caroténoïdes, flavonoïdes ; l'autre est endogène et se compose d'enzymes (Ex : catalase), de protéines (Ex : albumine) et de systèmes de réparation des dommages oxydatifs comme les endonucléases (Popovici *et al.*, 2009). A cela s'ajoutent quelques oligoéléments comme le sélénium, le cuivre et le zinc qui sont des cofacteurs d'enzymes antioxydantes (Halliwell, 1999).

I.3. Généralités sur *Moringa oleifera*

I.3.1. Origine et distribution de *Moringa oleifera*

Moringa oleifera, arbre tropical, courant en Afrique, est passé, en une décennie, du statut de plante inconnue à celui de nouvelle ressource alimentaire et économique pour les pays du Sud (Atakpama *et al.*, 2014). Très largement répandu à travers le monde, cette espèce suscite plus d'intérêts auprès des ONG, des scientifiques et même des entrepreneurs (Olson, 2001 ; Sain Saveur et Broin, 2006).

Cet Arbuste très résistant à la sécheresse, se retrouve au niveau des zones très arides comme le Sahara ; mais il préfère les climats semi-tropicaux humides. Son introduction en Afrique de l'Est a eu lieu au début du 20^{ème} siècle par le biais du commerce et des échanges maritimes durant cette période (Foidl *et al.*, 2001).

Moringa oleifera est une plante originaire d'Inde, où elle est déjà largement connue par la population indienne. Elle pousse dans les zones tropicales et subtropicales (Figure N° 05).



Figure N° 05 : Zones au monde où pousse la plante *Moringa oleifera* (Trees For Life, 2013).

En 1980, Les différentes parties de la plante (les feuilles, les fruits, les graines, les racines, l'écorce et les fleurs) ont eu de multiples usages, tant thérapeutiques que nutritionnels. Les graines sont également utilisées pour la purification d'eau par floculation.

En 1990, des études se sont intéressées aux feuilles, qui peuvent être consommées fraîches, cuites ou conservées sous forme de poudre séchées pendant des mois sans réfrigération.

En 2006, une centaine d'organisations et entreprises travaillant sur les feuilles de *Moringa* (ONG américaines telles que Church World Service au Sénégal et ECHO en Mauritanie) ont promu l'utilisation des feuilles séchées et broyées en poudre dans l'alimentation (Broin et Saint Sauveur, 2010).

I.3.2. Systématique, nomenclature et description botanique

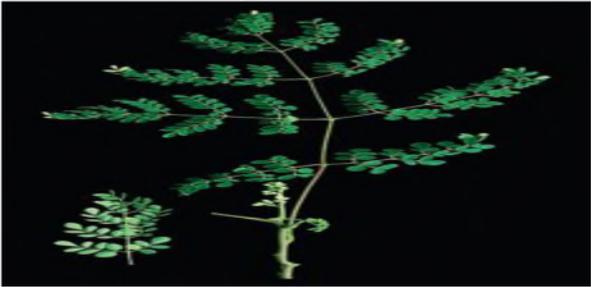
Moringa oleifera (tableau N° I), souvent appelée simplement *Moringa*, est le seul genre des Moringaceae. Il existe environ 13 espèces dont *Moringa oleifera* est la plus connue (Foidl *et al.*, 2001 ; Hédji *et al.*, 2014 ; Tahir Mahmood *et al.*, 2010).

Tableau N° I : la systématique de *Moringa oleifera* (Laleye *et al.* , 2015)

Règne	Plantae.
Sous-règne	Tracheobiophyta.
Division	Magnoliophyta.
Classe	Mangoliopsida.
Sous-classe	Dilleniidae .
Ordre	Capparales.
Famille	Moringaceae.
Genre	<i>Moringa</i> .
Espèce	<i>Moringa oleifera</i> .

Description botanique de *Moringa oleifera* est illustrée par la figure

<p>L'arbre de <i>Moringa oleifera</i> : <i>Moringa oleifera</i>, est un arbuste ou arbre (Fig. a) de 12 mètres de hauteur et son diamètre peut atteindre jusqu'à 40 centimètre (Delpha I., 2011).</p>	 <p>(Fig. a): L'arbre de <i>Moringa Oleifera</i> lam. (Rolaff <i>et al.</i>, 2009).</p>
<p>Tronc : Le tronc (Fig. b) peut généralement atteindre 1,5 à 2 mètres de haut, et 20 à 40 cm de diamètre. (Foidl <i>et al.</i>, 2001).</p>	 <p>(Fig. b) : Tronc d'un arbre adulte de <i>Moringa</i> (Rolaff <i>et al.</i>, 2009).</p>

<p>Feuille : Les feuilles (Fig. c) de forme caduques, imparipennées et composées de folioles ovales, ayant une couleur vert claire, d'environ 1 cm de long (Saint-Sauveur A., 2010).</p>	 <p>(Fig. c) : Feuille composée du <i>Moringa</i> et côté plus pâle d'une foliole (à gauche) (Rolaff et al., 2009).</p>
<p>Fleurs : Les fleurs (Fig. d), est de couleur blanc crème, composée de cinq pétales inégaux (Rolaff et al., 2009).</p>	 <p>(Fig. d) : Vue d'une Fleur de <i>Moringa oleifera</i> (Rolaff et al., 2009).</p>
<p>Fruits : Le fruit (Fig. e) est une capsule déhiscente, mesure de 30 à 50 cm de long a maturité, sa couleur est beige à grisâtre (Delpha I., 2011).</p>	 <p>(Fig. e) : Gousses de <i>Moringa</i> (Delpha I., 2011).</p>
<p>Grains : Les graines (fig. e) sphériques, noires, entourées d'un péricarpe qui forme trois ailes (Delpha I., 2011).</p>	 <p>Fig. e : les Grains de <i>Moringa</i> (Delpha I., 2011).</p>

<p>Racines :</p> <p>La racine (Fig. f) blanche gonflée, tubéreuse qui a une odeur piquante caractéristique et dotée de racines latérales plutôt clairsemées (Rolaff et al., 2009).</p>	 <p>(Fig. f) : Racines de <i>Moringa</i> (Rolaff et al., 2009).</p>
---	--

Figure N° 06 : Description botanique de *Moringa oleifera* (Delpha I., 2011 ;Rolaff et al., 2009).

I.3.3. Composition chimique de feuille de *Moringa oleifera*

Plusieurs travaux ont mis en évidence les qualités nutritionnelles exceptionnelles des *feuilles de Moringa* (**Tableau N° III**). Elles sont une excellente source de protéines dont les teneurs moyennes varient entre 19 à 35 % MS (**Olugbemi et al., 2010**). Et ils ont une teneur élevée en fibres, notamment en cellulose brute variant de 9,13 à 28,2 % MS (**Pamo et al., 2005**). Elles possèdent les 10 acides aminés essentiels à l'Homme (**Laleye et al., 2015**). Ayant une teneur relativement élevée en énergie métabolisable, 2273 et 2978 kcal/kg MS (**Makkar et Becker, 1997**). Elles contiennent une très grande concentration en vitamines A (6,8 mg), B (423 mg), C (220 mg) etc. Sont riches en β -carotène (**Fuglie, 2001**). Et en minéraux (fer, calcium, zinc, sélénium, etc.) et occupent une part modeste de la matière sèche avec des teneurs de 0,6 à 11,42 % MS et la matière grasse varie de 2,3 à 10 % MS (**Fuglie, 2001**).

Tableau N°III : Composition moyenne des feuilles de *Moringa oleifera*

Données pour 100 grammes de matière sèche (broin, 2005).

Composition globale	Teneurs
Protéines (g)	25
Minéraux (g)	12
Glucides (g)	40
Lipides (g)	8
Fibres (g)	15
Teneur en eau	75%

I.3.4. Valeur nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*

Moringa oleifera se caractérise par une forte teneur en nutriments, en antioxydants, et en composés phytochimiques (Tableau N° IV), et en particulier en β -carotène, le fer et les facteurs antinutritionnels (Yang *et al.*, 2008). Les feuilles de *Moringa oleifera* sont un légume de bonne qualité nutritionnelle et sont l'un des meilleurs légumes tropicaux.

**Tableau N°IV : La composition chimique des feuilles de *Moringa oleifera*
Données pour 100 grammes de matière sèche (broin, 2005).**

Minéraux (mg)		Acides aminés (mg)	
Calcium	2100	Arginines	1600
Cuivre	1	Histidines	530
Fer	27	Leucines	2050
Potassium	1300	Lysines	1200
Magnésium	405	Méthionines	370
Phosphore	310	Phénylalanines	1400
Manganèse	8	Thréonine	1080
Sélénium	2.6	Tryptophane	580
Zinc	2.6	Valine	1400
Molybdène	0.5	Isoleucine	1140
Sodium	100	Vitamines	
Acides gras		Vitamine A (mg)	14300
C16 :0	530	Vitamine B (mg)	850
C18 :0	70	Vitamines B1 (mg)	264
C18 :1	60	Vitamines B2 (mg)	205
C18 :2	170	Vitamines C (mg)	220
C18 :3	11400	Vitamines E (mg)	130

**Tableau N° V : comparaison le contenu nutritionnel des feuilles de *Moringa*
avec d'autres plantes (Pour 100g parties comestibles).**

Eléments nutritifs (unité)	<i>Moringa</i>	Autres plantes
Vitamines A (mg)	1130	Carotte : 315.
Vitamines C (mg)	220	Oranges : 30.
Calcium (mg)	440	Le lait de vache : 120.
Potassium (mg)	250	Banane : 88.
Protéines (mg)	6700	Le lait de vache : 3.200
Fer (mg)	625	Les épinards : 25

I.3.5. Domaines d'utilisation des feuilles de *Moringa oleifera*

Toutes les parties du *Moringa* ont une utilisation pour les humains et les animaux, dans différents domaines.

I.3.5.1. Alimentation humaine

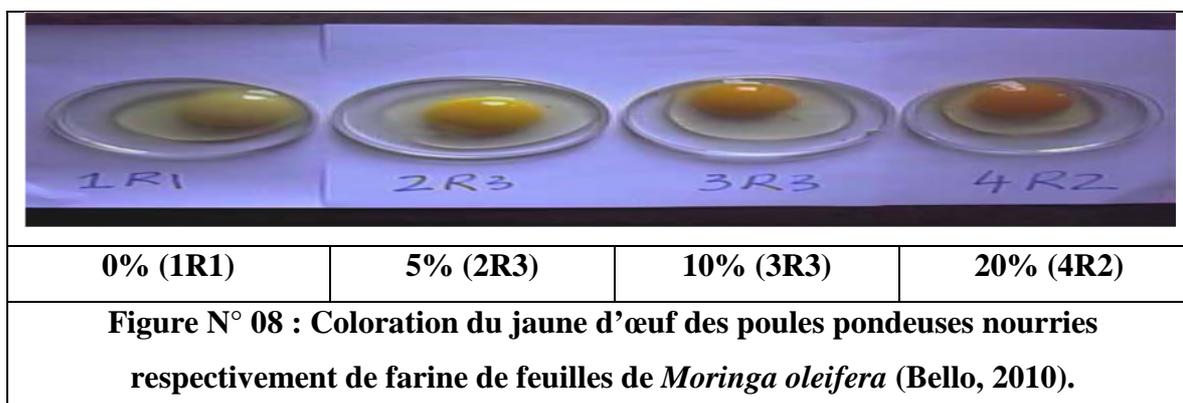
Toutes les parties de la plante rentrent dans la préparation d'aliments pour les humains, et se consomment partout dans le monde : Peuvent être consommées fraîches ou en poudre (Broin, 2005), et même associées aux épices comme le piment, elles peuvent également être préparées en soupe ou en salade (Foidl *et al.*, 2001). Peuvent être utilisées pour la prévention et la correction de la malnutrition en raison de leurs qualités nutritionnelles exceptionnelles (Saint Sauveur et Broin, 2010).



Figure N° 07 : Utilisation de la Poudre et les feuilles de *Moringa oleifera*.

I.3.5.2. Alimentation animale

Moringa représente un grand fourrage pour le bétail de très bonne qualité (Foidel *et al.*, 2001). Les effets positifs sur le taux de croissance chez les moutons (Ben Salem et Makkar, 2009) et un double rendement de lait chez des vaches ont été rapportés par Reyes (2006). Aussi l'incorporation de farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans les rations des poulets (Paguia *et al.*, 2014) a montré une amélioration significative de la coloration jaune du jaune d'œuf (Figure N° 07).



I.3.5.3. Lutte contre la malnutrition

Les feuilles de *Moringa oleifera* peuvent être utilisées pour la prévention et la correction de la malnutrition en raison de leurs qualités nutritionnelles exceptionnelles (**Saint Sauveur et Broin, 2010**). De ce fait, les populations incluent les feuilles de *Moringa oleifera* dans la formulation de la poudre infantile à base de ces feuilles comme complément alimentaire des nourrissons (**Madi et al., 2012**).

I.3.5.4. Utilisation médicinales

Moringa oleifera est décrite comme une plante médicinale, thérapeutique et surnommé dans beaucoup de société comme : « arbre miracle », qui soigne 300 maladies. De plus, *Moringa* a également des attributs médicinaux surprenants, notamment dans le traitement des maladies inflammatoires et infectieuses (**Ferreira et al., 2007**).

I.3.5.5. Purification de l'eau

Les résultats des études montrent que la matière (flocs), qui sont produites avec la protéine sont mieux pour la purification de l'eau, grâce à sa richesse en poly-électrolytes cationiques actifs (**Poumaye et al., 2012**).



Figure N° 09 : Purification de l'eau avec des graines de *Moringa oleifera*.

I.3.5.6. Autres utilisations

Moringa oleifera est utilisé pour la conservation des sols, et il est connu comme brise vent, etc. En Inde, la pulpe de quel a été utilisée pour fabriquer du papier approprié pour le papier journal, (**Guha et Negi, 1965**). Le « ben-oil » issu des graines conserve sa qualité et peut donc lubrifier des machines de précision (**William et al., 2003**). Il est également utilisé en cosmétiques-parfums et la coiffure. Les huiles sont particulièrement efficaces dans la fabrication de savon produisant une mousse. Le tourteau, considéré comme impropre à l'alimentation animale en raison de la forte teneur en alcaloïdes et saponines, est principalement utilisé comme engrais (**Panda et al., 2008**).

Matériel et méthodes

II. Matériel et Méthodes

II.1. Matériel végétal

II.1.1. Origine et provenance de l'échantillon

Les feuilles de *Moringa Oleifera* sont récoltées en Octobre 2015 et provenant de la région de *Oued Souf*.



Figure N° 10 : photo d'un arbre de *Moringa oleifera* et ses feuilles sèches.

II.1.2. Préparation des échantillons

Après la récolte, les feuilles sont nettoyées de toutes les impuretés (débris de tiges, rameaux, etc.), légèrement rincées de la poussière, puis étalées pour le séchage. À l'air libre et à l'abri de la lumière.

Les feuilles sèches ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique pour obtenir une poudre fine, de taille des particules moins de 0.5 mm. La poudre est conservée dans des bocaux en verre à l'abri de la lumière pour éviter toute détérioration des échantillons.

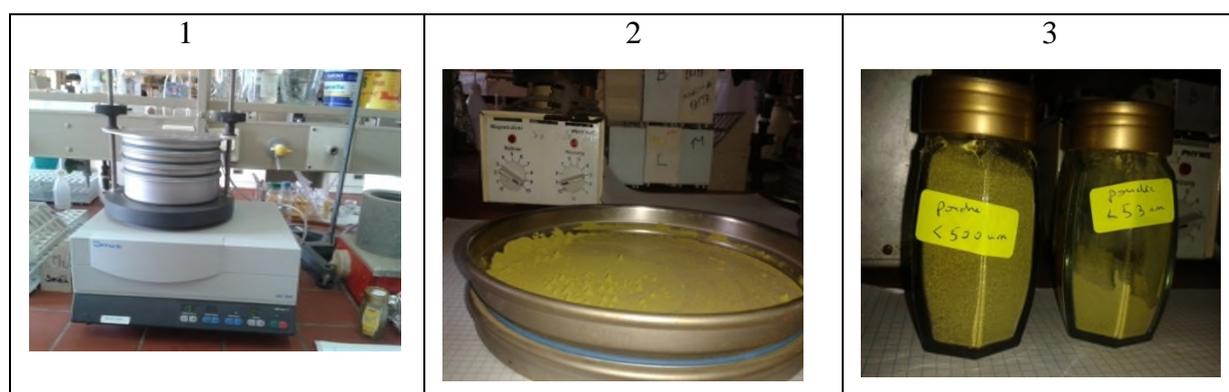


Figure N° 11 : Broyage des feuilles de *Moringa oleifera*.

II.1.3. Préparation du yaourt Brassé :

Nous avons utilisé la méthode décrite par **Espirito Santo *et al.* (2010)** résumée par la (figure 11) en utilisant du lait UHT entier.

II.1.4. Diagramme de fabrication de yaourt brassé

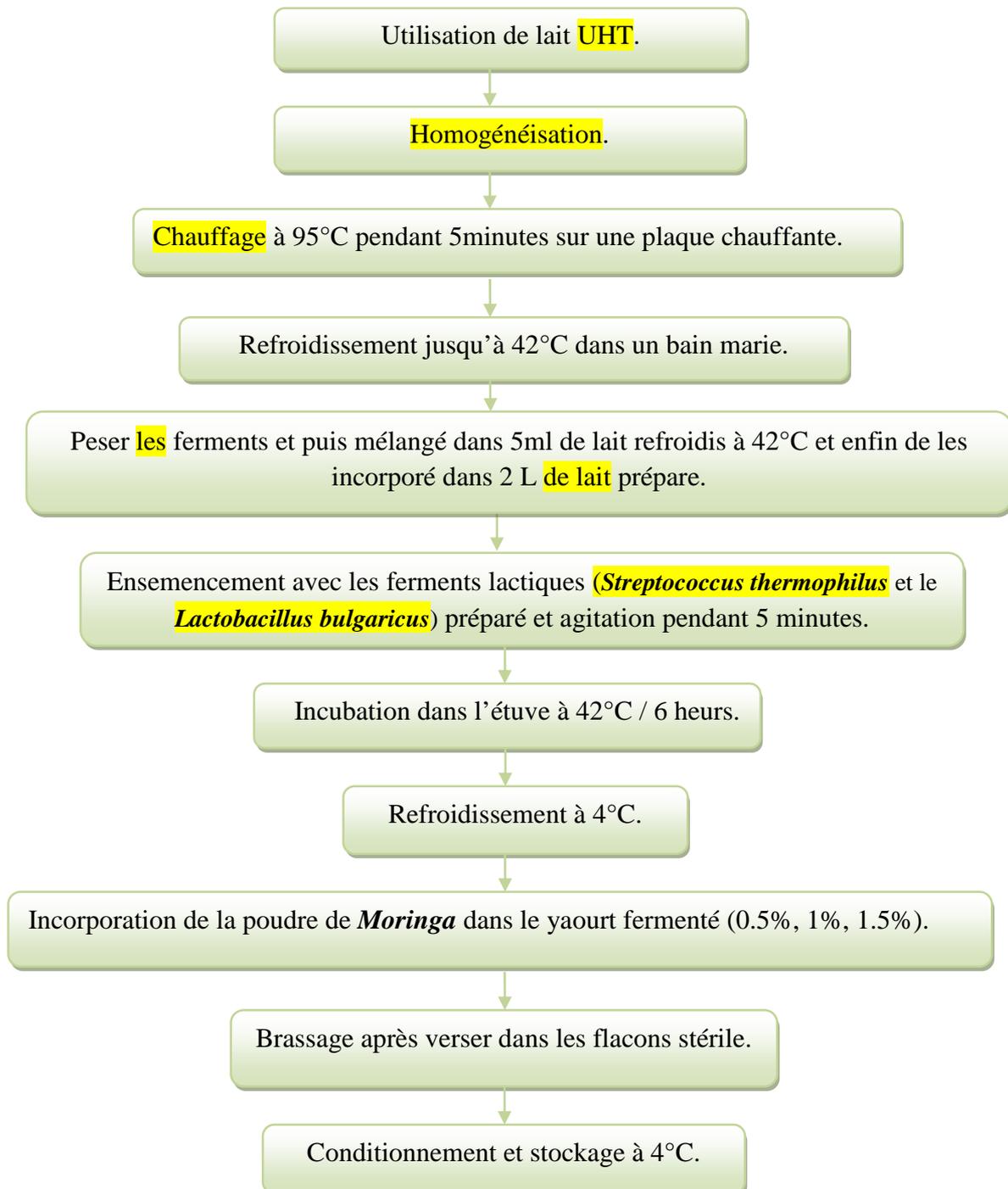


Figure N° 12 : diagramme de fabrication de yaourt brassé (Espirito Santo *et al.* (2010)).

II.1.5. Analyses physico-chimiques du produits fini « Yaourt Brassé »

II.1.5. 1. Mesure du pH

1. Principe

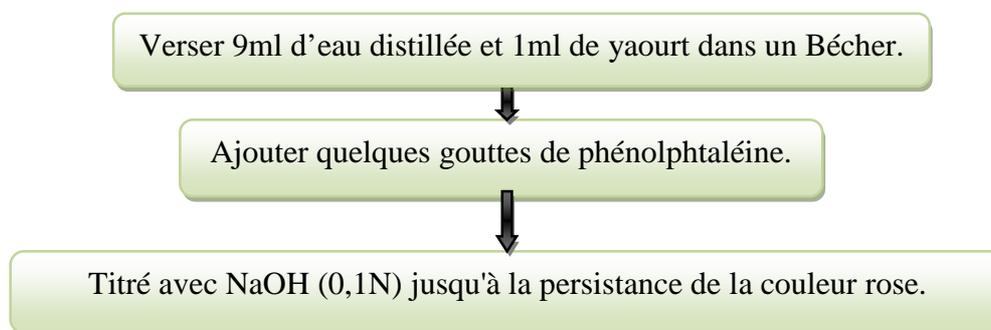
Par définition, Le pH est une mesure de l'activité des ions H⁺ contenus dans une solution. Le pH a été mesuré avec une sonde de pH-mètre (type micro pH 2000 CRISON).

II.1.5.2. Détermination de l'acidité en °Dornic

2. Principe

L'acidité titrable représente la somme des acides minéraux et organiques présents dans le produit. Elle est exprimée en fonction de l'acide dominant et titrée avec une solution d'hydroxyde de sodium (0.1N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré. Il est exprimé conventionnellement en degrés DORNIC (D⁰) (Shori et Baba., 2013).

3. Mode opératoire



4. Expression des résultats

Les résultats de la détermination de l'acidité est faite selon la formule :

$$\text{TTA(g/ml)} = \text{V(NaOH)} \times 0.1 \times 100 \times 0.009 \times 10$$

$$\text{Acidite(°D)} = \text{TTA} \times 100$$

TTA (g/ml) : Acidité TITRABLE.

V (NaOH) : Volume de NaOH (ml) utilisé pour la titration.

0,1 : représente la concentration du NaOH (0,1N).

10 : est le facteur de dilution (10⁻¹).

100 : le pourcentage.

0.0090 : Coefficient correspondant à l'acide lactique .

II.1.5. 3.Mesure et suivi de la synérèse (S)

5. Principe

La synérèse est un phénomène physique fréquent au cours du stockage du yaourt qui affecte l'acceptabilité de celui-ci par le consommateur. Il est défini par la séparation de petit lait

(lactosérum) du gel ou caillé (Tseng et Zhao., 2013). Elle est mesurée selon la méthode de Purwandari et Vasiljevic (2007).

Mode opératoire :

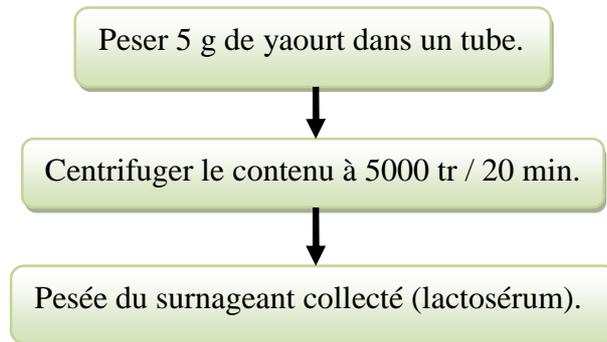


Figure N° 13 : Protocole de la synérese.

6. Expression des résultats

$$S(\%) = \frac{\text{Poids du lactosérum collecté}}{\text{Prise d'essai}} \times 100$$

II.1.5.4. « Brix » ou Taux de sucre

7. Principe

La détermination du Brix est basée sur la détermination du taux de sucre dans le yaourt.

8. Mode opératoire

Une goutte de yaourt est posée sur le Brix, puis observée avec l'oculaire de l'appareil et à l'aide d'une vis centrée l'intersection. Ensuite, on a lu directement le taux de sucre sur l'échelle du Brix.

II.1.5.5. La densité de yaourt (D)

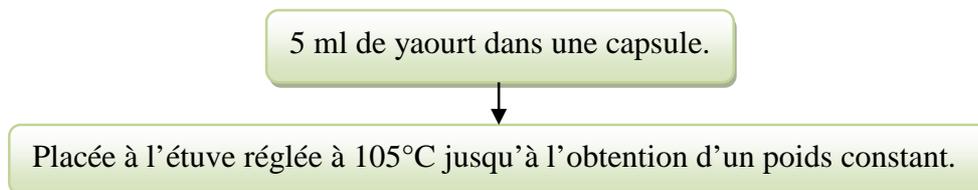
La densité du yaourt désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de Yaourt à 20°C et la masse du même volume d'eau distillé (Pointurier, 2003).

II.1.5.6. Détermination de la Matière sèche (MS)

9. Principe

Selon AOAC (1975), La teneur en eau est déterminée par évaporation de l'eau de la prise d'essai dans une étuve réglée à 105°C ± 2°C.

10. Mode opératoire :



11. Expression des résultats.

$$\text{Teneur en eau}(\%) = (P - P_1) / P \times 100$$

P : masse en gramme de la prise d'essai.

P₁ : masse en gramme de la prise d'essai après séchage.

Le taux de matière sèche est donné par la formule suivante :

$$\text{Taux de matière sèche}(\%) = 100 - \text{teneur en eau}(\%)$$

II.1.5.7. Détermination du taux de cendres brutes.

12.Principe

Selon l'**AOAC (1975)**, les cendres brutes sont obtenues par incinération au four à moufle à 550°C pendant 4 à 6 h.

13. Mode opératoire

- " Peser 5 g de l'échantillon dans une coupelle.
- " Placer les coupelles dans un four à moufle (chauffer à 550°C pendant 5 h).
- " Après l'incinération, les coupelles sont retirés du four et laisser refroidir dans un dessiccateur.
- " Peser les coupelles contenant le résidu.

Calculés la teneur en cendre par la formule suivant :

$$C(\%) = \frac{P_1 - P_v}{PE} \times 100$$

P_E : la masse (en gramme) de la prise d'essai.

P₁ : la masse (en gramme) avant incinération.

P₂ : la masse (en gramme) de poids vide.

II.1.5.8. Dosage des protéines

La teneur en protéines brute a été déterminée par la méthode **Kjeldhal, (1883)**. Cette technique s'effectue en trois étapes : minéralisation (figure 13-a), distillation (figure 13-b et c), et titration (figure 13-d).

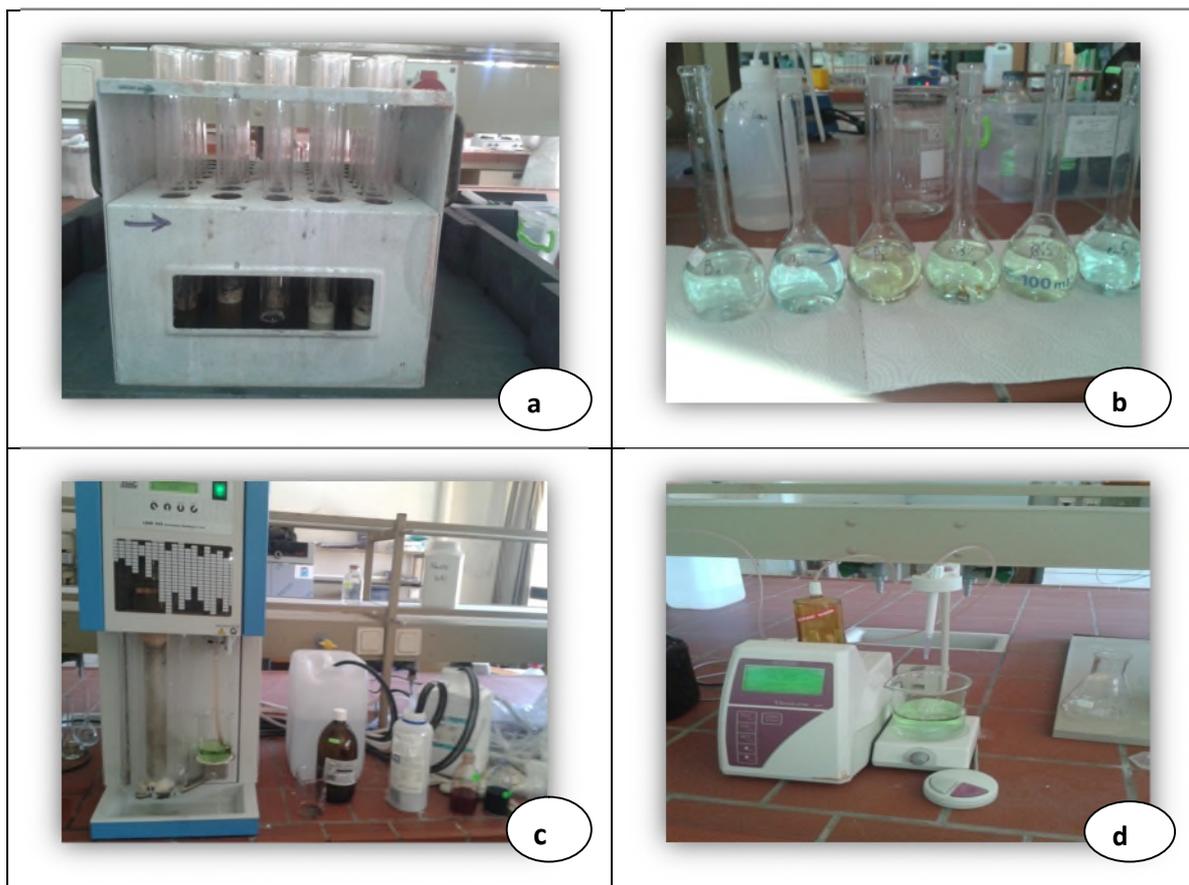


Figure N° 14 : Protocole de dosage des protéines.

II.1.5.9. Extraction et dosage des composés phénoliques

II.1.5.9.1. L'extraction

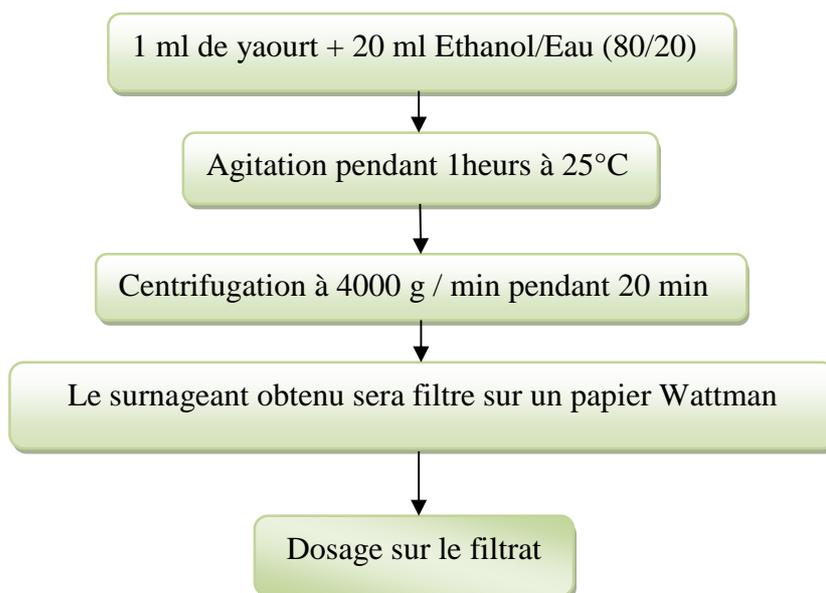
L'extraction des composés phénoliques est réalisée avec de l'Ethanol/Eau distillée (80/20) comme solvant d'extraction.

14. Principe

L'extraction est un transfert du principe actif de la matrice vers le solvant selon un gradient de concentration (Pereira *et al.*, 2013).

15. Mode opératoire

L'extraction des composés phénoliques a été obtenue par macération selon la méthode décrite par (Skerget *et al.*, 2005). Le mélange Ethanol-Eau (80 %) est utilisé comme solvant d'extraction.



II.1.5.9.2. Dosage des phénols totaux solubles (PTS)

Le dosage des phénols totaux solubles des extraits est déterminé selon la méthode de **Singleton et Rossi (1965)**.

16. Principe

Le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration produite, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (**Boizot et Charpentier, 2006**).

17. Mode opératoire

Un volume de 200 μ l d'extrait est additionné à 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (0.1 N), Après 5 mn d'incubation ,0.8 ml de carbonate de sodium Na_2CO_3 sont ajoutés. L'absorbance est mesurée à 760 nm après 5 mn d'incubation à 50°C. Les concentrations en phénols totaux solubles sont déterminées par référence à une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'Acide Gallique/g échantillon.

II.1.5.9.3. Mise en évidence de quelques métabolites secondaires

II.1.5.9.3.1. Les saponines

La détection des saponines est réalisée au moyen du test de **Yadav et Agarwala (2011)**. A 1ml d'extrait, sont ajoutés 3ml d'eau distillée. Après agitation pendant 2min la formation d'une mousse persistante indique la présence des saponines.

II.1.5.9.3.2. Les Alcaloïdes

La présence d'Alcaloïdes est révélée par la méthode d'**Amana (2007)**. Quelques gouttes de réactif de Bouchardât sont ajoutées à 2ml d'extrait. La formation d'un précipité brun-noir, brun-terne ou jaune-brun indique la présence de ces métabolites dans le milieu.

II.1.5.9.3.3. Les Terpénoïdes

La méthode d'**Aziman et al. (2012)**, permet de mettre en évidence la présence de Terpénoïdes. A 2.5 ml d'extrait est ajouté à 1ml de chloroforme. Après homogénéisation 1.5 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) sont ajoutés au mélange. La formation d'une couleur brun-rouge à l'interface indique la présence des composés.

II.1.5.9.3.4. Les Tanins

La détection des tanins est réalisée au moyen du test de **Soulama et al. (2014)**. 2 à 3 gouttes de la solution de chlorure ferrique (FeCl₃ à 2 %) sont ajoutées à 1ml de chaque extrait. L'apparition d'une coloration Bleue foncée a signal la présence des tanins galliques, tandis qu'une coloration vert foncée indique la présence des tanins catéchines. Une coloration bleue-verdâtre indique la présence des deux types de tanins.

II.1.5.9.4. Etude de l'activité antioxydante

II.1.5.9.4.1. Test de chélation du fer ferreux

La chélation du fer ferreux est estimée selon la méthode d'écrite par **Bourgou et al., (2008)**.

18. Principe

La ferrozine réagit avec les ions divalents pour former un complexe violet ou rouge très soluble dans l'eau. L'absorbance du complexe ferrozine-Fe²⁺ est maximale à 562 nm. En

présence d'agents chélateurs, la formation de ce complexe est perturbée aboutissant à une diminution de la couleur qui est suivie au spectrophotomètre.

19. Mode opératoire :

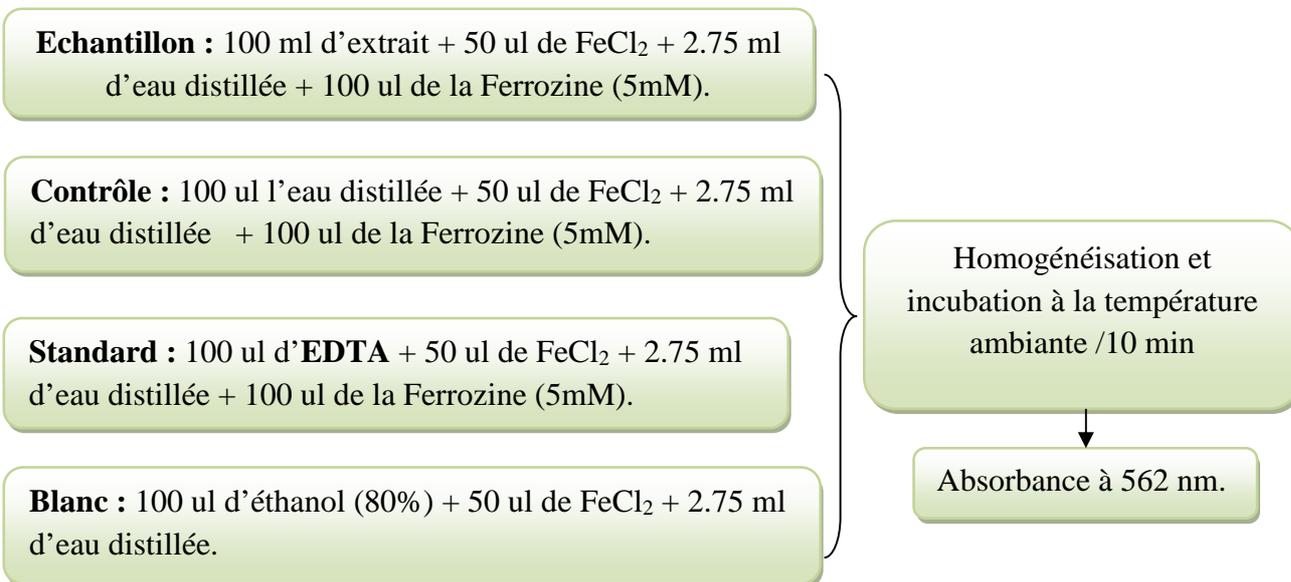


Figure N° 15 : Activité antioxydant de chélation du fer ferreux (Bourgou *et al.*, 2008).

20. Expression des résultats

Le pourcentage d'inhibition est calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{ Inibition} = \frac{\text{Absorbance Contrôle} - \text{Absorbance échantillon}}{\text{Absorbance Contrôle}} \times 100$$

II.1.5.9.4.2. Pouvoir réducteur du Fer

21. Principe

La présence d'un composé réducteur dans les échantillons entraîne la réduction du fer ferrique (Fe^{3+}) du complexe ferricyanure en fer ferreux (Fe^{2+}). Cette réduction se traduit par le virage de la couleur jaune du ferricyanure de potassium vers la couleur bleu vert dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur (Li *et al.*, 2009).

22. Mode opératoire

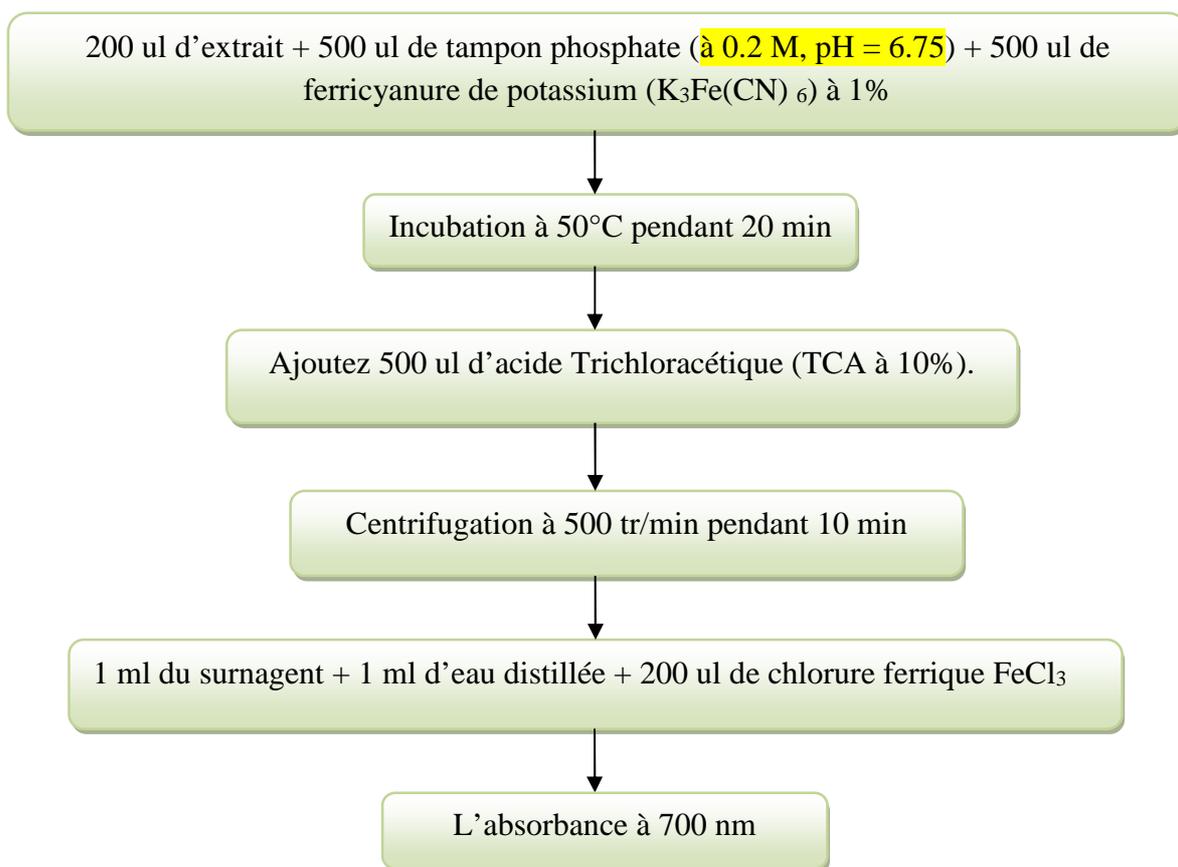


Figure N° 16 : Protocole de pouvoir réducteur (Li *et al.*, 2009).

Un témoin positif avec l'acide ascorbique est réalisé dans les mêmes conditions.

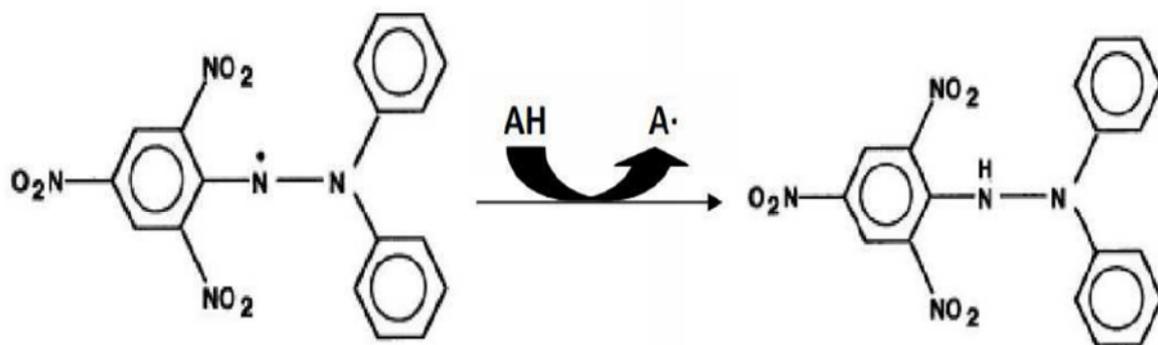
23. Expression des résultats :

Le pouvoir réducteur est exprimé en mg équivalent d'acide ascorbique / ml en utilisant une courbe standard d'acide ascorbique.

II.1.5.9.4.3. Pouvoir anti-radicalaire du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazil)

24. Principe

Cette méthode est basée, sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazil (DPPH) Ce dernier est réduit à la forme d'hydrazine (non radicalaire) en acceptant un atome d'hydrogène, entraînant une décoloration de la solution **Brand William *et al.*, (1995).**



1: Diphenylpicrylhydrazyl (free radical)

2: Diphenylpicrylhydrazine (nonradical)

Figure N° 17 : Structure de DPPH• et sa réduction par l'antioxydant AH Brand William, (1995).

Mode opératoire

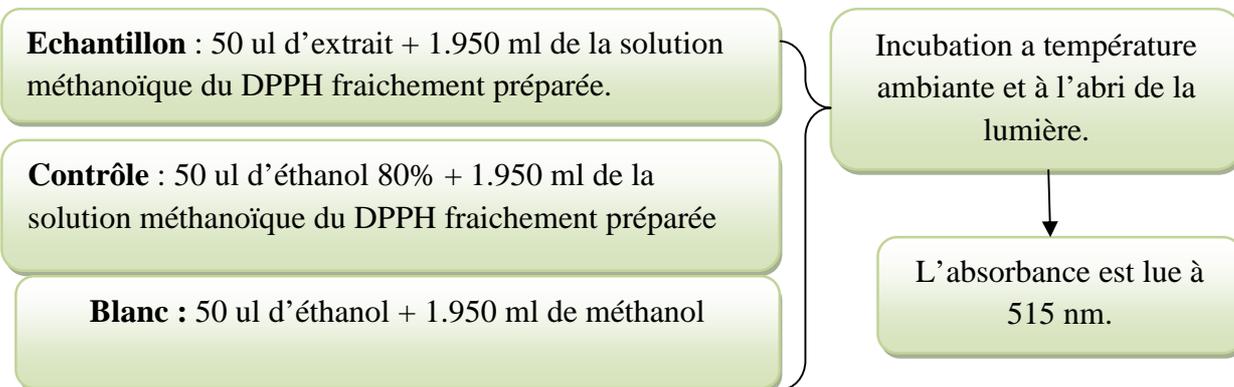


Figure N° 18 : Protocole Pouvoir anti-radicalaire du DPPH (Molyneux, 2004).

La capacité antioxydant de nos échantillons est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH• selon l'équation suivant :

$$\%Inhibition = \frac{Abs\ controle - Abs\ l'échantillon}{Abs\ controle} \times 100$$

II.1.5.9.5. Qualité microbiologique des yaourts :

Le dénombrement des colonies (Guiraud, 1998). Est déterminé au 14^{ème} jour pour chaque lot à différentes dilutions (Cinq dilutions de 1/10) dans le but de confirmer la salubrité du produit fini.

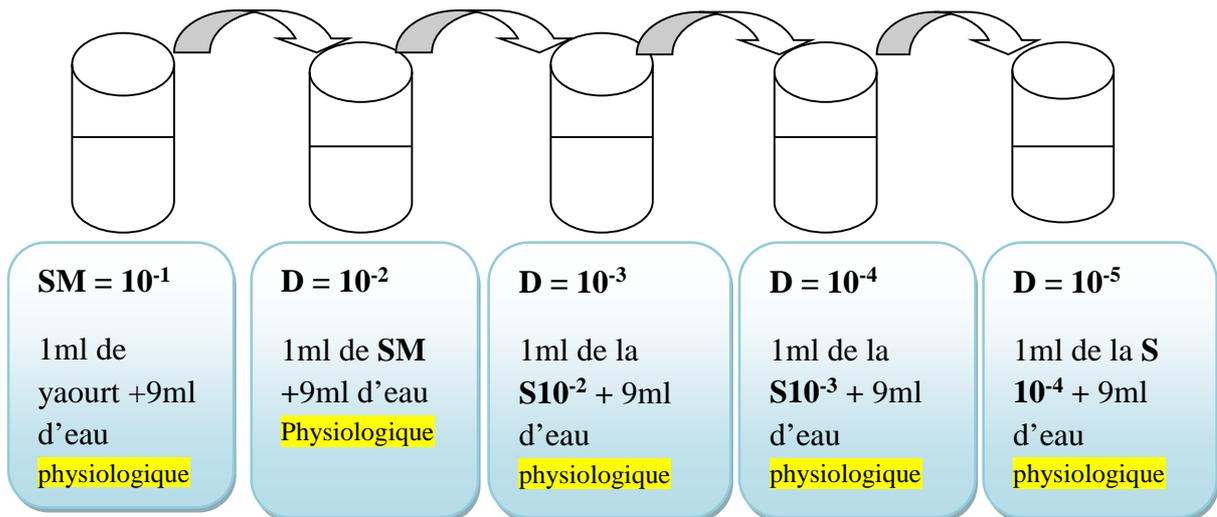


Figure N° 19 : Protocole des dilutions décimales.

Dénombrement de la flore de contamination selon **Abou el ouafa, Berrichi et al (2011)** le **tableau 06** résume le mode opératoire suivi pour chaque germe recherché.

Les différentes analyses ont porté sur le dénombrement des coliformes totaux, des coliformes fécaux, des bactéries pathogènes (salmonelles et Staphylococcus aureus), et des levures et moisissures.

Tableau N° V : Résumé l'ensemble des Bactéries recherchés et dénombré (AFNOR,1999)

Bactéries recherché		technique	Résultats et/ou confirmation
Entérobactéries	Coliformes Totaux	Ensemencement en double couche de 1ml de la 10 ⁻¹ et 10 ⁻² sur VRBL. -Incubation à 37°C pendant 24h.	Colonies rouges-roses
	Coliformes Fécaux	Ensemencement en double couche de 1ml de la 10 ⁻¹ et 10 ⁻² sur VRBL. -Incuber à 44°C pendant 24h.	Colonies rouges-roses
Germes pathogènes	Salmonelles	étalement de 1ml de yaourt sur une boite contenant la gélose de Hektoen incuber à 37°C pendant 24 à 48h	-Apparition des colonies vertes avec ou sans centre noir.

	Staphylococcus Aureus	étalement de 1ml de yaourt sur une boîte contenant la gélose de Chapman -incuber à 37°C pendant 48h	-apparition de colonies noires entourées d'une zone opaque, et un halo d'éclaircissement, on suspecte la présence Staphylococcus Aureus. On confirme par les tests de la catalase et la coagulase
Levures et moisissures		-ensemencement en masse de 1ml de la dilution 10-1 et 10-2 sur OGA (2 boîte pour chaque dilution) -incuber à 22°C pendant 5 jours	développement de grandes colonies blanchâtres pour les levures moisissures présences hyphes

II.1.5.9.6. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle, réalisée par un panel de 10 dégustateurs, permet une description complète de la qualité gustative des yaourts préparés (couleur, viscosité, texture, odeur, goût). Nous avons utilisé des échelles métriques et des rangs.

★ L'échelle métrique

C'est l'échelle à cinq points qui est utilisée :

- **1 point** : le produit est de qualité très mauvaise, impropre à la consommation.
- **2 point** : le produit de qualité insatisfaisante, mais d'utilisation possible.
- **3point** : le produit est de qualité satisfaisante.
- **4 point** : le produit est de bonne qualité
- **5point** : le produit est de qualité excellente

★ L'échelle de rang

Les échelles de rang, permettent seulement d'ordonner des objets à analyser, le chiffre de cette échelle correspond non pas au niveau de qualité mais au numéro que l'objet occupe dans la série mise en ordre : les points sont par conséquent transformés en rangs en leur attribuant des numéros d'ordre.

Transformation des notes en rangs

- **Première étape** : trouver la somme des rangs horizontalement et verticalement.
- **Deuxième étape** : trouver la somme des sommes des rangs.

Vérification :

La somme des rangs $R = n(n+1) / 2$

$n=4$ (nombre d'échantillon)

$$R = 4(4+1) / 2 = 10$$

La somme des sommes des rangs $\sum R = M \cdot n \cdot (n+1) / 2$

M nombre des dégustateurs

$$\sum R = 10 \cdot 4 \cdot (4+1) / 2 = 100.$$

II.2. Analyse statistique :

Les résultats obtenus sont la moyenne de trois répétitions et sont sous forme de moyenne plus ou moins l'écart type. L'analyse de variance (ANOVA) est utilisée pour comparer les moyennes. Le test de comparaison LSD (Least significant Différence) est utilisé pour comparer les moyennes à $p < 0.05$.

Résultats et discussion

Résultats et discussion

III. Résultats

III.1. Caractéristique physico-chimique du yaourt enrichi

III.1.1. Evolution des paramètres fermentaires

Quelque soit le paramètre considéré (pH, ATT et synérèse), les données illustrées par la figure N° 19 montre une variabilité entre échantillons de yaourt au cours des 14 jours de conservation à 4°C. L'analyse statistique des résultats montre un effet hautement significatif ($P < 0.05$) de chacun des deux facteurs mis en jeu dans notre expérimentation : taux d'incorporation de *Moringa oleifera* et temps de stockage.

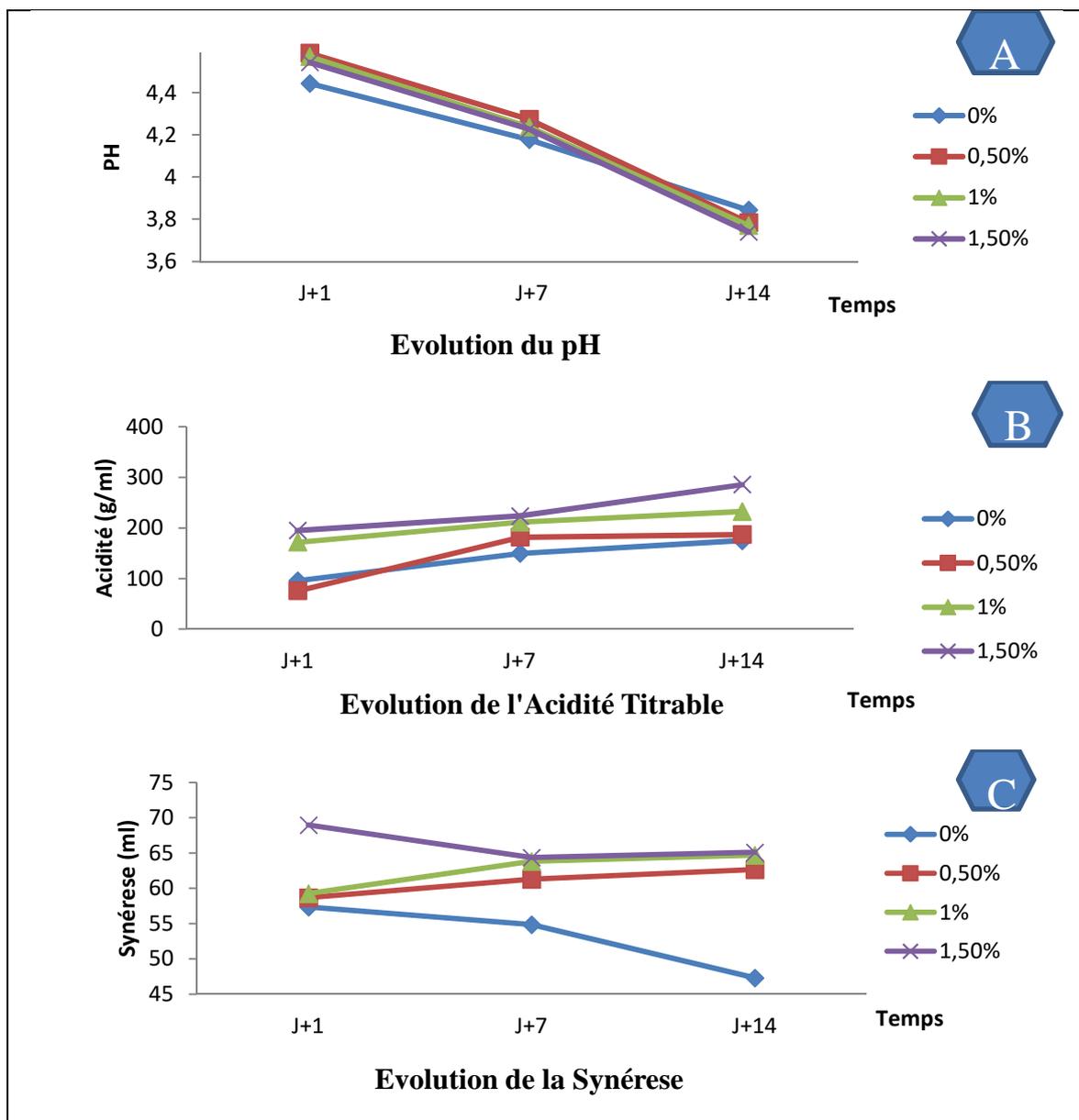


Figure N° 20 : Evolution des paramètres physico-chimiques aux cours de la conservation.

Le pH des quatre types de yaourt (**Fig. 20 -A**) diminue progressivement au cours de 14 jours de stockage.

L'incorporation de la poudre de *Moringa* dans le yaourt brassé s'accompagne d'une augmentation de 2.2 à 3.2 % du pH initial (J1). A l'inverse aux 14 jours de stockage, le pH accuse une plus forte chute pour les yaourts avec *Moringa oleifera* : 17.5% contre 13.5% pour le témoin.

L'évolution du pH au cours des 14 jours de conservation à 4°C décrit deux phases qui se distinguent par l'amplitude des baisses de pH : baisse de 6 à 7.2 % au cours de la première semaine de stockage contre 7.98 à 11.51% de chute du pH pour la deuxième semaine de stockage.

La présence de poudre de feuille dans le yaourt (**Fig. 20-B**) modifie l'acidité titrable des le premier jour : baisse de 20.8% pour le yaourt à 0.5% de *Moringa* alors que les yaourts à 1% et 1.5% de *Moringa oleifera* voient leur acidité titrable augmenter de 79 à 103% respectivement.

Au cours de la première semaine, l'ATT augmente brusquement de 14 à 139%. Au delà de 7 jours, l'ATT continue d'augmenter mais avec une plus faible intensité

L'analyse de nos données (**Fig. 20-C**) montre une tendance à la baisse de la synérèse du yaourt témoin ; elle passe de 57.33 (j1) à 47.3 (j14). Pour les yaourts enrichis, la synérèse affichée au 14j varie de 62.05 (0.5% de *Moringa oleifera*) à 65.11% (1.5% de *Moringa oleifera*).

III.1.2. Teneur en protéines et sucres

La (figure N° 21) montre une augmentation significative ($p < 0.05$), de la teneur en protéines des yaourts enrichis. Cette teneur varie de 7.8 à 13.32 g/ml contre 7.08% pour le témoin. les augmentation vont de 10.21% (yaourt à 0.5%) à 88.13% (yaourt à 1.5%).

L'incorporation de poudre de feuilles de *Moringa oleifera* améliore significativement ($P < 0.05$) le taux de sucre du yaourt : 8.16 (témoin) contre 9.5 à 11% (yaourt enrichi) soit des augmentations de 16.32 % à 34.64%.

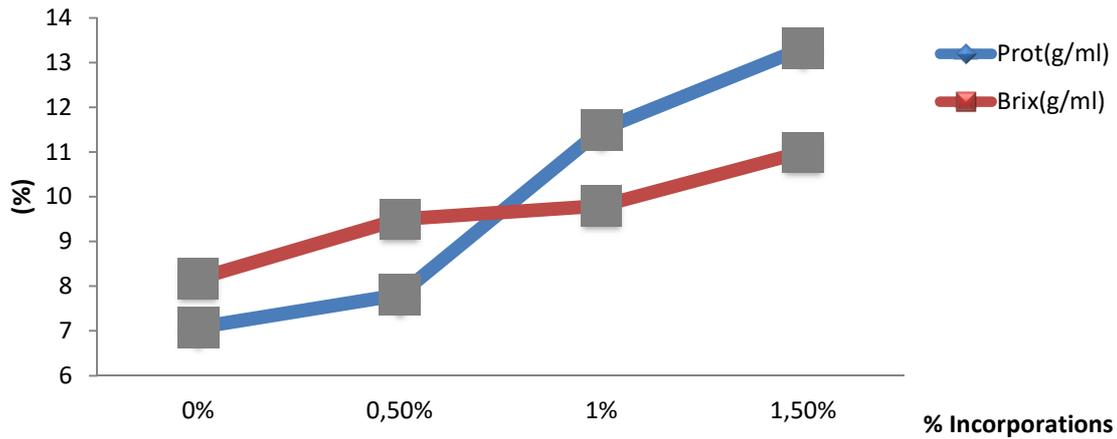


Figure N° 21: Evolution de taux de sucre et de protéines

III.1.3. Densité

La figure N° 22 montre que la densité du yaourt enrichi augmente significativement avec le taux d'incorporation de *Moringa oleifera*. Le yaourt témoin se caractérise par la plus faible densité : 0.95. Pour les yaourts enrichis, la densité varie de 0.97 à 1.003.

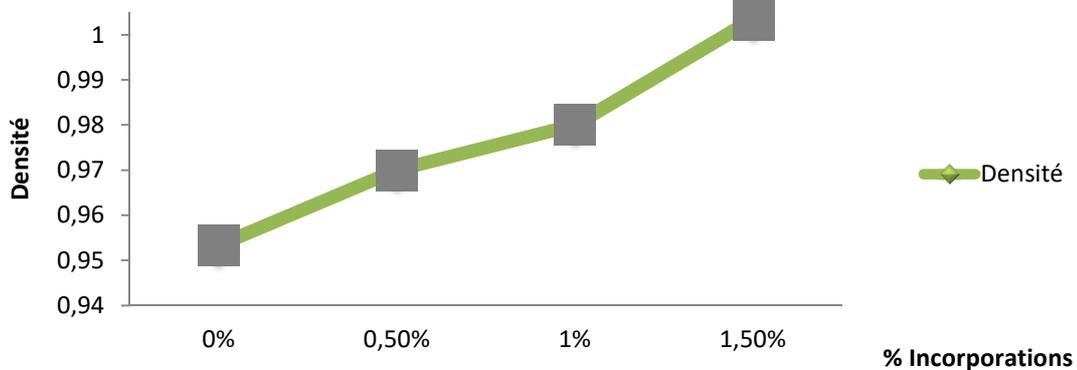


Figure N° 22: Evolution de la densité des yaourts enrichis avec la poudre de *Moringa*.

III.1.4. Teneur en composés phénoliques et le potentiel phénolique et activité antioxydants de MO

III.1.4.1. Teneur en phénols totaux solubles

La figure N° 23 montre une augmentation significative ($p < 0.05$) de la teneur en phénols totaux solubles (PTS) des yaourts avec l'élévation du taux d'incorporation de la poudre de *Moringa oleifera*.

Le yaourt témoin affiche une teneur en PTS de 0.27 mg Eq d'E/g contre 0.38 à 0.71 mg Eq AG/g pour les yaourts enrichis. L'incorporation de poudre de feuille de *Moringa oleifera* élève la teneur en PTS de 42% (yaourt 0.5%), 111 % (yaourt 1%) et 164,1% (yaourt 1.5%).

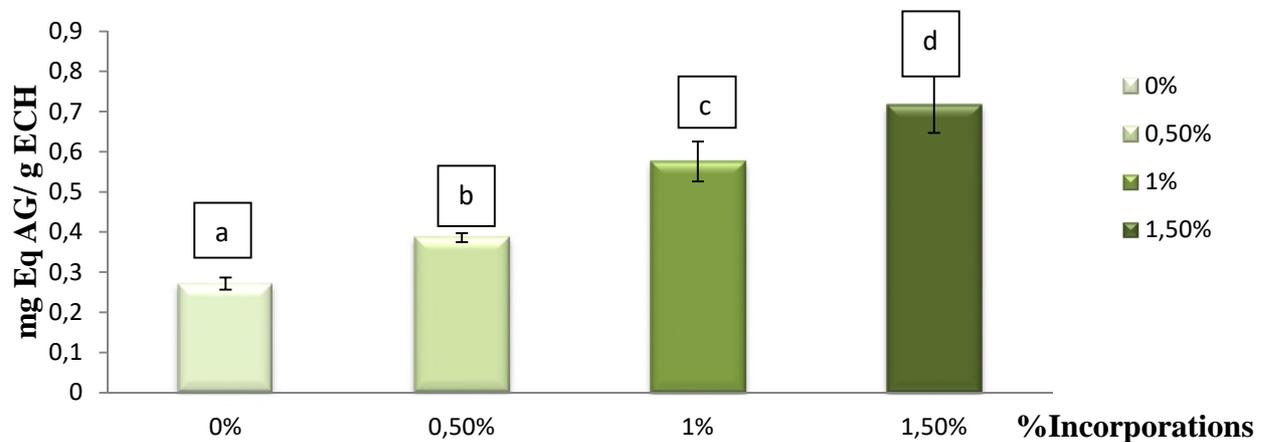


Figure N° 23: Teneur en phénol totaux solubles des extraits des yaourts

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différents entre elles ($p < 0.05$)

III.1.4.2. Mise en évidence de quelques métabolites secondaires

La figure N° 24 résume les résultats de mise en évidence de la présence d'autres métabolites secondaires dans nos extraits.

Les tests réalisés montrant l'absence de saponine, terpénoïdes, et tanins ; seuls les alcaloïdes sont présents dans nos échantillons.

Teste	Observations	Résultats
Saponines		absence (-)

Alcaloïdes



présence (+)

Terpénoïdes



absence (-)

Tanins



absence (-)

Figure N° 24 : Résultats de test mise en évidence de quelque métabolite secondaire.

III.1.4.3. Etude de l'activité antioxydants

Le yaourt témoin se caractérise par un faible pouvoir vis-à-vis du DPPH (Figure N° 25) : 0.84% d'inhibition. L'incorporation de poudre de feuille de *Moringa oleifera*, modifie l'effet **scavenger** des yaourts enrichis. Toute fois nos donnés statistiques ne révélon pas de différences ($P > 0.05$) entre les différents yaourts préparés.

Le tableau statistique montre un effet significatif ($p < 0.05$) du taux d'incorporation de *Moringa oleifera* sur le pouvoir réducteur des yaourts préparés.

Le yaourt témoin affiche un faible pouvoir réducteur 0.2 Absorbance (Figure N° 26). L'utilisation de *Moringa oleifera* améliore significativement ($P < 0.05$) ce pouvoir réducteur. L'amplitude de ces augmentations dépend du taux d'utilisation de *Moringa oleifera* :

augmentation de pouvoir réducteur de 73% pour un taux d'incorporation de 0.5% contre une augmentation de 412% lorsque *Moringa oleifera* est utilisée à 1.5% dans le yaourt.

La (figure N° 27) illustre la variabilité de la capacité de chélation du fer des yaourts préparés. Les yaourts enrichis se caractérisent par un pouvoir chélateur significativement ($p < 0.05$), plus important que le yaourt témoin. L'amplitude de l'augmentation de pouvoir chélation varie de 295 à 1375 %. Le yaourt enrichi à 1.5% de *Moringa oleifera* manifeste le plus fort pouvoir de chélation : 16.14 contre 4.32 à 4.48 pour les yaourts à 0.5 et 1 % de *Moringa oleifera*.

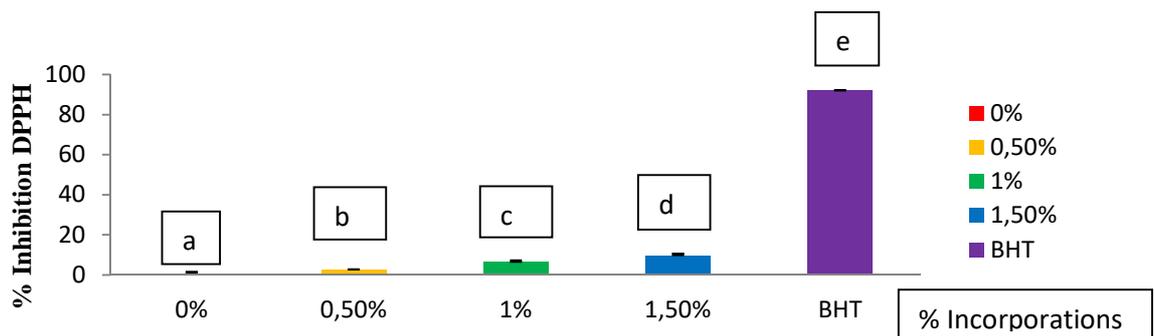


Figure N° 25 : Teneur en Activité anti radicalaire

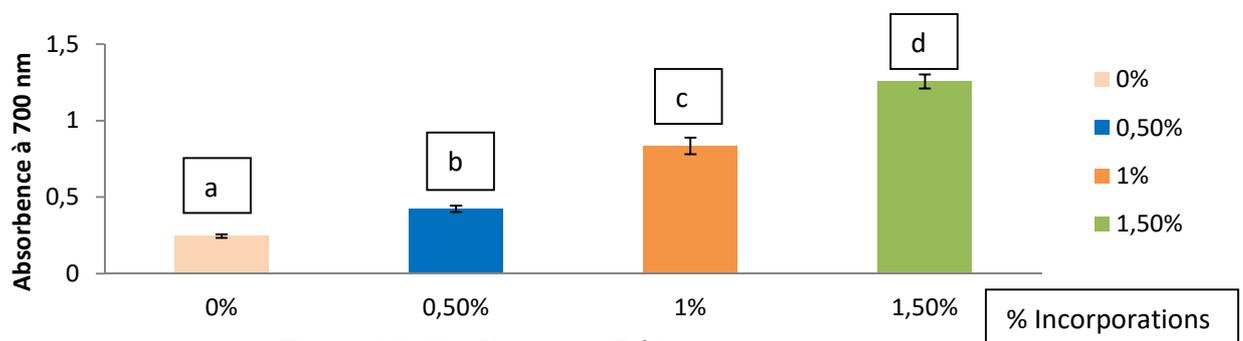


Figure N° 26 : Pouvoir Réducteur

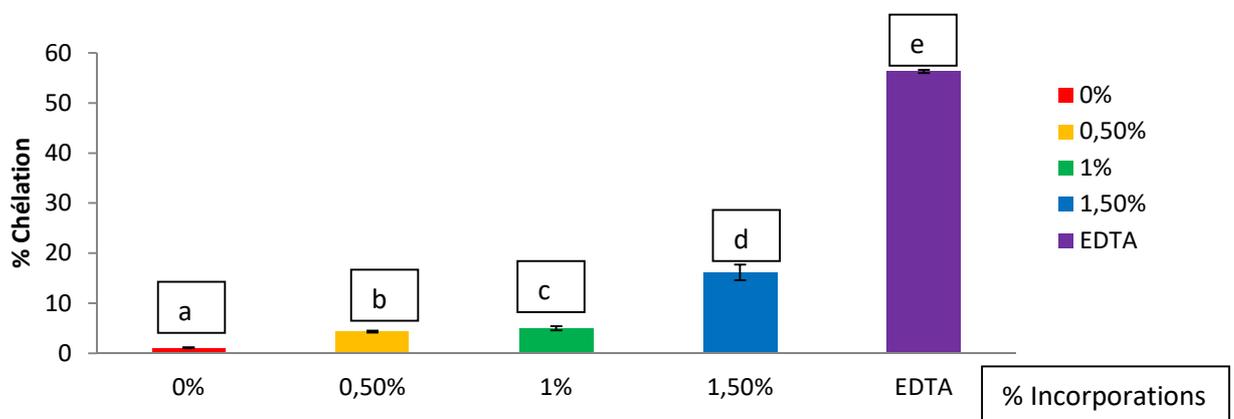


Figure N° 27: Chélation de fer ferreux

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différents entre elles
($p < 0.05$).

III.1.5. Qualité microbiologique des yaourts

Au cours de l'expérimentation, les yaourts préparés n'ont révélé aucune contamination par des germes pathogènes, les *coliformes fécaux*, *salmonella*, *Staphylocoques*, ainsi que *levures et moisissures* (Tableau N° VII).

Tableau N° VII : Résultats des analyses microbiologiques des échantillons.

Germes/ Recherche Yaourt	Coliforme totaux	Coliforme fécaux	Staphylococcus aureus	Salmonelle	Levure	moisissure
Yaourt témoins	0	0	0	Abs	Abs	Abs
Yaourt à 0.5%	0	0	0	Abs	Abs	Abs
Yaourt à 1%	0	0	0	Abs	Abs	Abs
Yaourt à 1.5%	0	0	0	Abs	Abs	Abs
Normes	10 /g	1/g	10/g	Abs/25g	10 ² /g	Abs/g

III.1.6. Analyse sensorielle

L'échelle de rang permet d'ordonner les objets à analyser, le chiffre de cette échelle correspond au numéro que l'objet occupe dans la série mise en ordre,

On considère que la plus petite valeur de somme de rang représente l'échantillon le plus préféré donc le meilleur, par contre les valeurs les plus élevées de somme de rang représentent l'échantillon le plus mauvais.

La synthèse des données du panel de dégustation révèle que le yaourt témoin est le mieux apprécié pour chacun des critères d'appréciation.

Le yaourt à 1.5% est le moins apprécié par les dégustateurs. Pour tous les critères

Le yaourt à 0.5% se classe en 2^{ème} position pour les critères de couleur, odeur et goût ; pour la viscosité et la texture, c'est le yaourt à 1% qui se classe en 2^{ème} position.

Tableau N° VIII : Evolution préférentielles des yaourts préparés.

Produit	∑R Couleur	∑R Viscosité	∑R Texture	∑R Odeur	∑R Gout
Blanc	13	16	14	17	21
0,5%	26	28	26	24	25
1%	28	22	25	31	27
1,5%	33	34	35	28	27

Discussion

Nos données expérimentales ont montré une variation significative ($P < 0.05$) des paramètres fermentaires au cours du stockage des yaourts à 4°C. Les valeurs du pH, comprises entre 4.44 et 4.58 au 1^{er} jour diminuent au cours du stockage pour atteindre 3.74 et 3.84 au 14^{eme} jour. L'Acidité titrable affiche au contraire une augmentation. Des résultats similaires sont rapportés par de nombreux auteurs (**Amellal, 2008 ; Athary et al, 2015**) qui attribuent ces variations à l'activité fermentaire des bactéries lactiques. Parallèlement et en accord avec **Aryna et MC Grew (2007)**, nous notons une baisse de la synérèse du yaourt témoin contre une augmentation pour les yaourts enrichis. **Sricuvor et al (2013)** l'attribuent à l'activité protéolytique des bactéries qui hydrolysent les micelles de caséines au cours du temps.

L'incorporation de M.O (23% de protéines brute) a induit une amélioration significative ($P < 0.05$) du niveau azoté et glucidique des yaourts. Le taux protéique passe de 7.08% (yaourt témoin) à 13.32 % (yaourt 1.5 %) et le Brix passe de 8.16 (témoin) à 11 pour le yaourt 1.5%. Nos résultats s'accordent avec les données de **Sodamode et al (2013)** et **Hassen et al (2016)**. La fortication de produits laitiers tels que le yaourt par MO utilisée à une concentration variable jusqu'à environ 3% a été rapportée dans la littérature (**Hekmat et al., 2015 ; kuikman et Connor, 2015 ; salem et al., 2013**).

Ces augmentations reflètent également la teneur des poudres M.O en protéines et glucides. Ces mêmes auteurs rapportent également une augmentation de la protéolyse d'acides aminés servant de précurseurs au développement d'acides gras volatiles. L'incorporation de M.O à des taux croissants s'accompagne d'une élévation de la teneur des yaourts en polyphénols totaux solubles apportés par M.O. Les différentes analyses au laboratoire ont en effet mis en évidence la présence de diverses classes de composés phénoliques dans les poudres de M.O (PTS, tannins). La teneur en PTS des yaourts préparés varie significativement ($P < 0.05$) et passe de 0.27 mg AG/g échantillon (témoin) à 0.71 mg AG/g échantillon (1.5%). Nos données traduisent une plus grande richesse en PTS de la poudre de M.O comparativement au lait fermenté préparé.

Nous avons relevé une augmentation du pouvoir antioxydant des yaourts avec l'élévation du taux de M.O. Des observations similaires sont rapportées par différents auteurs **Chumark et al (2008)** et **farooq et al (2012)** notent que les feuilles de M.O possèdent une forte activité

antioxydant .Les composés phénoliques sont des constituants très importants en raison de leur effet scavenger du radical DPPH due à leur groupement hydroxyle (**Elmastas *et al* ; 2006**). En effet, l'une des propriétés chimiques des composés phénoliques est leurs propriétés réductrices en agissant comme donneur d'hydrogène ou d'électron, ce qui leur confère leur capacité à piéger les radicaux libres (**Rice-Evan *et al* ; 1997**).

L'incorporation de poudre de feuille de M.O a induit un changement dans les attributs sensoriels des yaourts enrichis. Les plus basses estimations de la saveur sont obtenues avec ces derniers. Nous notons une baisse progressive dans la (texture, saveur, arôme) avec des niveaux croissants de M.O ; Le yaourt naturel est préféré par les dégustateurs. De telles variations ont été observées par **Apiladoo *et al* (2013)** qui recommandaient de ne pas dépasser le taux de 0.5% de poudre M.O dans les yaourts. D'autre part et comme le soulignent **Adewumi *et al* (2016)**,l'acceptabilité des fromages enrichis était influencée par le fait les membres du panneau de goutte n'étaient pas habitués à l'usage de telles plantes et feuille .De ce fait, l'utilisation de poudre de MO dans les produits laitiers tels que les yaourts peut dépendre des normes et de l'acceptation culturelle des feuilles de fines herbes. Il en est de même pour une incorporation de graines de légumineuse dans des yaourts .Les essais préliminaires d'**Ould Saadi (2015/2016)** suggèrent un traitement préalable de graines de pois chiche avant utilisation comme pré biotique.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Le travail réalisé nous a permis de produire un yaourt brassé enrichi avec de la poudre de feuille de M.O. Il s'agit d'un produit de large consommation.

L'incorporation de M.O permis un enrichissement significatif protéique et glucidique des yaourts préparé en raison de la richesse des feuilles de M.O :13.32 g/ml et 34.64 % (yaourt enrichi) contre 7.08 g/ml et 8.16 % (yaourt témoins).

Les yaourts préparés sont plus riche en composés phénoliques : 0.27 mg Eq d'E/ g (yaourt témoin) contre 0.38 à 0.71 mg Eq AG /g pour les yaourts enrichis. Ils manifestent également une plus grande activité antioxydante qui augmente avec le taux d'incorporation de la poudre de M.O.

Nos résultats montrant qu'il est possible de produire un yaourt de qualité microbiologique. Tout fois les évaluations sensorielles ne sont pas en favoris des yaourts enrichis, en raison de leur odeur et goût particuliers. Des traitements pourraient être appliqués comme ceux utilisé avec les légumineuses.

Nos résultats sont encourageants et présent travail mérite d'être poursuivi et approfondi :

- Allonger le temps de conservation (28 à 35 jours) et étudier les modifications de compositions induites pour la présence de poudre de M.O.
- Evaluer l'effet de traitements de la poudre de M.O. sur la qualité nutritionnelle des yaourts enrichis.
- Etudier l'effet de taux plus élevés de poudre de M.O. sur la qualité du yaourt.

Références bibliographiques
Références bibliographiques

A.

AFNOR, 1999. -Microbiologie alimentaire : Méthodes horizontales, Tome 1.- Paris : AFNOR.- 630 p.

Amana K. (2007). Les anacardiaceae du togo: les étudesbotaniques, écologiques et propriétésantifongiques. thèse de doctorat de l'université de reims champagneardenne. 182.

Antioxydant activity of stem and root of extract of rhubarb (*Rheum ribes*): An edible medicinal plant. *Food chemistry*, 103: 623-630.

Amas. (1997). *Food and Agricultural Research Council*, Réduit, Mauritius.

Amellal née chebane Hayat ,2008.Aptitude Technologiques de Quelque Variétés Communes de Dattes : Formulation d'un yaourt Naturellement sucré et Aromatisé.

AOAC. 1975. Official Methods of Analysis. 12 Ed. Association of officiation of official analytical chemists. AOAC Washinton, D.C.

Ojoriz S. Apilado, Maria Cynthia R. Oliveros ,Ione G. Sarmago , Veneranda A. Magpantay and Rossalina M. Lapitan.2013.Chemical composition, sensory quality and acceptability of cream cheese from pure buffalo's milk added with malunggay(*Moringa oleifera* l.) leaf poudre. 39(1) :91-98

Aravodis E. 2005. Antioxidant potential of African medicinal plants. *African Journal of Biotechnology*. 4 (2): 128-133.

Aryana KJ., McGrew P.2007. Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and variousprebiotics.*LWT*, 40:1808-1814.

Atakpama W., Kponor E.G.E., Kanda M., Dourma M., Nare M., Batawila K., et Akpagana K. 2014.*Moringa oleifera* Lamarck (Moringaceae): une ressource phytogénétique à usage multiple. *Rev Cames, Sciences de la vie, de la terre et agronomie* 2(1) : 6-14

Aurousseau, B. (2002). Les radicaux libres dans l'organisme des animaux d'élevage : conséquences sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits. *INRAProd. Anim*, 15 (1): 67-82.

Aziman N., Abdullah N., Noor Z.M., Zulkifli K. S., et Kamarudin W. S. S. W. 2012. Phytochemical constituents and *in vitro* bioactivity of ethanolic aromatic herb extracts. *Sains Malaysiana*. 41(11): 1437–1444.

B.

- Bahorun, T. (1997).** Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne .une source d’approvisionnement potentielle. Food and Agricultural Research council Mauritian. p83-94.
- Badiaga, M. (2011).** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea Latifolia* Smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali, thèse de doctorat, université de Bamako.10 p.
- Bello. H. 2010.** Essai d’incorporation de la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans l’alimentation chez les poulets indigènes du Sénégal : Effets sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et le résultat économique. Thèse pour obtenir le grade de docteur de l’université de Dakar.
- Ben Salem H., et Makkar H. 2009.** Defatted *Moringa oleifera* seed meal as a feed additive for sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 150: 27-33.
- Boizot N. et Charpentier J P. 2006.** Méthode rapide d’évaluation du contenu en composés phénolique des organes d’un arbre forestier. Le Chaire des techniques de l’Inra : 79-82.
- Bourgou S.,Ksouri R.,Bellila A.,SkandraniI.,Faller H.et Marzouk B.2008.** Phenolic Composition and Biological activities of tunisian *Nigella Sativa* .*Shoots and roots Comptes Rendues Biologies*,33(1):48-55.
- Brand-Williams W., Cuvelier M E.et Berste C. 1995.**Use free Radical Method To Evaluate Antioxydant Activity *Food Science and Technology*, 28(1)/ 25-30
- Broin M., Saint-sauveur A.2010.**produire et transformer les feuilles de *Moringa* In *Moringa Association of Ghana*.
- Broin M. 2005.** Composition nutritionnelles des feuilles de *Moringa oleifera*. CTA, 5p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>.
- Bruneton, J. (1993).** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales, 2ème Ed. Lavoisier, Paris.
- Bruneton, J. 1999.** Pharmacognosie, phytochimie plantes médicinales 3ème édition. Tec&doc. Paris.
- Bruneton, J. (1999).** Tannins. In : Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales. W. W. W. ansci. cornelle. edu/plants/ toxicagents/tannins/pos- effects.html- 6K.

Chumark,P.,P.khunawat, Y.Sanvarinda, S.Phornchirasilp and N.P. Morales et al.,2008.The in vitro and ex vivo antioxidant properties, hypolipidaemic and antiatherosclerotic activities of water extract of *Moringa oleifera* Lam. leaves .*J.Ethnopharmacol .*, 116 :439-446.

D.

Delpha ISIS. 2011. *Moringa (moringa oleifera lam) :current uses and pharmacological interest.*

E.

Elmastas M., GulcinI., Kufrevioglub O. I., Ibaoglua K., et Aboul-Eneinc H.Y.2006. Radical Scavenging Activity and antioxidant Capacity of baylea fextracts. *Journal of the Iranian Chemical Society.* 3(3) : 258-266.

Espirito-Santo AP., Silva RC.,Soares FASM., Anjos D., GioieliLA. EtOleivera MN. 2001. Açaipulp addition improves fattyacide profile and probiotic viability in yoghurt. *Int Dairy J*20:415-422.

Espirito-Santo AP., Silva RC., Soares FASM., Anjos D., Gioielli LA. Et Oleivera MN.2010.Açai pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt. *IntDairy J*,20:415-422.

F.

Farooq. F., Rai M., Tiwari A., Khan AA., Farooq S .2012. Medicinal propertiers of *Moringa oleifera* : Anover view of promisinghealer. *Journal of Medicinal plants Research* 6(27) : 4368-4374.

Favier, A. (2003). Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, 108-115.

Ferreira P.M.P., Carvalho A.F.F.U., Sousa D.F., Ferreira J.M., Martins A.R., Martins A.M.C., et Queiroz M.G.R. 2007. Water extract of *Moringa oleifera* seeds : a toxicological approach. *Revista Eletrônica Pesquisa Médica.* 1 (4) : 45 - 53

Foidl N., Makkar H.P.S. et Becker K. 2001.Potentiel De *Moringa Oleifera* En Agriculture Et Dans L'industrie. Potentiel de développement des produits du *Moringa*. Dar es Salaam, Tanzanie.

Fleuriet, A. (1982). Thèse Doc. Etat, Montpellier.

Fuglie L. J. 2001. Combating malnutrition with Moringa. Development potential for Moringa products. Dar es Salaam, Tanzanie

G.

Guha S.R.D.,Negi J.S.1965.Wrapping,printing,and writing paper from Moringa pterygasperma. Indian Pulp.(6):377-379.

Gutteridge J.M.C., ETHalliwell B. 1993. Invited review free radicals in disease processes: A Compilation of cause and consequence. Free Radical Research Communications. (3) : 141-158.

H.

Hagerman A.E. (2002). Tannin Chemistry (www.users.muohio.edu/hagermae). Institute of Animal Nutrition, University of Hohenheim (Germany).

Halliwell B. 1999. How to characterize a biological antioxidant free radical. Research communication. 9: 1-32.

Hassan, Hala M. Bayoumi, Mona A. M. Abd El-Gawad, A.K. Enab and Y.B. Fatma A.M.Youssef, 2016. Utilization of Moringa oleifera leaves powder in production of yoghurt.Int .J.Dairy sci., 11 :69-74.

Hekmat, S., Moringa, K., Soltini, M., Gough, R., 2015. Sensory evaluation of locally-grown fruit purees and inulin fibre on probiotic yogurt in mwanza, Tanzania and the microbial analysis of probiotic yogurt fortified with Moringa oleifera. J. Health popul. Nutr.33,60-67.

Hennebelle T. 2004. Investigation chimique, chimio taxonomique et pharmacologique de la lamiles productrices d'antioxydants : *Marrubium peregrinum*, *Ballota larendana*, *Ballota pseudo dictammus* (Lamiacées) et *Lippia alba* (Verbénacées). Thèse de Doctorat en chimie organique de l'Université des Sciences et Technologies de Lille. 304.

HedjiC C., Gangbazo D.N.S.K.,Houinato M.R et Fiogbén E .D .2014. Valorisation de Azollaspp, Moringa oleifera, sonderiz,et de co-produits de volaille et de poisson en alimentation animale : synthèse bibliographique. Journal of Applied Biosciences,81 :7277 _ 7289.

J.

Jeun, J. M., Annie. F., Chrystian. J. L. (2005). Les composés phénoliques des végétaux, p203- 204.

Judde A. (2004).prévention de l'oxydation des acides gras dans un produit cosmétique : mécanismes, conséquences, moyens de mesure, quels antioxydants pour quelles applications ?Oleagineux, Corps gras, Lipides.11(6) :414-418.

K.

Kjeldhal J., 1883. Meueme tho dlurkbes yimmung des stichs offs in organis chemkor pon. ZAnal. Chem. 22: 366-382.

Krief, S. (2003). Métabolites secondaires des plantes et comportement animal, thèse doctorat, muséum national d'histoire naturelle. 32p.

Kuikman, M., O connor, C. P. 2015. sonsorye valuation of Moringa probiotic yogurt containnig banana, sweet potato or avocado. J. Food Res. 4,165-171.

L.

Laleye O. A . F., Ahissou H ., OlounladeAp.,Azando E V B Et laleye A . 2015 .Etude bibliographique de trois plantes antidiabétique de la flore béninoise :Khayasengalensis (Desr) A.Juss(Meliaceae), Momordicacharantia Linn (cucurbitaceae)et Moringa oleifera Lam(Moringaceae).International journal of Biological and chémical sciences,9(5) :2682-2700.

Laraoui, H. (2007). "Etude Phytchimique L'Extrait Chloroformique de Bupleurum Atlanticum" Docteur de l'université Louis pasteur (Chimie Organique, UV El Hadj Lakhdar Batna).

Le K., Chiu F., Ng K.2007.Identification and quantification of antioxidant sin *Fructuslycii*.

Li H., WangX., LiY., LiP., Wang H. 2009.Polyphenolic compounds and antioxidant properties selected chine wines. *Food Chemistry*, 112:454-460.

M.

MadiO P., BourouS et NoéW.2012.Utilisation et importances socio-économiques du Moringa oleifera lam.En zone de savanes d'Afrique central.cas de la ville de Moribga au Nord-Cameroun. Journal of Applied Biosciences,60 :4421-4432.

MAKKAR, H.P.S. & BECKER, K. (1997). Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* **128**, 311-322.

Malecky, M. (2005). Métabolisme des terpenoïdes chez les caprins, thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech. p 9, 13-19, 20, 27.

Manasse M.J. 2013. Etudes chimique et biologique de saponines isolées de 03 espèces malgaches appartenant aux familles des Caryophyllaceae, Pittospraceae, et Solanareae. Thèse de doctorat spécialité pharmacognosie. Université de bourgogne. 222.

Martha E. G. P. 2008. Caractérisation de composés phénoliques des extraits de ramilles du bouleau jaune : Etude de leur capacité antioxydante. Thèse de doctorat de l'université de laval. 115.

Mauro, N. M. (2006). Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : la (+)-anatoxine-a et la (±)- camptothécine, thèse doctorat, l'université Joseph Fourier Grenoble, p13, 16-28.

Mbora A, Mundia G, Muasya S, 2004. Combating nutrition with *Moringa oleifera*.- Nairobi: World Agroforestry Centre.

Meddour A., Yahia M., Benkiki N., Ayachi A. 20013. Etude de l'activité antioxydant et antibactérienne des extraits d'un Ensemble des parties de la fleur du Cappris Spinosa L. Le banese Science Journal, 14(1) : 49-60.

Mehdi Athary, Mohammad Reza Saeidiasl, Amir Hossein Elhamirad and Mohammad Armin.2015 .Production of Non-Carbonated Yogurt Drink (Dough) Enriched with Marjoram Extract and Evaluation of Its Physico chemical and Microbial Durings torage. advances in Environmental Biology, 9 (3) February 2015, Pages : 328-334.ISSN-1995-0756. EISSN-1998-1066. Journal homa page : <http://WWW.aensiweb.com/AEB/>.

Molyneux P.2004. The use of the stable free radical diphenyl picrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn J. Sci. Technol*, 26(2):212-219.

Moyo B., Masika P J., Hugo A.Muchenje V. 2011. Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* leaves. *African Journal of Biotechnology*, 10(60) : 12925-12933.

Mueller-Harvey, I. etMc Allan, A.B. (1992). Tannins: Theirbiochemistry and nutritional properties. *Adv. Plant Cell Biochem. Biotechnol.* p1, 151-217.

Ncube N.S., Afolayan A.J., eTokoh A. I. 2008. Assessment techniques Of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: current methods and future trends. *African journal of biotechnology* 7(12): 1797-1806.

Ndong M, Wade S, Dossou N, Guiro AT, Gning RD, 2007. Valeur nutritionnelle du *Moringa oleifera*, étude de la biodisponibilité du fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, 7 (3).

Nkhili, Ez-zohra. (2004). Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant. Diplôme de Doctorat, Spécialité : Sciences des Aliments. Université Cadi Ayyad. Marrakech Université D'avignon Et Des Pays De Vaucluse Ecole Doctorale 306 – SPSA, Montpellier. 378p.

O.

Ojoriz S. Apilado, Maria Cynthia R. Oliveros, Ione G. Sarmago, Veneranda A. Magpantay and Rossalina M. Lapitan. 2013. Chemical Composition, Sensory quality and acceptability Of cream cheese from pure buffalo's milk added with malunggay (*moringa oleifera* l.) leaf powder. 39(1) :91-98.

Olson m e. 2001. Stem and root anatomical correlations with life form diversity, ecology, and systematics in *Moringa* (Moringaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 135: 315–348.

Olugbemi TS, Mutayoba SK, Lekule FP, 2010. Effect of *Moringa* (*Moringa oleifera*) Inclusion in Cassava Based Diets Fed to Broiler Chickens.

Oyeyinka, A.T., Oyeyinka, S.A. *Moringa oleifera* as a food fortificant: Recent trends and prospects. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* (2016). <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2016.02.002>.

P.

Paguia H. M., Paguia R. Q., Balba Ch., et Flores R. C. 2014. Utilisation and evaluation Of *Moringa oleifera* L. As poultry feeds. *Apcbee Procedia*. 8: 343 – 347.

Panda S. K., Horie T., Kaneko T., Sugimota G., Sasano S., Shibasaka M., Katsuhara M. 2008. Mechanisms of Water transport mediated by PIP aquaporins and Their regulation via phosphorylation events under salinity stress in barley roots. *Oxford Journals : Plant and Cell physiology*. Vol 52 Issue 4. P.663-675.

Pamo ET, Niba AT, Fonteh FA, Tedonkeng F, Kana JR, Boukila B, Tsachoung J, 2005. Effet de la supplémentation au *Moringa oleifera* ou aux blocs multinationnels sur l'évolution du poids post partum et la croissance pré-sevrage des cobayes (*Cavia porcellus* L.). Livestock Research for Rural Development, 17.

Pereira E., Barros L., Ferreira I. (2013). Relevance of the Mention of Antioxidant.

Pointurier H., (2003). La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France : 64 (388 pages).

Poumayea N., Mabinguia J., IutgendP., etbiganc M.2012. contribution to the clarification of surface water from the *Moringa oleifera* : case M'Poka River to Bangui, cantral African REPUBLIC. Chemical engineering research and design .90 :2346-2352.

Purwandi U., Shah N P., Vasiljevic T. 2007. Effets of exopolysaccharide producing strains Of streptococcus thermophilus on technological and rheological properties of set-type yoghurt. *International Dairy journal*, 17(11):1344-1352.

Popovici C., Saykova I., Tylkowski B. 2009. Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de genie industrielle.* (4): 25-39.

R.

Reyes S.N. 2006. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: potential fodder species for ruminants in Nicaragua. Thèse pour obtenir le grade de docteur.

Ribeiro M. A., Bernardo-Gil M. G.,et Esquivel M. M. 2001. Melissa officinalis L., Study of antioxidant activity in Super critical residues. *Journal of super critical Fluids.* 21:51-60.

Rice Evans C.A., Miller N J., et paganga G. 2003. Antioxidant Properties of Phénolic compounds. *T rends in plant science.* 2(4): 152-158.

Richter N, Siddhuraju P, Becker K, 2003. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam) leaves as an alternative protéine source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) : *Aquaculture* 217: 599– 611.

S.

Saint sauveur A.,Broin M. 2006. L'utilisation des feuilles de *moringa oleifera* contre les carences alimentaires : un potentiel encore peu valorisé. *Stratégies, Normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique.* Accra, Chana. www.moringanews.org

Saint-sauveur A., Broin M. 2010. Produire et transformer les feuilles de moringa In Moringa Association of Ghana.

Salem A.S., Salama W.M., Hassanein, A., El Ghandour, H., 2013. Enhancement of nutritional and biological values of labneh by adding dry leaves of Moringa as innovative dairy products. *World App. sci. J.* 22, 1594-1602.

Sanchez D., Machado., José A., Gastélum N., Crauhtémo H., et Ramirez-wong B. 2010. Jaime dopez-cervantes, *Foods And Méthodes* Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*. 3: 175-180.

Shahidi F., Janitha P.K., et Wanasundara P. 1992. Phenolic Antioxidants. Critical reviews in food science and Nutrition. 32 :67-102.

Shan B., Cai Y.Z., Sun M., et Corke H. 2005. Antioxidant Capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53 (20): 7749-7759.

Shori, A. and A. S. Baba (2013). "Antioxidant activity and inhibition of key enzymes linked to type-2 diabetes and hypertension by Azadirachta indica-yogurt." *Journal of Saudi Chemical Society* 17 (3): 295-301.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. Jr., (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.

Škerget M., Kotnik P., Hadolin M., Hraš A., Simonič M., et Knez T. 2005. Phenols, Proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*. 89: 191-198.

Sodamode, A., O.S. Bolaji and O.O. Adebayo, 2013. Proximate analysis, mineral contents and functional properties of Moringa oleifera leaf protein concentrate. *IOSR J. Applied Chem.*, 4 :47-51.

Soulama S., Sanon H O., Meda R N T., Boussim J I. 2014. Teneur en Tanins de 15 ligneux fourragers de bourkinafaso. *Afrique Science*, 10(4) :180-190.

Srisuvor N., Chinphrast N., Prakitchaiwattana C., Subhimaros. 2013. Effects of Inulin and polydextrose on physiochemical and sensory properties of low-fat set yogurt with probiotic-cultured banana purée. *LWT-Food Science and technology*, 51 :30-36.

Surveswaran S., Cai Z.Y., Cark H., et Sun M. 2007. Systematic Evaluation of natural phenolic antioxidant from 133 indian medicinal plants. *Food Chemistry*. 102:938-953.

T.

Trees for Life (2013). [Accès le 02/10/13]. (www.treesforlife.org)

Tahir Mahmood k.,Mugal TandHaq I U.2010.Moringa oleifera :anatural gift-A review. Journal of pharmaceutical sciencesand Research. 2(11) :775-781.

Tseng A., Zhao A. 2013. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogourt and salad dresing. Food Chemistry, 138 :356-365.

V.

Vongsak B., Sithisarn P., et Gritsanapan W. 2013. Bioactive contents and free radical scavenging activity of Moringa oleifera leaf extract under different storage condition Industrial Crops and products. 49-42.

W.

Walker J.E.M., Saraste, M.J., Runswick and N.J.Gay. (1982). Distantly relatad sequences in the alpha-and beta-subunits of ATP synthase, myosin, kinases and other ATP-requiring enzymes and a common nucleotide binding fold. *Embo J*, 1 (8) : 945-51.

William G.,Hpkins C. M et Evrard M. (2003) : physiologie végétal. Molécules et métabolisme : 532-539.

Y.

Yadav R.,Agarwala M.2011.Phytochemical analysis of some medicinal plants. *Journal of Phytology*,3(12):10-14.

Yang Y., et Zhang F. 2008. Ultrasound-assisted extraction of rutin and quercetin from Euonymus Alatus(Thumb.) Sieb. Ultrasonics Sonochemistry. 15(4) : 308-313.

Résumé

Les objectifs principaux assignés à ce travail est d'explorer l'impact des enrichissements avec la poudre des feuilles de *Moringa Oleifera* par différentes concentrations (0%, 0.5%, 1%, 1.5%) sur les propriétés organoleptiques du yaourt. Les essais expérimentaux réalisés et l'évaluation sensorielle qui ont été menés dans ce sens ont révélé que l'enrichissement avec la poudre améliore d'une façon notable les paramètres fermentaires (pH diminue, acidité titrable et la synérèse augmente).

Moringa Oleifera est une plante d'intérêt nutritionnel et médicinal décrite pour sa richesse en métabolites secondaires (Composés phénoliques, Tannins...Etc.). L'addition de la poudre de feuilles de *Moringa Oleifera* dans les yaourts nous a permis d'obtenir des yaourts enrichis en protéines et en sucres.

L'activité antioxydante des extraits des yaourts a été étudiée en évaluant leur capacité à inhiber le radical DPPH, en mesurant leur pouvoir réducteur et déterminant le pourcentage de chélation du fer ferreux.

Les résultats des analyses microbiologiques des quatre yaourts montrent clairement leurs parfaites conformités aux normes.

Les yaourts enrichis sont les moins appréciés par le jury de dégustations. Les propriétés sensorielles sont négativement affectées par l'adjonction d'une proportion de poudre dépassant 0.5%, en effet le goût et l'odeur se trouvent majorés.

D'après les résultats obtenus on suggère un traitement préalable de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera*.

Mots clés : *Moringa Oleifera*/ feuilles / poudre/ phénol totaux solubles /activités antioxydantes/ analyse microbiologique et sensorielles des yaourts préparés.

Summary:

The main objectives assigned to this work are to investigate the impact of enrichments with *Moringa oleifera* leaf powder by different concentrations (0%, 0.5%, 1%, 1.5%) on the organoleptic properties of yoghurt. The experiments carried out and the sensory evaluation carried out in this direction revealed that the enrichment with the powder significantly improves the fermentation parameters (pH decreases, titratable acidity and syneresis increases).

Moringa oleifera is a plant of nutritional and medicinal interest described for its richness in secondary metabolites (Phenolic compounds, Tannins ... Etc.). The addition of *Moringa oleifera* leaf powder to the yogurts allowed us to obtain yogurts enriched with protein and sugars.

The antioxidant activity of the yogurt extracts was studied by evaluating their ability to inhibit the DPPH radical, by measuring their reducing power and determining the percentage of ferrous iron chelation.

The results of the microbiological analysis of the four yoghurts clearly show their perfect conformity to the standards.

Enriched yogurts are the least appreciated by the jury of tastings. The sensory properties are negatively affected by the addition of a proportion of powder exceeding 0.5%, indeed taste and odor are increased.

Based on the results obtained, a pretreatment of the leaf powder of *Moringa oleifera* is suggested.

Key words : *Moringa oleifera* / leaves / powder / phenol total soluble / antioxidant activities / microbiological and sensory analysis of prepared yogurts.