

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Science Alimentaire
Spécialité Production et Transformation Laitière



Réf :.....

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

Master

Thème

**Potentiel prébiotique de la poudre des feuilles
de *Moringa Oleifera***

Présenté par :

MANADI Ouafa & MESSOUAF Sabah

Soutenu le : **24 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

Mr. Zaidi F

Mme. Boudjou S.

Mme. Oukil N.

Professeur

MCA

MCA

Président

Encadreur

Examineur

Année universitaire : 2017 / 2018

Remerciements

A ce stade de ma vie estudiantine, et à l'occasion de la présentation de mon mémoire de Master, j'ai l'honneur et le devoir d'exprimer mes louanges absolues à ALLAH, mon créateur généreux et omnipotent, tout puissant, maître des cieux et de la terre, qui nous a permis de mener à bien ce travail, pour tous ses dons et ses faveurs.

Aussi, nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à nos promoteurs Mr ZAIDI.F et Mme BOUDJOU. S pour leurs conseils, leur disponibilité et la confiance qu'ils nous ont accordés.

Je tiens aussi à remercier chaleureusement OUAHRANI SARAH, pour son dévouement, ses conseils, sa disponibilité, et sa patience pour l'achèvement de ce travail.

Nos remerciements à tous les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail.

Nous tenons également à remercier infiniment tous ceux qui nous ont aidées de près ou de loin pour la réalisation de ce travail nous pensons plus spécialement toutes les doctorantes du laboratoire de Nutrition et alimentation pour leur présence et toute l'attention la sollicitude avec laquelle elles nous ont entourées.

Merci à vous tous.

Dédicace

*Avec l'aide de Dieu le tout puissant est enfin achevé ce travail,
lequel je dédie à toutes les personnes qui me sont chères*

*A ceux à qui mon Coeur depuis sa naissance,
n'a éprouvé qu'amour et reconnaissance*

*A ceux qui ont donné un sens à mon existence,
en m'offrant une éducation digne de confiance*

A ceux qui m'ont soutenu nuits et jours, et durant tout mon parcours

A vous très chers parents je vous dis merci.

*A mes frères et sœurs bien aimés, dont la présence à mes côtés m'a été d'un
soutien solide durant mon parcours :Djamel , Salam ,Ahmed , Karim , Hafid*

,Djahida , Hassina , Saida et Samia

A Ma binôme Ouafa et sa famille

*J'adresse aussi mes dédicaces à mes amies avec qui j'ai passé des moments
agréables, en particulier à:Sousma ,Chahra ,Asma ,Rima , Nawel , Messad et*

Farah

A tous mes nouveaux amis du laboratoire d'alimentation nutrition.

A toute la promotion Master II Industries laitières 2018.

A tous ce qui m'ont aidée de prés ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Sabah

Dédicace

J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail :

C'est grâce à Dieu le tout puissant qui ma guidé et aidé durant tout mon cursus universitaire.

A vous mes chers parents Le plus beau cadeau que Dieu puisse faire à un enfant, pour leur amour et leur support continu.

*Que ce travail soit le témoignage sincère et affectueux de ma profonde
Reconnaissance pour tout ce que vous avez fait pour moi.*

A mon petit frère Tarek que dieu le protège

A mes belles sœurs Meriem, Asma et Lina.

A Ma binôme Sabah et sa famille

A mes meilleurs amis :

Sabah, Sousma, Chahra, Souhila et Kahina.

A la meilleur personne qui ma aidé et encouragé durant tout ma vie

A tous mes nouveaux amis du laboratoire d'alimentation nutrition.

A toute la promotion Master II Industries laitières 2018.

A tous ce qui m'ont aidée de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

wafa

Sommaire

Liste des Abréviations	
Liste des Figure	
Liste des Tableaux	
Introduction.....	1
Chapitre I : Généralité sur <i>Moringa oleifera</i>	
I.Généralité sur <i>Moringa oleifera</i>	3
I.1. Provenance et distribution du <i>Moringa oleifera</i>	3
I.2. Description de <i>Moringa oleifera</i>	3
I.3. Composition chimique et valeurs nutritionnelles des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	4
I.4. Utilisation de <i>Moringa oleifera</i>	5
I.4.1. Utilisation alimentaire	5
I.4.2. Utilisation industrielle	5
I.4.3. Vertus thérapeutiques.....	6
I.4.4. Autres utilisations.....	6
Chapitre II : Yaourt et prébiotique	
II. Yaourt et prébiotique	7
II.1. Définition du yaourt.....	7
II.2. Les bactéries lactiques du yaourt.....	7
II.2.1. <i>Streptococcus thermophilus</i>	7
II.2.2. <i>Lactobacilles bulgaricus</i>	7
II.3. Intérêt et fonctions des ferments lactiques	8
II.3.1. Production d'acides lactiques	8
II.3.2. Activité protéolytique	8
II.3.3. Activité aromatique.....	8
II.3.4. Activité texturant	9
II.4. Les probiotiques	9
II.4.1. Les souches probiotiques utilisées en alimentation.....	9
II.4.2. Effets des probiotiques sur la santé	10
II.5. Les prébiotiques.....	11
II.5.1. Source de prébiotique.....	11
II.5.2. Les différents types de prébiotiques et leurs effets sur la santé.....	12

II.5.3. Les mucilages	13
II.6. Les symbiotiques	13
II.6.1. Intérêt des symbiotique.....	14
Chapitre III. Matériels et Méthodes	
III.1. Matériel végétal.....	15
III.1.1. Origine et provenance des échantillons	15
III.1.2. Préparation des échantillons	15
III.2. Les Propriétés fonctionnelles de la poudre torréfié et non torréfié	16
III.2.1. Capacité de rétention d'eau et d'huile (CRE et CRH)	16
III.2.2. Capacité de gélification	17
III.2.3. La solubilité et le gonflement	17
III.3. Analyse physico-chimique des poudres	18
III.3.1. Mesure de PH.....	18
III.3.2. Mesure de l'acidité titrable.....	18
III.3.3. Humidité	19
III.3.4. Taux de cendre	19
III.3.5. Indice réfractométrique	19
III.3.6. Densité Apparente	20
III.4. Extractions des mucilages	21
III.5. Dosages des composés phénoliques du mucilage brut de la poudre torréfié	21
III.5.1. Dosage des polyphénols totaux solubles par la méthode au folin-ciocalteu	21
III.5.2. Dosage des flavonoïdes	22
III.5.3. Dosage des tanins hydrolysables	23
III.5.4. Dosage des tanins condensés.....	23
III.6. Activités antioxydantes	24
III.6.1. Activité antiradicalaire(DPPH)	24
III.6.2. Chélation du fer ferreux.....	24
III.6.3. Pouvoir réducteur	25
III.7. Activités prébiotiques.....	26
III.7.1. Préparation du yaourt	26

III.8. Analyse physico-chimique du yaourt	27
III.8.1. Mesure de PH.....	27
III.8.2. Mesure de la synérèse	27
III.8.3. Mesure de l'acidité titrable.....	27
III.8.4. Indice réfractométrique.....	28
III.9. Teneur en sucres totaux	29
III.9.1. Extraction	28
III.9.2. Dosage	29
III.10. Dénombrement des prébiotiques de yaourt	29
III.11. Analyse statistique	30

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Propriétés fonctionnelles des poudres	31
IV.1.1. La capacité de rétention d'eau.....	31
IV.1.2. La capacité de rétention de l'huile	31
IV.1.3. Capacité gélifiante	32
IV.1.4. Indice de solubilité	32
IV.1.5. Le gonflement.....	33
IV.2. Propriété physicochimique des poudres	33
IV.2.1. Détermination du PH	33
IV.2.2. Détermination de l'acidité titrable	34
IV.2.3. Taux de cendre et humidité	35
IV.2.4. Degrés de brix	35
IV.3. Composés phénoliques et activité antioxydant	35
IV.3. 1. teneur en composés phénoliques	35
IV.3.2. Activité antioxydante des extraits de feuilles de <i>MO</i>	36
IV.3.2.1. Activité antiradicalaire(DPPH)	36
IV.3.2.2. Pouvoir de chélation de fer ferreux	36
IV.3.2.3. Pouvoir réducteur	37

IV.4. Analyses physicochimique du yaourt	38
IV.4.1. Détermination de PH	38
IV.4.2. Synérèse	38
IV.4.3. Acidité	39
IV.4.4. Degré de brix	39
IV.4.5. La densité de yaourt	40
IV.5. Dosage des sucres	40
V. La viabilité bactérienne	40
VI. Discussion générale	42
Conclusion et perspective.....	44

Liste des abréviations

ANOVA : Analyse de variance

BHT : butylhydroxytoluène.

CMG : Concentration moyenne gélifiante.

CRE : Capacité de rétention d'eau

CRH : Capacité de rétention d'huile.

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

EDTA : Acide Ethylène Diamine Titracyclique

Eq .AG : Equivalent acide gallique.

Eq CAT : Equivalent à la catéchine.

Eq Q : Equivalent quercétine.

Eq. AT : Equivalent acide tannique.

FOA : Food and agriculture organization of the united nation.

FOS : Fracto-oligosaccharide.

GOS : Galacto- oligosaccharide.

MO : Moringa oleifera.

MRS : Man Rogoza Sharpe.

PTS : Phénols totaux solubles.

TC : Tanins condensés.

TH: Tanins hydrolysables.

UFC : Unité formant colonie.

YM : Yaourt mucilage.

YT : Yaourt témoin.

Liste des figures

Numéro de la figure	Titre de la figure	Numéro de la page
1	Description de <i>Moringa oleifera</i> .	03
2	Aspect des cellules de <i>Streptococcus thermophilus</i> sous microscope électronique.	07
3	Aspect des cellules de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> sous un microscope électronique.	08
4	Préparation des échantillons.	15
5	Protocole de détermination de capacité de rétention d'eau et huile.	16
6	Protocole de détermination de la capacité gélifiante.	17
7	Protocole de détermination de la solubilité.	18
8	Protocole de détermination de l'acidité titrable.	19
9	Protocole de détermination de taux de cendre.	19
10	Protocole de détermination de la densité de la poudre.	20
11	Protocole d'extraction des mucilages bruts.	21
12	Protocole de dosage des phénols totaux solubles.	22
13	Protocole du dosage des flavonoïdes	22
14	Protocole de dosage des tanins hydrolysables	23
15	Protocole de dosage des tanins condensés.	23
16	Protocole de mesure de l'activité anti radicalaire du DPPH.	24
17	Activité antioxydante de chélation du fer ferreux.	25
18	Protocole de mesure du pouvoir réducteur du fer	26
19	Préparation de yaourt.	27
20	Protocole de mesure de la synérèse.	28
21	Refractomètre.	28
22	Etapas de dosage des Glucides totaux.	29
23	Evaluation de potentiel prébiotique.	30
24	Capacité de rétention d'eau à 25 °C	31
25	Capacité de rétention d'huile à 25 °C	32
26	Indice de solubilité	33
27	Pourcentage de gonflement	33
28	Valeur de PH des poudres	34

29	Acidité Titrable des poudres analysées	34
30	Taux de cendre et l'humidité	35
31	Degrés de brix de la poudre des feuilles de <i>MO</i> .	35
32	Taux d'inhibition en (%) de radicale libre DPPH.	36
33	Taux de chélation de fer ferreux	37
34	Pouvoir réducteur	37
35	Evaluation de PH	38
36	Taux de synérèse de Yaourt	38
37	Acidité de yaourt	39
38	Degrés de brix de yaourt	39
39	Densité apparente de yaourt	40
40	Taux de sucre	40
41	Evaluation des prébiotiques	41

Liste des figures insérées dans les annexes

Numéro de la figure	Titre de la figure
1	Courbe d'étalonnage de dosages des phénols totaux solubles.
2	courbe d'étalonnage de dosage des flavonoïdes.
3	courbe étalonnage de dosage des tanins condensé.
4	courbe étalonnage de dosage des tanins hydrolysables.
5	courbe étalonnage de dosage de l'acide ascorbique.
6	courbe étalonnage de dosage du sucre.

Liste des tableaux

Numéro du tableau	Titre du tableau	Numéro de page
I	Composition moyenne des feuilles de Moringa oleifera.	04
II	Espèces connues de probiotiques.	09
III	Effets positifs des probiotiques sur la santé.	10
IV	Teneur en certains prébiotiques dans les feuilles de Moringa.	11
V	Le potentiel nutritionnel et effets thérapeutiques de certains prébiotiques.	12
VI	teneur du mucilage en composés phénoliques.	36

Liste des tableaux insérés dans les annexes

Numéro du tableau	Titre du tableau
I	Préparation des solutions.

Introduction

Les plantes médicinales renferment de nombreux principes actifs où certains sont issus du métabolisme secondaire. A cet effet, les métabolites secondaires font l'objet de nombreuses études (**Djeridane, 2008**). Parmi ces composés on retrouve, les coumarines, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tannins, les terpènes et les flavonoïdes (**Bahroun et al., 1996**). Des métabolites primaires aussi peuvent jouer le rôle de principes actifs notamment dans le cas des polysaccharides végétaux qui sont largement utilisés en pharmacopée traditionnelle (**Brudieux, 2007; Waarand, 2004**).

Les polysaccharides qui sont des unités complexes de molécules de sucre liée ensemble se retrouvent dans toutes les plantes. Du point de vue de la phytothérapie, les polysaccharides les plus importants sont les mucilages «visqueux» et les gommages, présents dans les racines, les feuilles et les graines (**Iserin, 2001**).

Moringa Oleifera a été largement utilisé dans la médecine traditionnelle et comme additif alimentaire ou comme une nourriture fonctionnelle et dans les industries pharmaceutiques et biopharmaceutiques (**Anwar et al., 2007 ; Stoclet et Schini- Kerth, 2011 ; Yassa et al., 2014**). Cette plante est utilisée dans la lutte contre la malnutrition, elle a une richesse nutritionnelle exceptionnelle dont la lutéine, les vitamines liposolubles (E et A) et celles hydrosolubles (C, B1, B2 et B3)..... elle apparaît comme l'une des espèces les plus prometteuses en fonction de sa teneur en nutriments, et leurs activités biologiques (**Laleye et al., 2015**). Selon **Mélanie et coll (2009)**, les poudres des feuilles des *Moringa oleifera* contient du calcium, cuivre, fer, potassium, magnésium, phosphate, surfe, sélénium, zinc, acide oxaliques, vitamine, matière grasse, protéines, des polysaccharides et les fibres.

Depuis une dizaine d'années, un intérêt considérable s'est développé autour de l'utilisation de cultures lactiques à effets bénéfiques pour la santé ou «probiotique» (*Bifidobacterium, Lactobacillus*) pour des applications alimentaires, pharmaceutiques ou encore en alimentation animale (**Doleyres et al., 2002**).

Cependant, l'effet probiotique des bifidobactéries dépend de leur taux de survie non seulement dans les aliments mais également dans le tractus gastro-intestinal (**Shah 2000; Marteau et al., 2003; Gagnon et al., 2004**).

La fortification du lait est, par conséquent, une méthode reconnue dans l'amélioration de la croissance des cultures de bactéries lactiques et probiotiques dans les laits fermentés. En plus de favoriser la croissance des probiotiques, l'enrichissement peut augmenter les propriétés nutritionnelles du yaourt. Cependant à ce jour, peu d'études ont été fait sur l'enrichissement du yaourt avec la poudre des feuilles de *Moringa*.

Le tube digestif humain est un micro-écosystème complexe dans lequel les bactéries coexistent. Ainsi le maintien d'un équilibre correct de la flore microbienne est important et peut être facilité par l'utilisation de probiotiques, prébiotiques ou de leur combinaison, symbiotiques dans le régime alimentaire (**Bielek et al., 2002**). Dans la majorité des cas, les produits laitiers tels les yaourts, laits fermentés, fromages, laits en poudre et crèmes glacées ont été choisis comme véhicules privilégiés des cultures probiotiques et aussi considérés comme une plateforme idéale pour fournir des pré et probiotiques et diverses sources de protéines alimentaires complémentaires (**Doleyres et al., 2002**).

Cette étude est portée sur l'étude des propriétés fonctionnelles ainsi qu'une caractérisation physico-chimique de la poudre torréfiée et non torréfiée des feuilles de *Moringa Oleifera* et d'une évaluation du potentiel prébiotique du mucilage incorporé au yaourt au cours du stockage à froid avec un suivi durant 28 jours, et son effet sur le PH, synérèse, acidité et la croissance des probiotiques.

I. Généralité sur *Moringa oleifera*

I.1. Provenance et distribution du *Moringa oleifera*

Moringa oleifera, originaire de l'Inde, est cultivé un peu partout dans le monde où il s'est naturalisé dans beaucoup de milieux (Price, 2007). Le *Moringa* est un arbre qui s'est étendu dans de nombreux pays d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine dans les zones tropicales et subtropicale (Rongead, 2014). Cette plante est cultivée aujourd'hui en Algérie dans plusieurs régions comme Adrar, Tamanrasset, oued souf ...ect.

Elle est largement disponible dans les pays tropicaux et subtropicaux avec une grande importance économique (Becker et Makkar., 1999 ; Foidl et al., 2001), c'est une plante comestible, qui ne meurt jamais (Silvana 2013) ; appelé arbre de vie ou arbre du paradis (Irénée Modeste Bidima, 2016).

I.2. Description de *Moringa oleifera*

Ses feuilles sont duveteuses, alternes et bi ou tripennées (Photo1) et se développent principalement dans la partie terminale des branches (Morton, 1991). Ses fleurs, mesurent 2,5 cm de large et se présentent sous forme de panicules axillaires et tombantes de 10 à 25 cm, elles sont blanches ou couleur crème, avec des points jaunes à la base et dégagent une odeur agréable (Photo2). Les fruits du *Moringa oleifera* constituent des gousses à trois lobes mesurant 20 à 60 cm de long (Photo3). Les gousses sèches s'ouvrent en trois parties en libérant 12 à 35 graines de forme ronde. Un arbre peut produire 15 000 à 25 000 graines par an (Makkar et Becker, 1997). Toutes les parties de la plante ont des activités pharmacologiques significatives dans de nombreux domaines (hypocholestérolémiant, hypoglycémiant, anti-tumoral, anti-infectieux et antioxydant (Isis Delpha, 2011).

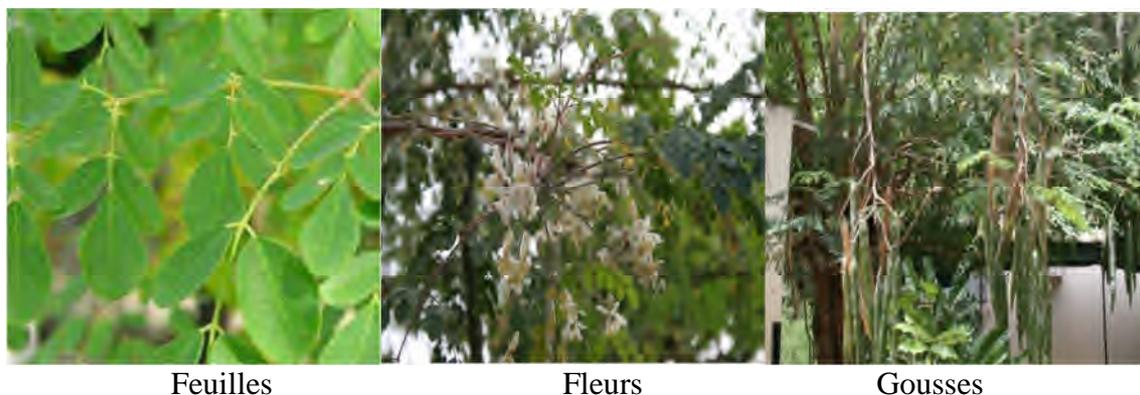


Figure 1 : Description de *Moringa oleifera* (Price, 2007, De Saint Sauveur et Broin 2010 ; ATAKPAMA et al., 2014).

I.3. Composition chimique et valeurs nutritionnelles des feuilles de *Moringa oleifera*

La valeur nutritive des feuilles de *Moringa* est d'une richesse rarement observée (Tableau I). En Effet, les feuilles contiennent une très grande concentration de vitamines, de protéines, de certains minéraux, et phénomène assez rare pour une plante, elle possède les 10 acides aminés et les acides gras essentiels (Fuglie, 2001 ; Mbora *et al.*, 2004 ; Broin, 2005).

Tableau I: Composition moyenne des feuilles de *Moringa oleifera* (Broin, 2005).

Données pour 100 grammes de matière sèche			
Composition Globale		Acides aminés (mg)	
Calories (kcal)	300	Arginine	1600
Protéines (g)	25	Histidine	530
Glucides (g)	40	Isoleucine	1140
Lipides (g)	8	Leucine	2050
Minéraux (g)	12	Lysine	1200
Fibres (g)	15	Méthionine	370
Teneur en eau	75%	Phénylalanine	1400
		Thréonine	1080
Minéraux (mg)		Tryptophane	580
Calcium	2100	Valine	1400
Cuivre	1	Acide aspartique	1670
Fer	27	Acide glutamique	2470
Potassium	1300	Sérine	840
Magnésium	405	Glycine	960
Phosphore	310	Alanine	1260

Manganèse	8	Proline	1230
Soufre	740	Tyrosine	910
Sélénium	2,6	Cystéine	360
Zinc	2,6	Acide gras	
Molybdène	0,5	C 16 : 0	530
Sodium	100	C 18 : 0	70
Vitamines		C 18 : 1	60
Vitamine A (UI)	14300	C 18 : 2	170
Vitamine C (mg)	850	C 18 : 3	1140

I.4. Utilisation de *Moringa oleifera*

I.4.1. Utilisation alimentaire

Les feuilles, les fruits, les jeunes tiges, les racines et les fleurs sont consommables un peu partout dans le monde (**Broin, 2005**). Elles peuvent également être préparées en soupe ou en salade selon (**Foidl et al., 2001**). Les graines sèches peuvent être réduites en poudre et utilisées pour assaisonner les sauces tandis que la poudre des racines de jeunes plants peut servir à relever l'assaisonnement (**Foidl et al., 2001**).

I.4.2. Utilisation industrielle

Les graines de *Moringa* contiennent 42% d'huile (**Foidl et al., 2001**), donc elle est équivalente sous tous ses aspects à une huile de qualité supérieure telle que l'huile d'olive et présente les mêmes avantages que celle-ci pour la santé (**Creighton, 2001**). Grâce à ces propriétés l'huile de *Moringa* peut être utilisée comme lubrifiant dans la machinerie fine comme l'horlogerie pour sa faible tendance à se détériorer et devenir rance et collante (**Ramachandran et al, 1980**). Elle est aussi utilisée comme huile végétale comestible et huile de cuisson, comme huile de qualité dans l'industrie cosmétique et de parfums (**Foidl et al, 2001**).

I.4.3. Vertus thérapeutiques

Les différentes parties de *Moringa* sont utilisées dans le traitement contre l'anémie, la perte d'appétit, les douleurs gastriques, l'ulcère à l'estomac, la diarrhée, la dysenterie, la colique, la régulation du diabète et de la tension artérielle (**Nweze et al., 2014**).

I.4.4. Autres utilisations

Les graines de *Moringa oleifera* sont utilisées pour le traitement des eaux grâce à sa richesse en poly-électrolytes cationiques actifs (**Poumaye et al., 2012**). Il a été démontré également que ce mélange de graines constitue un coagulant de premier ordre pour le traitement de l'eau des rivières possédant un haut niveau de matériel solide en suspension (**Foidl et al., 2001**).

II. Yaourt et prébiotique

II.1. Définition du yaourt

D'après le Codex Alimentarius, le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé, les bactéries de la flore lactique doivent être viables et abondants (**Ministère de l'Economie et des Finances, 2009**).

II.2. Les bactéries lactiques du yaourt

II.2.1. *Streptococcus thermophilus*

S. thermophilus (Figure 2); est l'une des bactéries lactiques thermophiles, largement employée en tant que levain dans la fabrication de certains produits laitiers fermentés tel que le yaourt (en culture mixe avec *Lb. bulgaricus*). (**Hols et al.2005 ; Delorme,2008**).

Le rôle principal de *S. thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique, et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture dans les laits fermentés (**Bergamaier D , 2002**).



Figure 02 : Aspect des cellules de *Streptococcus thermophilus* sous microscope électronique (Durso et Huktins, 2003).

II.2.2. *Lactobacilles bulgaricus*

L.bulgaricus est un bacille Gram positif (Figure 3), immobile ; sporulé ; micro aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes. Il possède un métabolisme homofermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final à partir des hexoses de sucres ; il est incapable de fermenter les pentoses. Elle thermophile, très exigeante en calcium et en magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ de 42°C. Cette bactérie à un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et entéro-pathogène du yaourt (**Marty-Teyssset et al., 2000**).



Figure 03 : Aspect des cellules de *Lactobacillus bulgaricus* sous un microscope électronique (Corrieu et Luquet, 2008).

II.3. Intérêt et fonctions des ferments lactiques

II.3.1. Production d'acides lactiques

La production d'acide lactique est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques. Car cet acide organique permet de concentrer et conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et lutter contre les bactéries entéropathogène (Schmidt *et al.*, 1994). Il contribue à la saveur et l'aromatisation du yaourt et donne au yaourt son goût distinct et caractéristique (Singh *et al.*, 2006). L'acidité du yaourt est communément exprimée en degré Dornic ($1^{\circ}\text{D}=0.1\text{g/l}$ d'acide lactique), elle se situe entre 100 et 130 $^{\circ}\text{D}$ (Loones A., 1994).

II.3.2. Activité protéolytique

Pour satisfaire leurs besoins en acides aminés, les bactéries du yaourt doivent dégrader la fraction protéique du lait constituée de caséine et de protéines sériques, leur système protéolytique est constitué de deux types d'enzymes distinctes : les protéases et les peptidases (Annika et Marc, 2004).

II.3.3. Activité aromatique

Divers composés volatiles et aromatiques interviennent dans la saveur et l'appétence du yaourt. C'est principalement le lactose qui intervient dans la formation de ces composés dans une fermentation de type hétéro fermentaire. Parmi ceux-ci, l'acide lactique confère au yaourt son goût acidulé (Anonyme, 1995).

II.3.4. Activité texturant

La texture et l'onctuosité consistent, pour le consommateur, d'importants éléments d'appréciation de la qualité du yaourt. Certaines souches bactériennes produisent, à partir du glucose, des polysaccharides qui en formant des filaments, limitent l'altération du gel par les traitements mécaniques et contribuent à la viscosité du yaourt (Schmidt *et al.*, 1994).

II.4. Les probiotiques

Ce terme de probiotique a été introduit pour la première fois par (Lilly et Stillwell.,1965) pour décrire des substances produites par un microorganisme et stimulant la croissance d'autres microorganismes. Soomro *et al.*,(2002) a été défini les probiotiques comme des organismes et les substances qui contribuent à l'équilibre de la flore intestinale.

Selon **Guidelines P (2008)** les probiotiques les plus connus sont les bactéries lactiques (Lactobacillus, Streptococcus et Lactococcus) et les Bifidobactéries, largement utilisés dans les yaourts et autres produits laitiers fermentés.

II.4.1. Les souches probiotiques utilisées en alimentation

Les probiotiques sont des bactéries bénéfiques qui peuvent se trouver dans divers aliments (Holezapfel *et al.*, 2001), on distingue quatre grands groupes (Tableau II) : les lactobacilles, les bifidobactéries, les Bactéries lactique les levures et moisissures.

Tableau II : Espèces connues de probiotiques (Holezapfel *et al.*, 2001).

Type de probiotique	Espèces connus	Caractéristiques
Les lactobacilles	<i>Lactobacillus acidophilu.</i> <i>Lactobacillus caseii.</i> <i>Lactobacillus salivarius.</i> <i>Lactobacillus paracasei.</i>	Capables d'induire une protection vis-à-vis des pathologies inflammatoires intestinales et de contribuer à l'homéostasie.
Les bifidobactéries	<i>Bifidobacterium animalis.</i> <i>Bifidobacterium bifidum.</i> <i>Bifidobacterium infantis.</i> <i>Bifidobacterium lactis.</i>	appartiennent à la flore intestinale normale et possèdent une bonne résistance aux sucs gastriques

Bactéries lactiques	<i>Lactococcus lactis</i> . <i>Leuconostocmes enteroides</i> .	Peuvent être comme agents de la fermentation alimentaire, ou agents bénéfiques de la santé.
Levures et moisissures	<i>Aspergillus oryzae</i> . <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	Produisent des éléments essentiels à la croissance.

II.4.2. Effets des probiotiques sur la santé

- Plusieurs effets bénéfiques sur la santé ont été associés à la consommation des probiotiques.

Tableau III : Effets positifs des probiotiques sur la santé (Rousseau, 2004).

Evidences scientifiques fortes	
Effets des probiotiques	Mécanismes des probiotiques
Aide à la digestion du lactose	<ul style="list-style-type: none"> • Action de la β-galactosidase bactérienne.
Réduction du risque des diarrhées	<ul style="list-style-type: none"> • Activité anti-pathogène. • Stimulation du système immunitaire.
Diminution des allergies alimentaires	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de la fonction barrière de la muqueuse. • Stimulation du système immunitaire. • Dégradation des protéines allergènes.
Evidences scientifiques prometteuses	
Effets des probiotiques	Mécanismes des probiotiques
Activité hypocholestérolémiante	<ul style="list-style-type: none"> • Assimilation du cholestérol. • Dé-conjugaison des sels biliaires.
Diminution des infections à <i>Helicobacterpylori</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Activité anti-pathogène. • Action des peptidases sur les protéines du lait

II.5. Les prébiotiques

Il désigne un ingrédient alimentaire non digestible par l'hôte mais stimulant sélectivement la croissance et / ou l'activité de certaines bactéries du côlon comme par exemple les bifidobactéries (BB12) (Gibson, 1995).

Pour qu'un ingrédient alimentaire soit classé comme prébiotique, il doit :

- ✓ ni être hydrolysé, ni être absorbé dans la partie haute du tube digestif.
- ✓ être un substrat sélectif d'une ou plusieurs bactéries bénéfiques, commensales du côlon, dont la croissance est alors stimulée et / ou le métabolisme activé.
- ✓ en conséquence, induire une composition plus saine de la flore intestinale.

II.5.1. Source de prébiotique

Actuellement, le plus important des polysaccharides naturels, autre que l'amidon et l'inuline, qui se trouve dans les racines de chicorée, les artichauts, les asperges, les topinambours, les oignons, l'ail, le poireau, la banane...C'est un fructo-saccharide naturel. La liaison β 1-2 qui unit les radicaux fructosyl entre eux n'est pas hydrolysable par les enzymes digestives de l'homme. Elle est, par l'enzyme β fructosidase des bifidobactéries (Dacosta, 2001).

Tableau IV : Composition des feuilles de *Moringa* en quelques prébiotiques (g/100g)

Composés <i>Moringa</i>	Glucides	Fibres	Celluloses	Références
Feuilles de <i>Moringa</i> .	7,57	0,9	1,65	Moussa Ndong et al.,(2007)

II.5.2. Les différents types de prébiotiques et leurs effets sur la santé

Les prébiotiques jouent un rôle important dans l'augmentation de l'absorption des minéraux et de la modification de la capacité fermentaire de l'appareil gastro-intestinal en agissant sur la composition de la flore intestinale (Bruzzese et al., 2006).

Tableau V : Le potentiel nutritionnel et effets thérapeutiques de certains prébiotiques.

Substrats	Type de l'étude	Effets thérapeutique
FOS, inuline et/ou en symbiotique au prébiotique	<i>In vitro</i>	➤ Inhibition des pathogènes humains et animaux.
Inuline	Etude expérimentale	➤ L'amélioration de rat colite distale. ➤ Stimulation de l'absorption du Ca et Mg intestinales.
Inuline enrichie en oligo-fructose	Sur des modèles animaux Sur des modèles humains et animaux	➤ L'amélioration de l'adsorption du calcium et les minéraux osseux. ➤ Immuno-modulation. ➤ Prévention du cancer. ➤ Concentration en lipides plasmatiques.
FOS/ GOS	En double insu, les essais contrôlés randomisés Sur des modèles rats	➤ Rechute de <i>Clostridium difficile</i> diarrhée associée ➤ Effets du cholestérol total et LDL-cholestérol chez l'enfant ➤ Augmentation des proportions des bifidobactéries. ➤ Simule lactobacillus et bifidobactéries ➤ Augmente les acides gras à courte chaîne dans le gros intestin. ➤ Réduire les ulcérations coliques.
Xylo-oligosaccharides (XOS)	Des volontaires humains, des modèles de rats et souris	➤ Effet bifidogène et augmentation des acides gras à courte chaîne dans les matières fécales.

II.5.3. Les mucilages

Sont des substances végétales, constituées de polysaccharides, qui gonflent au contact de l'eau en prenant une consistance visqueuse, parfois collante, semblable à la gélatine (**Dominguez-Lopez, 1995**). Le terme désigne également une préparation élaborée à partir de mucilage ou un liquide visqueux obtenu par dissolution d'une gomme végétale dans l'eau.

La composition des mucilages varie d'une plante à une autre ; ils sont généralement composés de monosaccharides et de polysaccharides pouvant être utilisés comme source de carbone par diverses bactéries telles que *pseudomonas Sp* (**Sun et al., 2015**).

Le mucilage est généralement localisé dans la paroi secondaire des couches externes des graines (**Daum et al., 2003**). Il est facilement extrait par trempage dans l'eau. Il représente environ 8% du poids total de la graine. Plusieurs études ont montré que le rendement d'extraction des mucilages varie en fonction des échantillons et la méthode d'extraction utilisée. En effet, la teneur en protéines ainsi que les propriétés physico-chimiques dépendent de la matière première et de la procédure d'extraction (**Barbary et al., 2009**).

Le mucilage peut être employé dans les préparations d'aliments, produits pharmaceutiques et cosmétiques pour plusieurs applications telles que des modificateurs de texture, épaississants, gélifiants, et agent de liaison (**Deore et Khadabadi, 2008 ; Koocheki et al., 2009 ; Lai et Liang, 2012**).

II.6. Les symbiotiques

Un symbiotique est un mélange de prébiotiques et de probiotiques, dans lequel le composé prébiotique soutient la croissance des microorganismes probiotiques ou d'autres bactéries bénéfiques pour l'hôte (**FAO, 2007**). Il est de plus en plus utilisé pour exprimer la relation synergique entre les microorganismes bénéfiques et viables et leurs substrats sélectifs (**Schrezenmier et Vrese, 2001**). L'objectif est d'améliorer la survie et l'activité des probiotiques éprouvés *in vivo*, et stimuler les bifidobactéries et les lactobacilles indigènes. Un fructo-oligosaccharide peut être associé de cette manière à une souche de bifidobactéries ou bien du lactitol à un lactobacille (**Gibson et Roberfroid 1995**).

II.6.1. Intérêt des symbiotiques

L'intérêt d'utilisation d'un symbiotique est de favoriser la croissance des probiotiques par la fourniture de substrat spécifique pour la fermentation. En absence de ce dernier, d'autres bactéries se développeront au détriment des probiotiques en créant des conditions (pH, oxygène, température) défavorables à ces derniers (**Femia et al., 2002**).

Le yaourt constitue une excellente matrice de symbiotique pouvant véhiculer les probiotiques et prébiotiques.

III. Matériels et Méthodes

III.1. Matériel végétal

III.1.1. Origine et provenance des échantillons

Au cours de ce travail on a utilisé des feuilles de *Moringa oleifera* qui provient de Sahara Algérien (Tamanrasset). Les feuilles ont été récoltées en octobre 2017.

III.1.2. Préparation des échantillons

Feuille de *Moringa oleifera* après nettoyage, triage et séchage à l'air libre et à l'abri de la lumière.



Une partie de ces feuilles a subi une torréfaction à 120 °C pendant 20 min, une autre partie sans torréfaction.

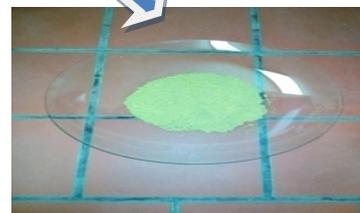
Broyage à l'aide d'un broyeur électrique.



Tamisage à 500 µm pendant 5 min.



%Récupération d'une **poudre torréfiée** de taille de particule inférieure à 0.5



Récupération d'une **poudre non torréfiée** de particule inférieure à 0.5 mm.

Figure 4: Préparation des échantillons.

- Les poudres sont conservées dans des bocaux en verre à l'abri de la lumière pour éviter toute altération de l'échantillon.

III.2. Les Propriétés fonctionnelles de la poudre torréfié et non torréfié

III.2.1. Capacité de rétention d'eau et d'huile (CRE et CRH)

❖ Principe :

Le mécanisme de la CRE consiste en la fixation des molécules d'eau par les groupes ment-hydrophiles des biopolymères (protéines, fibres et amidon).

Le mécanisme de la CRH implique l'adsorption de l'huile sur les groupements apolaires des fibres alimentaires, d'amidon et des acides aminés des chaînes protéiques (Benítez *et al*, 2013).

❖ Mode opératoire

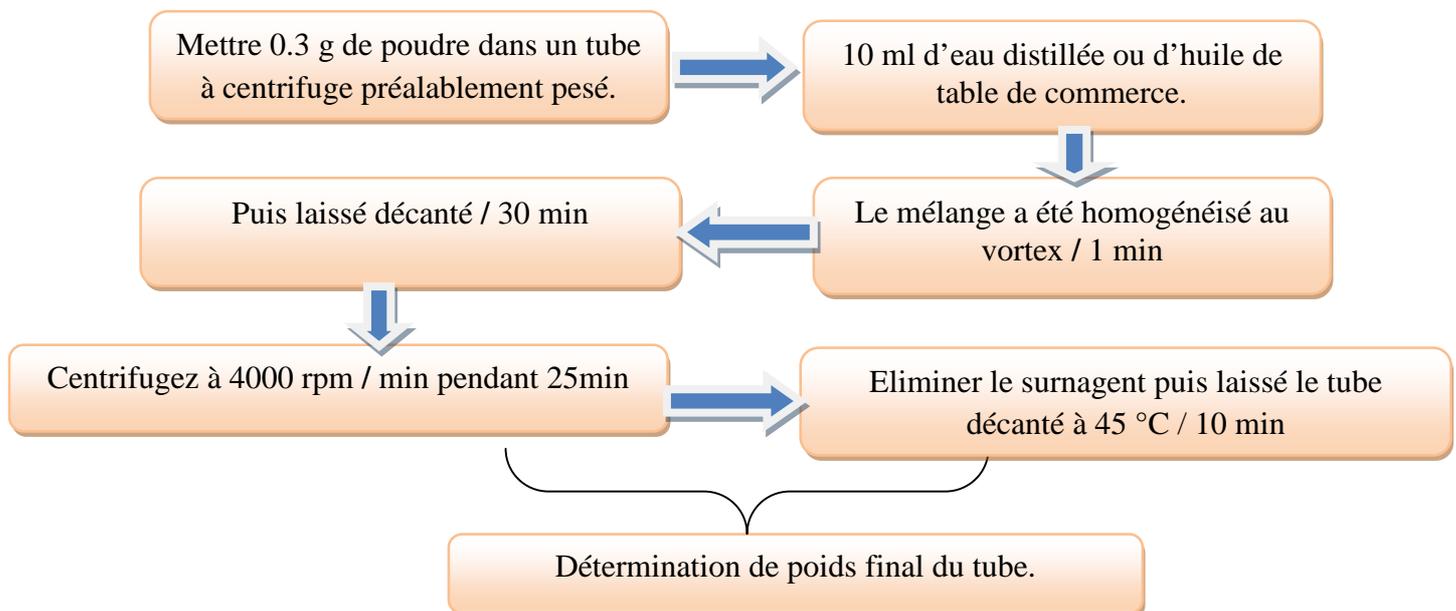


Figure 5: Protocole de détermination de la CRE (AbdElmoneim et Rita, 2010).

Le poids final du tube est déterminé et la quantité d'eau ou de l'huile retenue est déduite par différence de poids. La CRE et CRH sont exprimées en (g par 100 g de poudre) et selon la formule suivante :

$$\text{CRE \% ou CRH \%} = \frac{F-I}{Pe} * 100$$

Où :

- **F:** poids du tube + culot;
- **I:** poids du tube + la poudre;
- **Pe:** prise d'essai.

III.2.2. Capacité de gélification

❖ Principe :

La capacité de gélification est donnée par la concentration minimale gélifiante (CMG) des poudres selon la méthode décrite par (**Chau et Cheung, 1998**).

❖ Mode opératoire

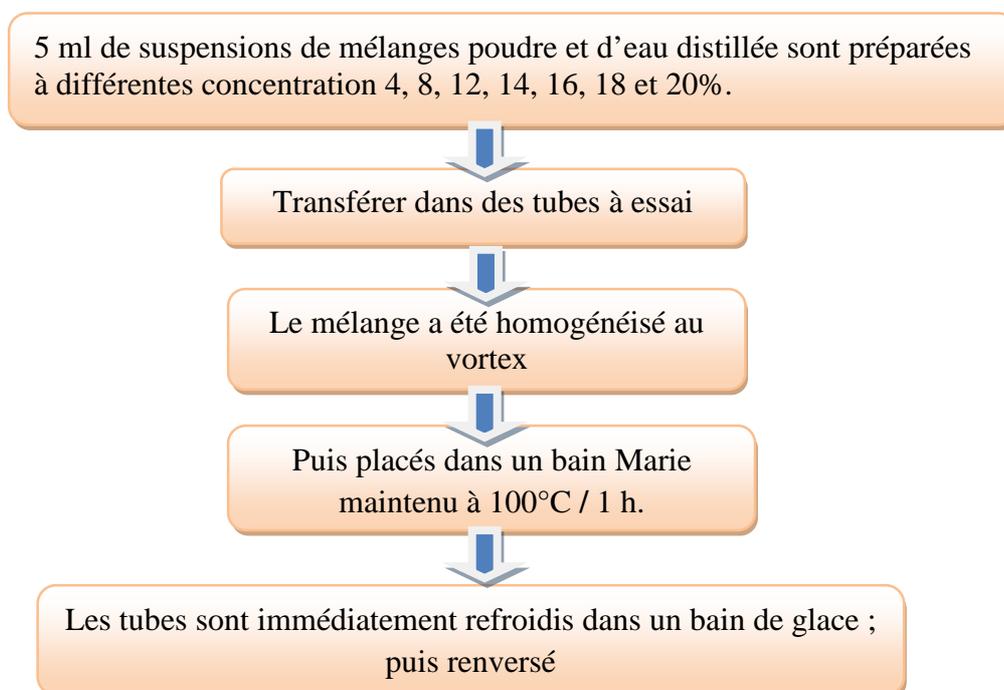


Figure 6: Protocole de détermination de la capacité gélifiante selon (**Chau et Cheung, 1998**).

La CMG (%) correspond à la concentration minimale de la suspension qui permet la formation d'un gel ferme (gel qui ne coule pas lorsque le tube est renversé).

III.2.3. La solubilité et le gonflement

- L'indice de solubilité et de gonflement ont été déterminées par le protocole cité par (**JU et al., 2012**).

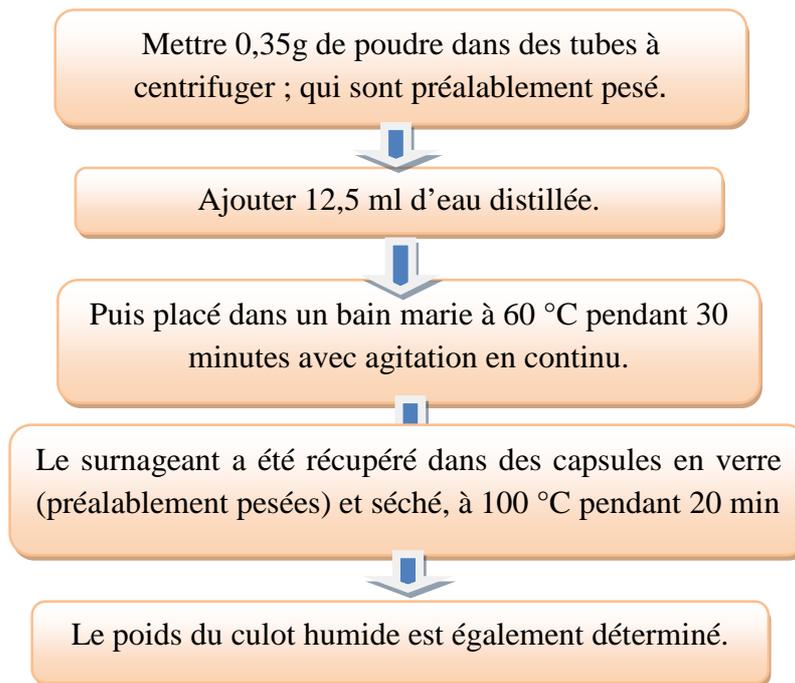
❖ *Mode opératoire*

Figure 7: Protocole de détermination de la solubilité selon (JU *et al.*, 2012).

La solubilité et le gonflement sont calculés par les relations suivantes :

$$\text{Le gonflement} = \frac{\text{Poids du culots humide (g)} \times 100}{\text{Prise d'essai(g)} \times (100 - \text{solubilité \%})}$$

$$\text{Lasolubilité \%} = \frac{\text{Poids des solides dans le surnageant (g)}}{\text{Poids de la prise d'essai(g)}}$$

III.3.Analyse physico-chimique des poudres

III.3.1.Mesure du pH

Le PH qui est déterminé par la technique électro métrique ou potentiométrique en utilisant un appareil mesure la différence de potentiel entre deux électrodes (Rada-Mendoza *et al.*,2004).

III.3.2.Mesure de l'acidité titrable

❖ 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 phénolphaléine comme indicateur coloré. Il est exprimé conventionnellement en degrés DORNIC (D°) (Shori et Baba, 2013).

❖ Mode opératoire

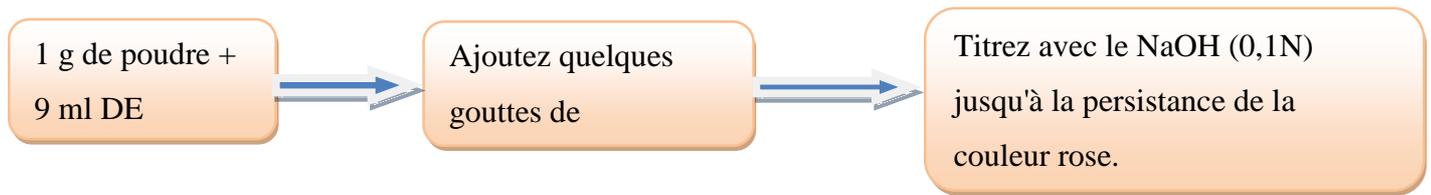


Figure 8: Protocole de mesure de l'acidité titrable (Shori et Baba ,2013).

L'acidité titrable (TTA) est exprimée en pourcentage, elle est calculée selon la

formule suivante : $TTA = \frac{10 \times V_{NaOH} \times 100}{M_x \times 10} \times 0.07$ Où :

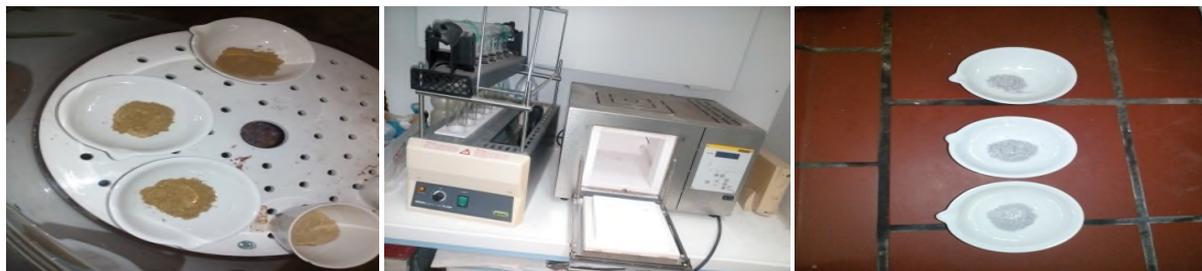
TTA : acidité titrable. **VNaOH:** Volume de NaOH en ml utilisé pour la titration.

Mx : masse en grammes de produit prélevé.

III.3.3. Humidité

Selon AOAC (1975), La teneur en eau est déterminée par évaporation de l'eau de la prise d'essai dans une étuve réglée à $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

III.3.4. Taux de cendre



Poudre de moringa.

Four à moufle.

Poudre après séchage.

Figure 9 : Les étapes de détermination du taux de cendre.

III.3.5.L'indice réfractométrique et le brix

❖ Principe

Le degré de brix ou l'indice réfractométrique est déterminé à l'aide d'un réfractomètre de Paillasse. Il représente la matière sèche soluble présente dans échantillon et est corrélé à la Teneur en sucres.

Cette technique consiste à déposer une goutte d'échantillon sur la surface du prisme du réfractomètre puis baisser le deuxième sur la première. La limite de séparation entre la zone claire et la zone obscure soluble contenue dans l'échantillon. Le résultat obtenu est exprimé en degré Brix (Roussos *et al.*, 2011).

III.3.6. Densité apparente (DA)

Elle est déterminée selon la méthode décrite par (Chau et Huang, 2003).

❖ Principe

La densité est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de l'échantillon à 20°C et la masse du même volume d'eau distillé (Pointurier *et al.*, 2003).

❖ Mode opératoire

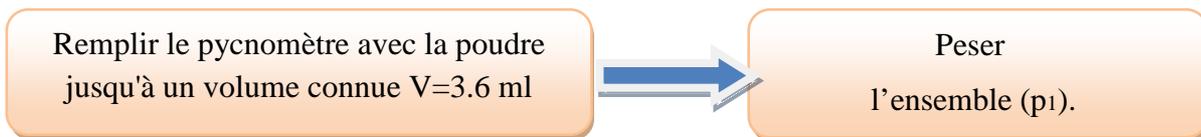


Figure 10 : Protocole de détermination de la densité de la poudre (Chau et Huang, 2003).

La DA est calculée selon l'équation suivante :

Où :

$$DA \text{ (g/ml)} = (P1 - P0) / V$$

P0 : Poids de pycnomètre vide.

P1 : Poids de pycnomètre après remplissage.

V : volume utilisé.

III.4. Extractions des mucilages

Les mucilages ont été extraits en utilisant la méthode (Figure11) décrite par (HadiNezhad et Hosseinian., 2013).

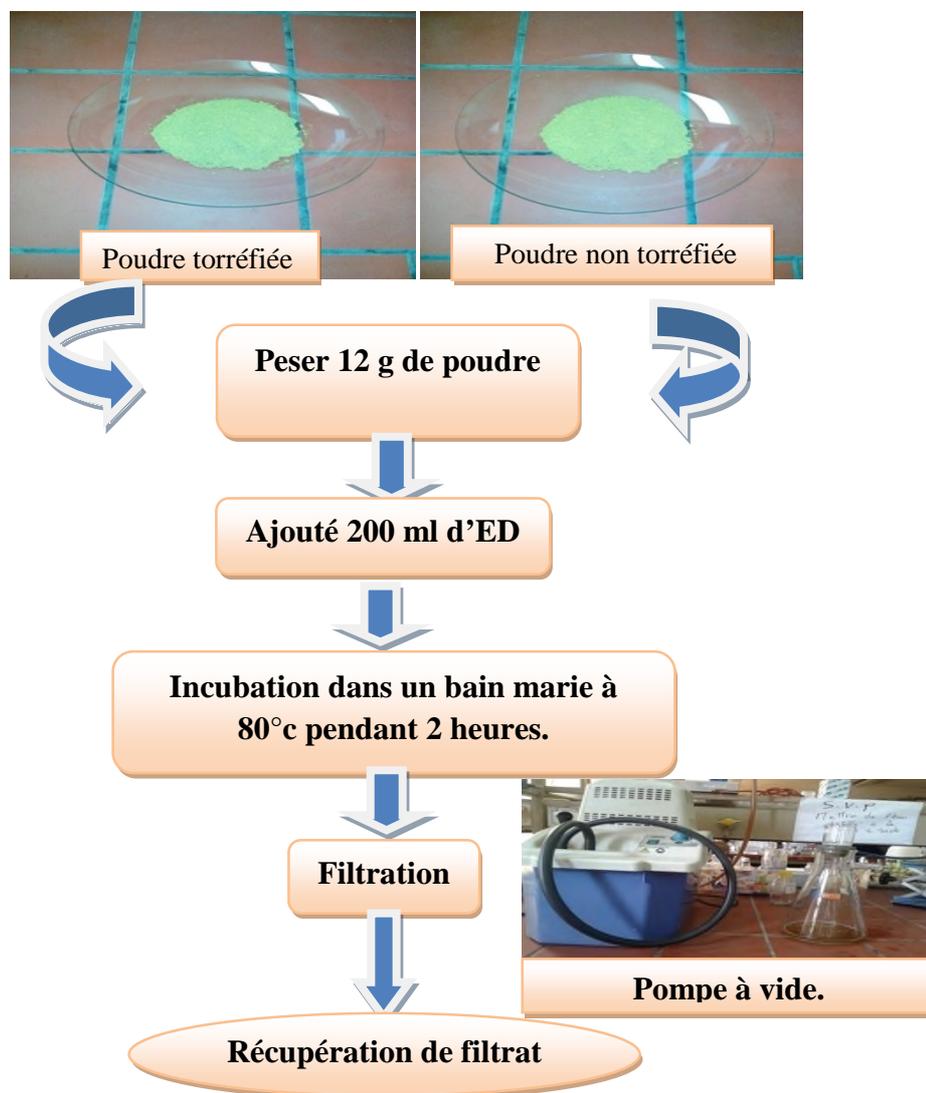


Figure 11: Protocole d'extraction des Mucilages bruts.

III.5. Dosages des composés phénoliques du mucilage brut de la poudre torréfié

III.5.1. Dosage des polyphénols totaux solubles par la méthode au folin-ciocalteu

❖ Principe

Le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀). 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).

❖ Mode opératoire

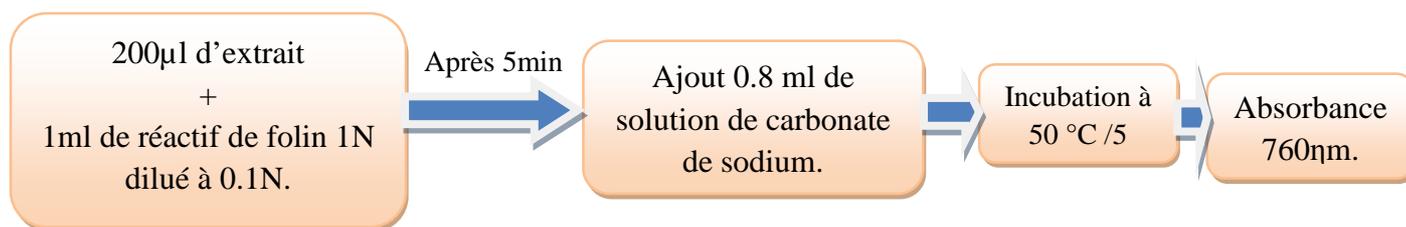


Figure 12: Protocole de dosage des phénols totaux solubles (Škerget et al., 2005).

Les concentrations en phénols totaux solubles sont déterminées par référence à une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique (Annexe2). Les résultats sont exprimés en mg Eq AG/g d'Ech.

III.5.2. Dosage des flavonoïdes

❖ Principe

Le dosage des flavonoïdes est basé sur la formation de complexe jaunâtre par chélation de l'ion Al^{+3} par la réaction chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) avec les flavonoïdes possédant un groupement hydroxyle (OH) libre. La coloration jaune produite est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présente dans l'extrait (Ribéreau-Gayon, 1968).

❖ Mode opératoire

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode de (Djeridane et al., 2006).

Le protocole à été réalisé comme suit :

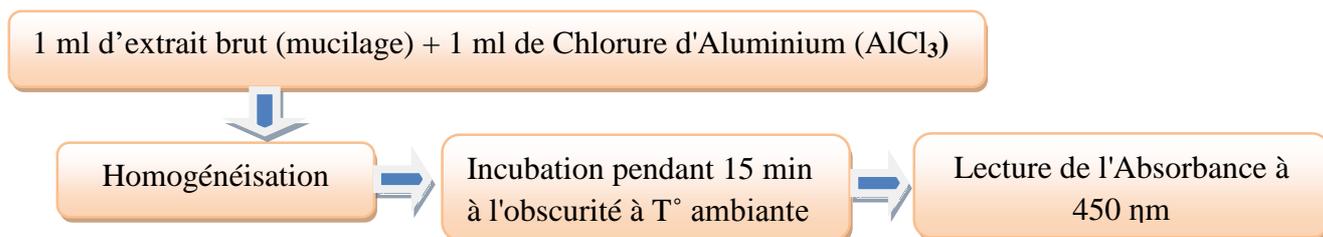


Figure 13: Protocole du dosage des flavonoïdes (Djeridane et al., 2006).

La concentration en flavonoïdes a été estimée en référant à une courbe d'étalonnage préparée avec la quercétine (Annexe2). Les résultats ont été exprimés en mg équivalent de quercétine (mg Eq Q/g d'Ech).

III.5.3. Dosage des tanins hydrolysables

❖ Principe :

La méthode de (Mole et Waterman, 1987) est basée sur une réaction avec le chlorure ferrique. Le mélange de l'extrait tannique avec le réactif chlorure ferrique provoque la coloration rouge violette du complexe, d'où la formation des ions Fe^{3+} (Bate-Smith, 1973).

❖ Mode opératoire



Figure 14: Protocole de dosage des tanins hydrolysables (Mole et Waterman, 1987).

La teneur en tanins hydrolysables est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide tannique (annexe 2). Les résultats sont exprimés en mg Eq AT/g d'échantillon.

III.5.4. Dosage des tanins condensés

Le dosage des tanins condensés est réalisé selon la méthode à la vanilline décrite par Deshpande et al.(1986).

❖ Principe :

Cette méthode est basée sur la capacité de la vanilline à réagir avec les unités des tanins condensés dans un milieu acide pour produire un complexe rouge mesuré à 500 nm (Hagerman, 2002).

❖ Mode opératoire

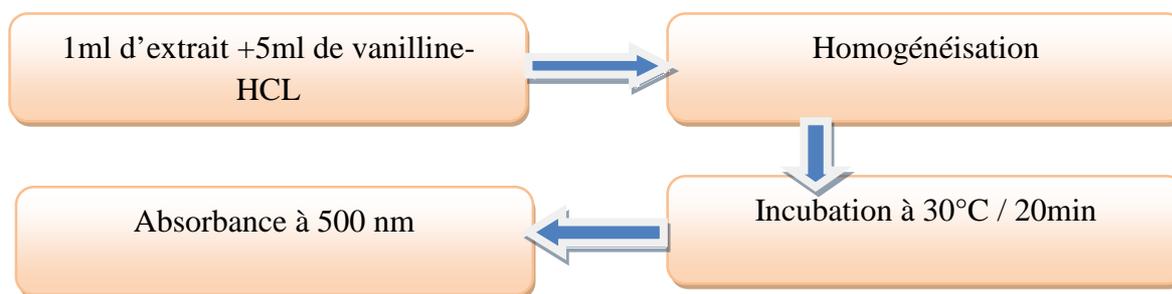


Figure 15: Protocole de dosage des tanins condensés (Deshpande et al., 1986).

La teneur en tanins condensés est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage obtenue avec la catéchine (annexe 2). Les résultats sont exprimés en mg Eq CAT/g d'Ech.

III.6. Activités antioxydantes

III.6.1. Activité antiradicalaire(DPPH)

❖ 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, entraînent une décoloration de la solution (**Brand William et al.,1995**).

❖ Mode opératoire

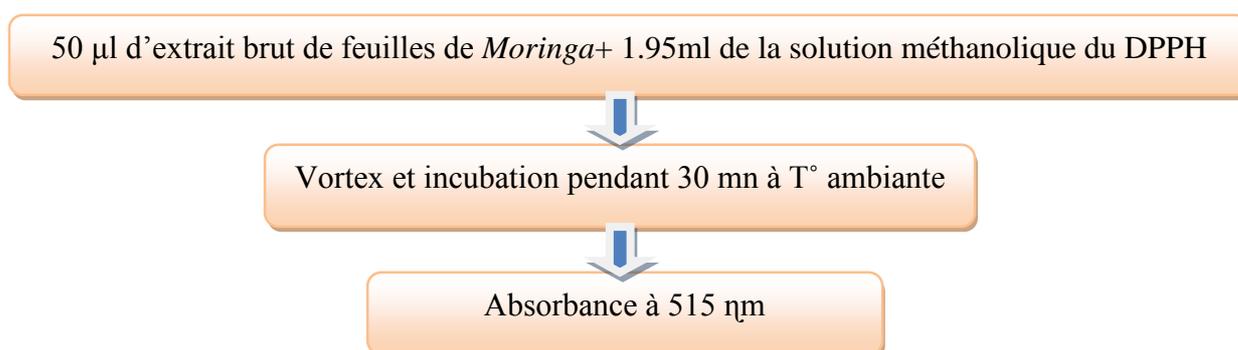


Figure16: Protocole de mesure de l'activité anti radicalaire du DPPH (**Brand William et al.,1995**).

Un témoin positif avec la BHT est réalisé dans les mêmes conditions. La capacité Antioxydante de nos échantillons est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH, suivant l'équation :

$$\text{Inibition \%} = \frac{\text{Abs C} - \text{Abs échantillon}}{\text{Abs C}} \times 100$$

Abs contrôle : correspond à l'absorbance du contrôle

Abs échantillon : correspond à l'absorbance de l'échantillon

III.6.2. Chélation du fer ferreux

❖ Principe

La ferrezine réagit avec les ions divalents pour former un complexe violet ou rouge très soluble dans l'eau. L'absorbance du complexe ferrezine-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.

❖ Mode opératoire

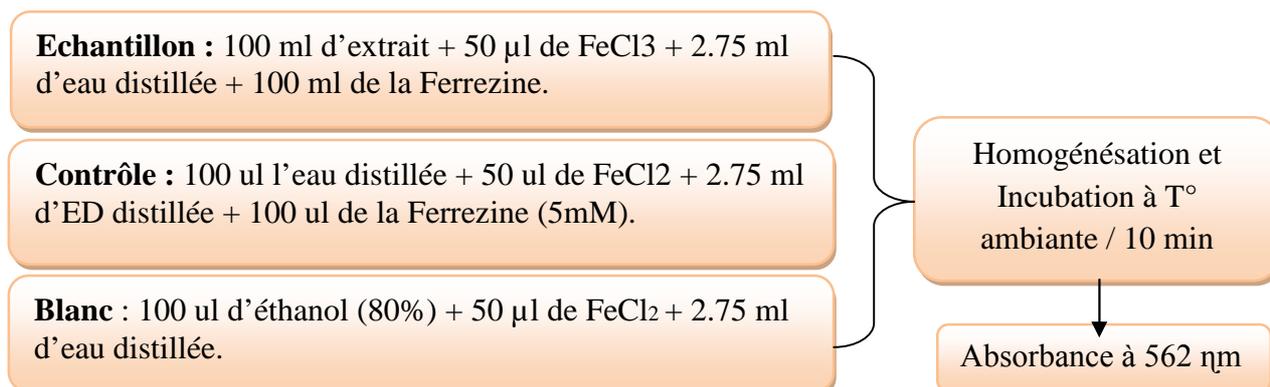


Figure 17: Activité antioxydante de chélation du fer ferreux (Bourgou *et al.*, 2008).

Le standard EDTA est utilisé comme chélateur de référence à une concentration de 0.005965 g/ml. Le pourcentage de chélation du fer est calculé selon l'équation suivante :

$$\% \text{ chélation} = \frac{\text{Abs C} - \text{Abs échantillon}}{\text{Abs C}} \times 100$$

Abs C : Absorbance du contrôle.

Abs Echantillon : Absorbance Échantillon.

III.6.3. Pouvoir réducteur

❖ Principe

L'augmentation de l'absorbance dans le milieu réactionnel indique l'augmentation de la réduction du fer (JabriKaroui *et al.*, 2012). 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).

❖ Mode opératoire

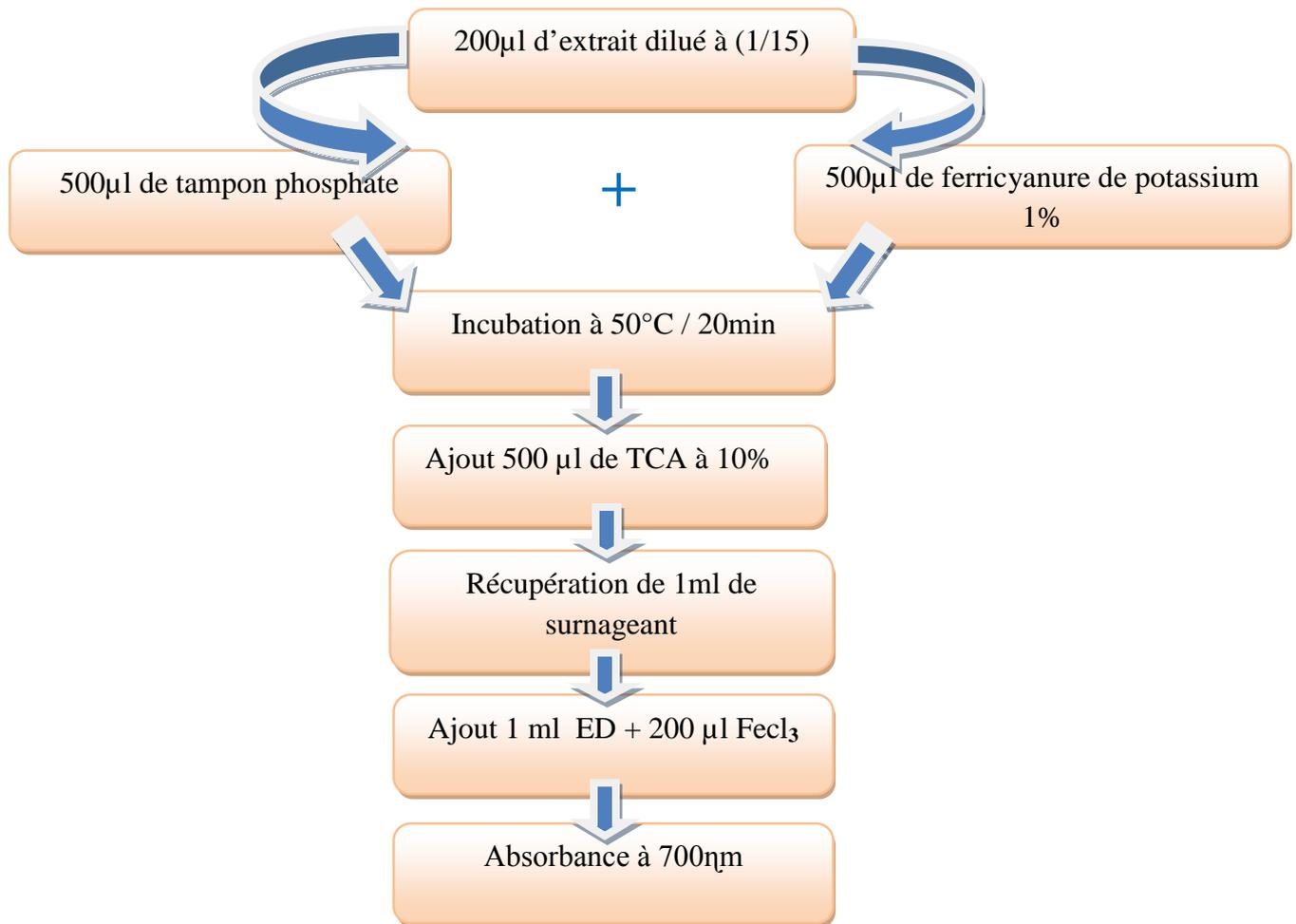


Figure 18: Protocole de mesure du pouvoir réducteur du fer (Li *et al.*, 2009).

Le pouvoir réducteur a été déterminé en se référant à une courbe d'étalonnage préparée avec l'acide ascorbique. Les résultats sont exprimés en mg équivalents d'acide ascorbique par g d'échantillon (mg EAA/g d'Ech) (annexe 2, figure 18).

III.7. Activités prébiotiques

III.7.1. Préparation du yaourt

Nous avons utilisé le lait Candia UHT demi écrémé qui a été chauffé pendant 5 min sur un bec benzène puis refroidi à 42 °C. Les ferments lactiques (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbricus sup bulgaricus*) et le probiotique (*Bifidobacterium longum*) sont ajoutés tout en agitant au même temps.

- 20 ml de mucilage brut ont été additionnés à 40 ml de lait. Les lots du yaourt ont été préparés en triples dans des flacons stériles et incubés à 42 °C pendant 24 h, puis stockés à 4 °C durant 28 jours.

Les lots de yaourts sont codés comme suit :

- **Y+ Pro + M** = yaourt + probiotiques + Mucilages.
- **Y + Pro** = yaourt + probiotiques (Témoin).



Figure 19: Préparation de yaourt.

Nous avons procédé à plusieurs analyses physico-chimiques aux cours de leur conservation qui sont : pH ; acidité ; Synérèse ; dénombrement ; Densité ; Brix.

III.8. Analyse physico-chimique du yaourt

III.8.1. Mesure du pH

On a mesuré le PH aux cours de stockage de yaourt le 1^{er}, 7^{ème}, le 14^{ème}, le 21^{ème}, et le 28^{ème} jour.

III.8.2. Mesure de la synérèse

❖ 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 comme étant la séparation de petit lait (lactosérum) du gel ou de callé (Tseng et Zhao, 2003). Quand le phénomène de la synérèse est important cela implique que la capacité de rétention de l'eau de gel est faible. Elle est mesurée selon la méthode de (Purwandari *et al.*, 2007).

❖ Mode opératoire

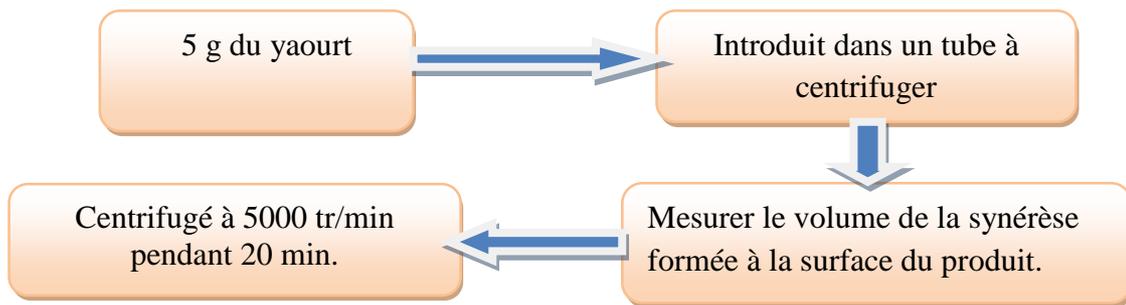


Figure 20: Protocole de mesure de la synérese.

La Synérese est exprimée en pourcentage selon la relation suivante :

$$\text{Teneur en eau}(\%) = \frac{\text{masse(g) de la PE} - \text{masse(g) de la PE après séchage}}{\text{masse(g) de la PE}}$$

III.8.3. Mesure de l'acidité titrable

L'acidité titrable (TTA) de yaourt est calculé chaque semaine jusqu'au 28ème jour, elle est exprimée en pourcentage, et calculée selon la formule suivante :

$$\text{TTA} (\%) = V_{\text{NaOH}} \times 0.1 \times 100 \times 0.009 \times 10$$

Où :

V_{NaOH} : Volume de NaOH en 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.

0.90 : Coefficient correspondant à l'acide lactique.

II.8.4.L'indice réfractométrique

Ce travail est réalisé selon le même protocole décrit pour la poudre.



Figure 21 : Refractomètre.

III.9. Teneur en sucres totaux

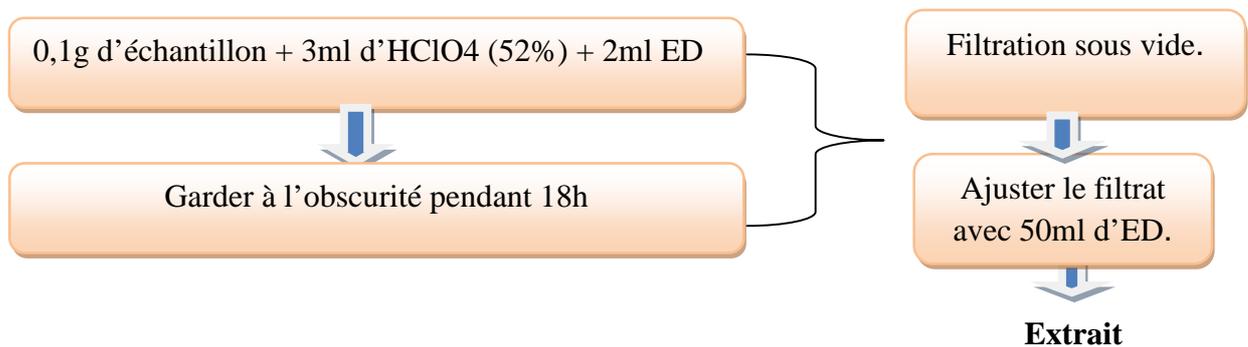
III.9.1. Extraction

La détermination des glucides totaux est réalisée par la méthode colorimétrique à l'antrone décrite par (Osborne et Voogt.,1986).

❖ Principe :

Dissout en milieu sulfurique concentré, l'antrone donne une couleur jaune claire, et la réaction avec les solutions de glucides une gamme assez lumineuse allant du vert au bleu-vert, en fonction de la concentration en glucide (Morris, 1948 ; Bachelier et Gavinelli., 1966).

❖ Mode opératoire



III.9.2. Dosage

Les extraits collectés sont utilisés pour le dosage des glucides totaux comme suit:

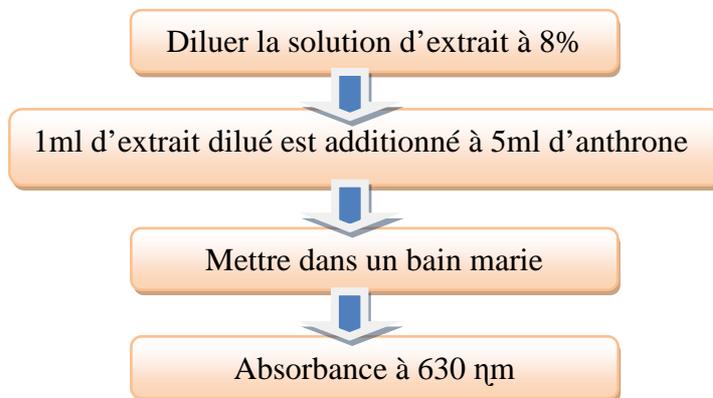


Figure 22: Etapes de dosage des Glucides totaux (Osborne et Voogt, 1986).

III.10. Dénombrement des probiotiques de yaourt

Le dénombrement des colonies (détermination en triple) a été effectué au 1^{er}, 14^{ème} et le 28^{ème} jour pour chaque lot à différentes dilutions (10^{-1} ; 10^{-2} ; 10^{-3} ; 10^{-4}). 100µl de chaque trois dernières dilutions ont été étalés par la méthode en masse (Espirito-Santo *et al.*,2010).

Pour le dénombrement des probiotiques nous utilisons la gélose MRS au chlorohydrate de cystéine (Cy-HCL) à 0,5 g/l qui est un agent réducteur inhibant la croissance des ferments du yaourt mais offre une meilleure croissance pour les bifidobactéries. L'incubation se fait dans une étuve à 42 °C pendant 72 h. Le nombre de colonies UFC/ml est calculé puis converti en log UFC/ml.



Figure 23: Evaluation de potentiel probiotique

III.11. Analyse statistique

Toutes les déterminations ont été menées en triple et les résultats sont exprimés par la moyenne \pm écart type. Les résultats ont fait l'objet d'une analyse de la variance, ANOVA et ANOVA à mesure répétée (Repeated measures ANOVA) pour les résultats du yaourt au cours du stockage suivie d'une comparaison multiple des moyennes (Test LSD) au moyen du logiciel Statistica version 5.5. Les différences sont significatives à $p < 0,05$.

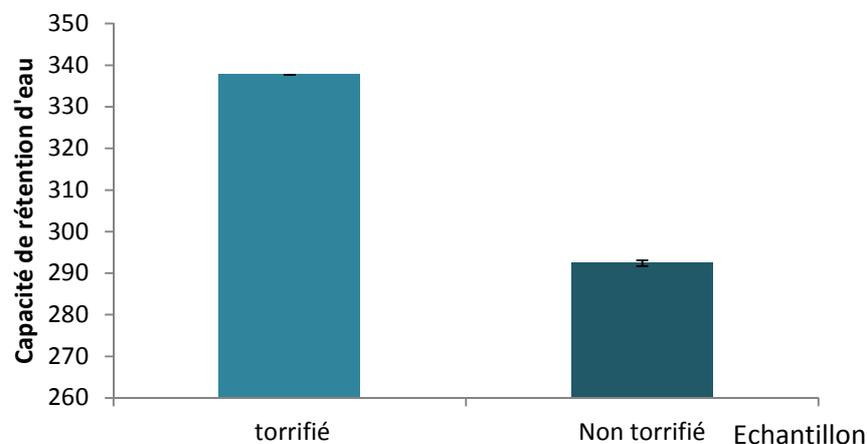
IV. Résultats et discussion

IV.1. Propriété fonctionnelle des poudres

IV.1.1. La capacité de rétention d'eau (CRE)

La capacité d'hydratation ou la capacité de rétention d'eau sont des expressions souvent utilisées pour exprimer l'aptitude d'aliments ou leurs fractions à retenir de l'eau dans certaines conditions (**Benjamin *et al.*, 2002**).

Dans notre étude nous avons évalué la capacité de rétention de nos poudres à une Températures ambiante (25°C°).



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$).

Figure 24: Capacité de rétention d'eau à 25°C

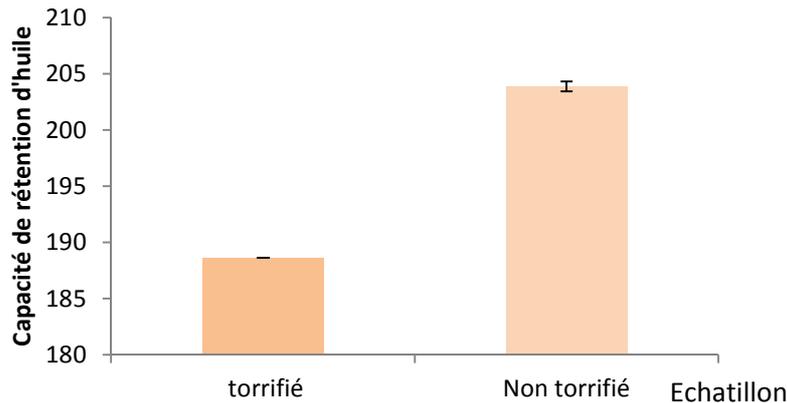
Les résultats de ce paramètre sont illustrés dans la Figure 24. L'analyse statistique ne montre pas une différence significative entre les échantillons ($p > 0.05$).

La poudre des feuilles de *MO* torrifiée présente une valeur de CRE de (337,76 ± 0.68) et celle de la poudre non torrifiée est de (292,41 ± 0.61).

IV.1.2. La capacité de rétention de l'huile (CRH)

La Capacité d'Absorption en Huile est d'une importance capitale puisqu'elle permet de retenir la saveur des aliments (Aremu *et al.*, 2007).

Dans notre étude nous avons évalué la capacité de rétention de nos poudres à une Température ambiante (25°C).



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$).

Figure 25: Capacité de rétention d'huile à 25°C.

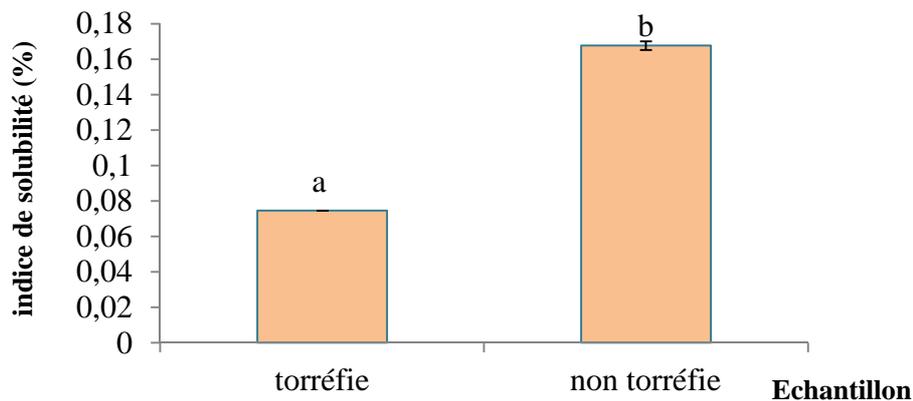
Nos résultats expérimentaux illustrés dans la Figure 25 ne montrent pas de différence significative ($p > 0.05$), entre la poudre des feuilles de MO torrifié et non torrifié.

La capacité de rétention d'huile de poudre torrifiée est de $(188.63 \pm 0.43 \%)$ et celle de la poudre non torrifiée est de $(203.88 \pm 0.46\%)$.

IV.1.3. Capacité gélifiante

Dans nos conditions de travail, nous notons que les mélanges à 14 % de poudre de MO affichent une reprise de la capacité gélifiante.

IV.1.4. Indice de solubilité

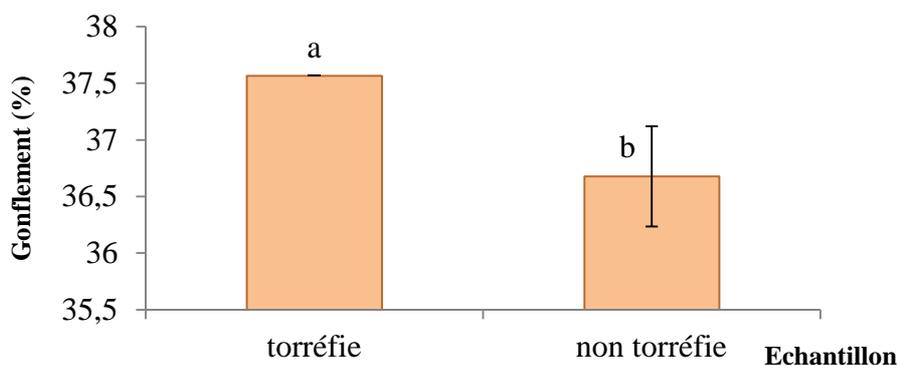


Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$).

Figure 26: Indice de solubilité

La Figure 26 représente la solubilité des poudres des feuilles de *MO* torréfié et non torréfié. L'indice de solubilité de ces poudres présente une différence significative ($p < 0.05$). La poudre de *MO* non torréfié présente un indice de solubilité plus élevé ($0.16 \pm 0.009\%$) par rapport à l'indice de solubilité de la poudre torréfié qui est de ($0.074 \pm 0.002\%$).

IV.1.5. Le gonflement



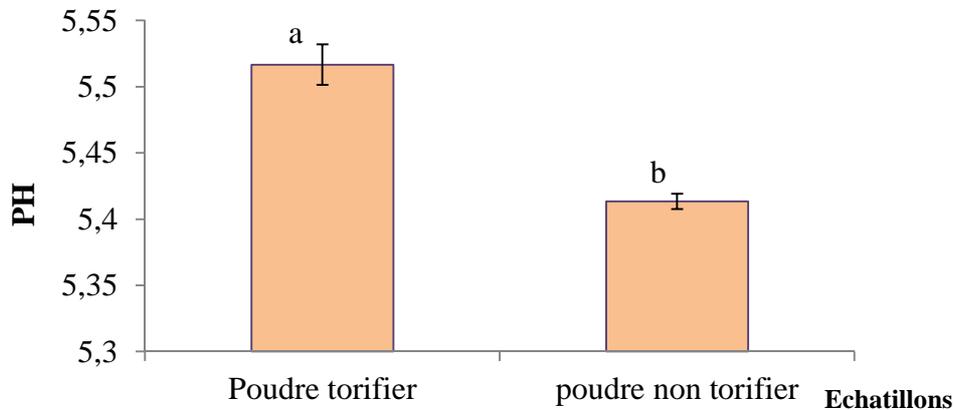
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$).

Figure 27: Pourcentage de gonflement

Les résultats de gonflement sont présentés dans la Figure 27. Les valeurs des pourcentages de gonflement des poudres des échantillons étudiés présentent une différence significative ($p < 0.05$).

IV.2. Propriété physicochimique des poudres

IV.2.1. Détermination du PH



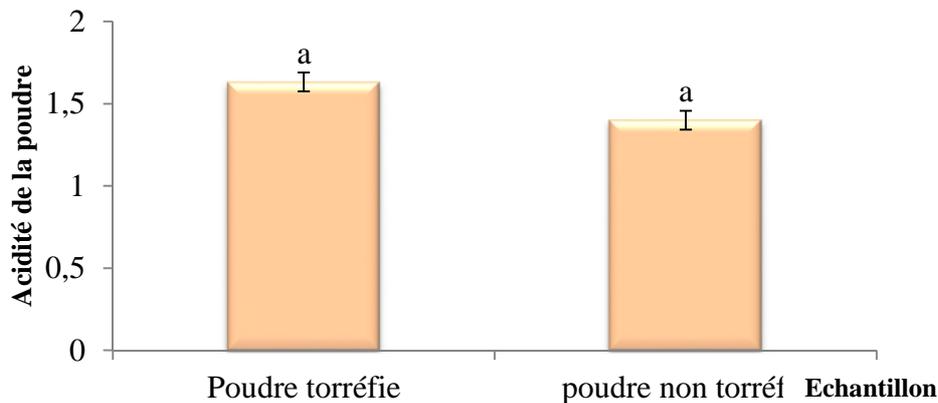
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$).

Figure 28: Valeurs du pH des poudres

Les valeurs des PH de nos échantillons sont représentées dans la Figure 28. Les résultats expérimentaux montrent une différence significative ($p < 0.05$).

Le pH de la poudre torifiée est supérieure de 1.9% par rapport à celui de la non torifiée.

IV.2.2. Détermination de l'acidité titrable



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$).

Figure 29: Acidité Titrable des poudres analysées

La Figure 29 présente les taux d'acidité titrable des poudres de nos différents échantillons. Les teneurs de l'acidité des poudres sont significativement différentes ($P < 0,05$). La poudre des feuilles de MO torifiée présente une valeur de $(337,76 \pm 0.68)$ et celle de la poudre non torifiée est de $(292,41 \pm 0.61)$.

IV.2.3. Taux de cendre et humidité

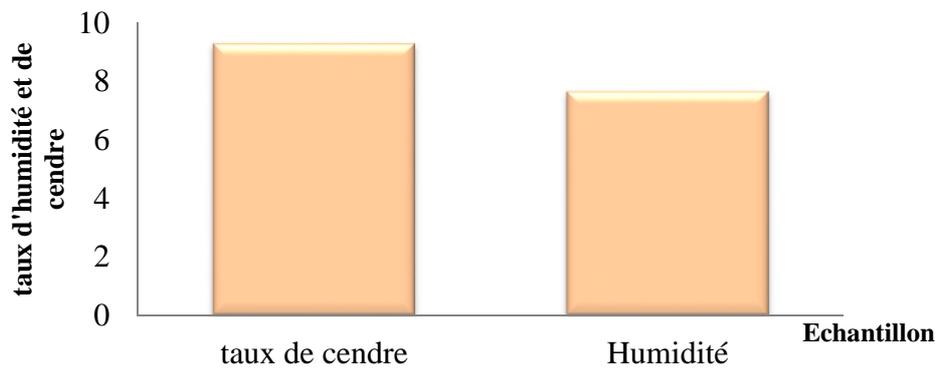


Figure 30: Taux de cendre et l'humidité

Les résultats des taux de cendres et d'humidité de la poudre des feuilles de *MO* torréfié sont présentés dans la Figure 30. Cette poudre présente un taux de cendre de $(9.28 \pm 0.05\%)$ et un taux d'humidité de (7.64 ± 0.04) .

IV.2.4. Degrés de brix

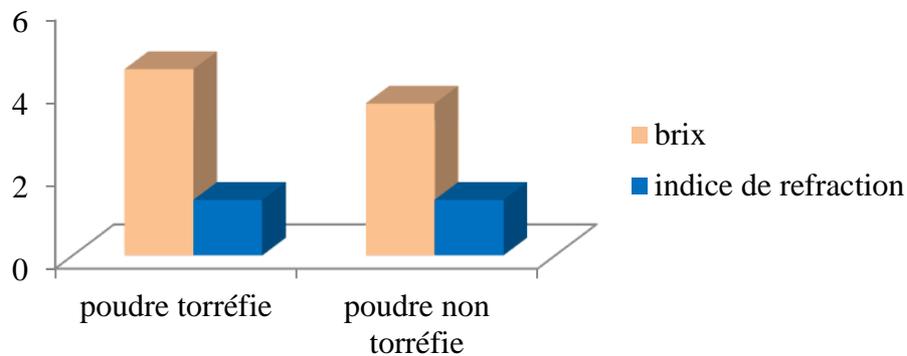


Figure 31: degrés de brix de la poudre des feuilles de *MO*.

D'après la figure 31 on constate que la poudre torréfiée présente un degré de brix élevé comparé à celui de la poudre non torréfiée.

IV.3.Composés phénoliques et activité antioxydant

IV.3. 1.teneur en composés phénolique

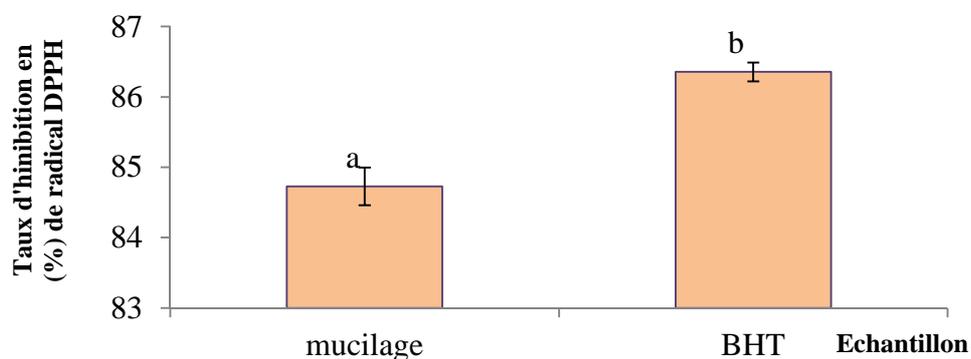
Tableau VI : teneur du mucilage en composés phénoliques.

les composées phénoliques	Pts mg eq AG/g	TH mg eq AT/g	Flavonoïdes mg eq Q/g	TC mg eq CAT/g
Concentration (%)	13.73	10.81	1.46	0.67

Le tableau montre que les phénols totaux présentent la teneur la plus élevée qui est de (13.73 \pm 0.73%), celle du tanin hydrolysable est de (10.81 \pm 1.15%), les flavonoïdes (1.46 \pm 0.02%) et les tanins condensés (0.67 \pm 0.5%).

IV.3.2. Activité antioxydante des extraits de feuilles de MO

IV.3.2.1. Activité antiradicalaire(DPPH)

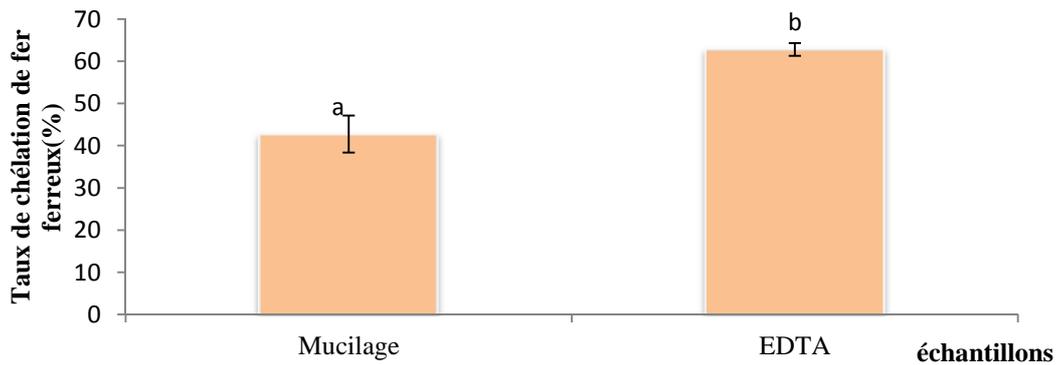


Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$)

Figure 32: Taux d'inhibition en (%) de radical libre DPPH.

Dans nos conditions expérimentales, l'extrait manifeste un pouvoir antioxydant plus faible ($p < 0.05$) que celui de BHT (84.72 %) contre (86.35 %) pour la BHT.

IV.3.2.2. Pouvoir de chélation de fer ferreux



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$).

Figure 33: Taux de chélation de fer ferreux

La Figure N°33 représente le pouvoir chélateur du fer des extraits bruts des feuilles de *Moringa Oleifera* comparé au standard EDTA.

Nos données expérimentales montrent que le pouvoir chélateur du fer des extraits bruts de la poudre de feuilles de *Moringa Oleifera* est significative inférieure à celui du standard (EDTA).

IV.3.2.3. Pouvoir réducteur

Dans le but d'évaluer la capacité de réduction des ions métalliques tels que le fer, la mesure du pouvoir réducteur du mucilage brut de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* a été réalisée dans la figure 34.

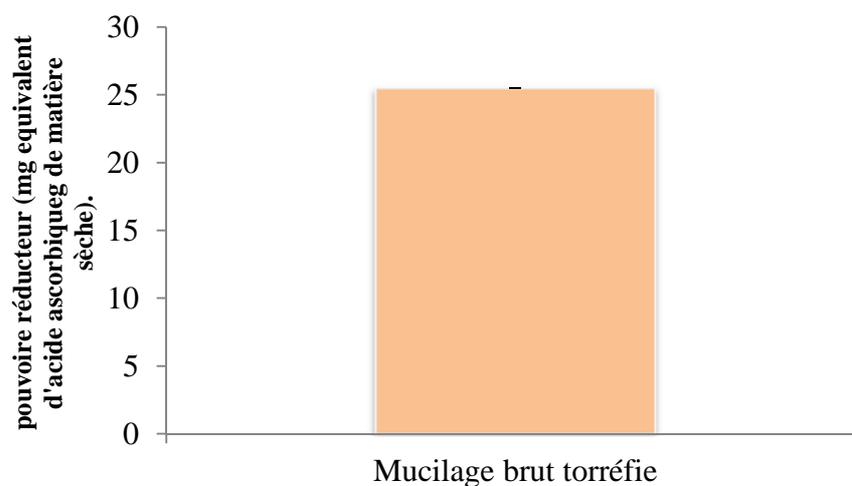


Figure 34: Pouvoir réducteur du mucilage brut torréfié de la poudre de feuilles de *MO*

Notre échantillon analysé présente la capacité de céder un électron et réduire ainsi le fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}). Le mucilage de MO affiche un pouvoir réducteur de (9.40 ± 1.34) .

IV.4. Analyses physicochimique du yaourt

IV.4.1. Détermination de PH

Les valeurs du pH des yaourts varient au cours du stockage à 4 °C (figure 40).

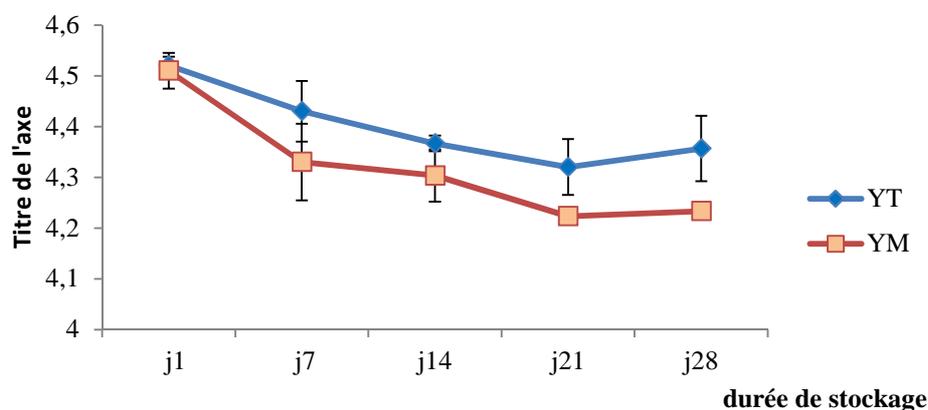


Figure 35: Evolution du PH.

Les yaourts renfermant du mucilage affichent des valeurs de pH nettement inférieures à celle du yaourt sans mucilage durant le stockage.

La figure 35 illustre une diminution de PH des deux échantillons au cours de stockage.

IV.4.2. Synérèse

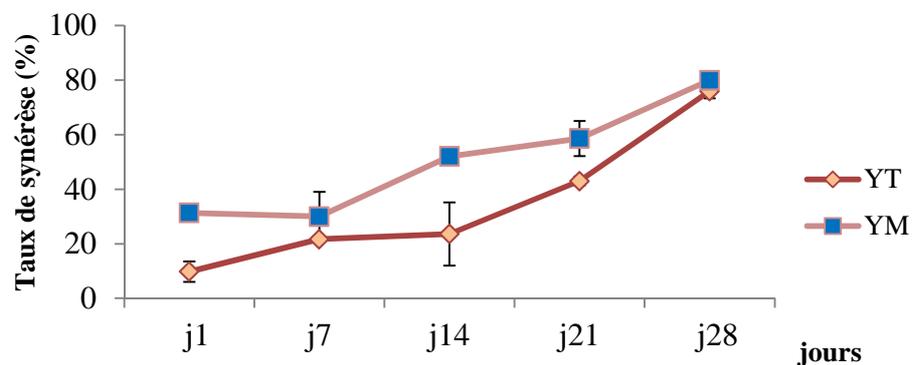


Figure 36: Taux de synérèse de yaourt

Les résultats de la **figure 36** montrent une augmentation de taux de synérèse aux cours de stockage sauf qu'on constate une légère diminution aux cours du 7^{ème} jour. Les valeurs de yaourt mucilage sont meilleures que celles de yaourt témoin.

IV.4.3. Acidité

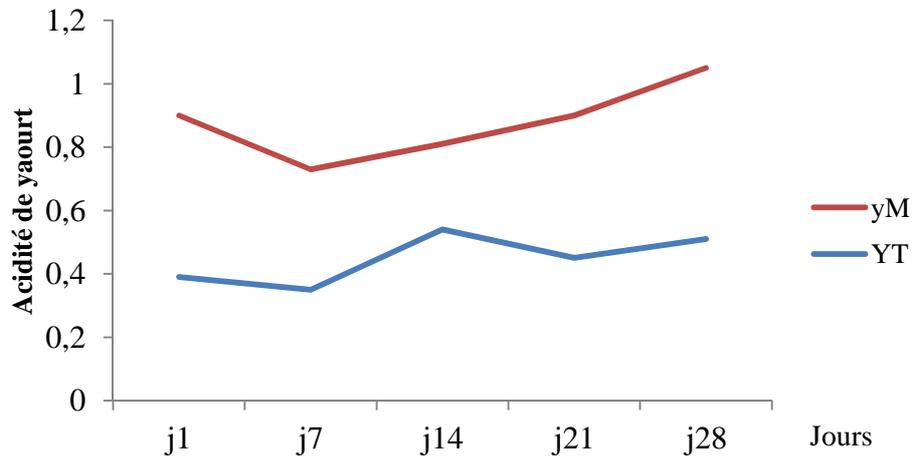


Figure 37:Acidité du yaourt

YT : Yaourt témoin

YM : Yaourt mucilage

La Figure37 présente les taux d'acidité titrable de nos différents échantillons.

D'après cette figure on remarque une augmentation de l'acidité des deux échantillons durant tout la période de stockage.

En plus l'acidité de yaourt avec mucilage est supérieure à celle sans mucilage.

IV.4.4. Degré de brix

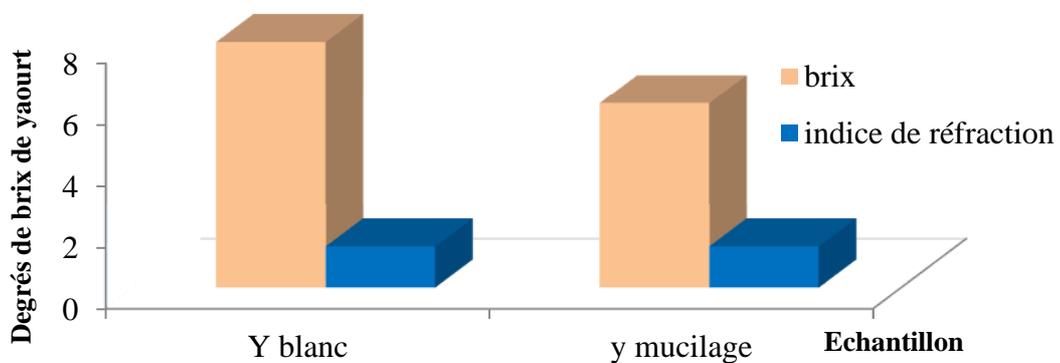
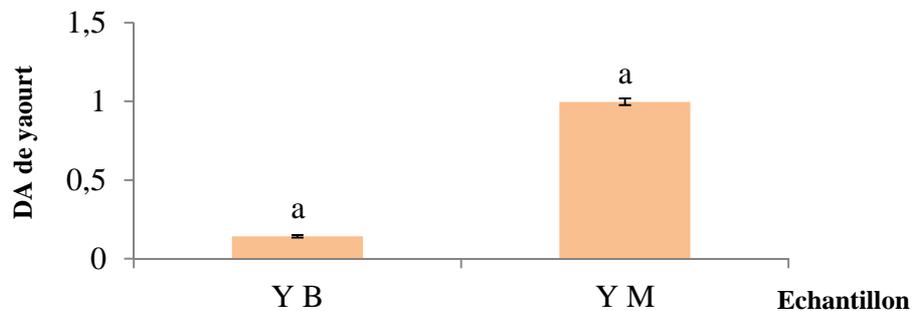


Figure 38:degrés de brix de yaourt

La Figure N°38 nous permet de comparer le degré de brix entre le yaourt blanc et le yaourt enrichi en mucilage. D'après cette figure on déclare que le degré de brix de yaourt blanc est supérieur à celui de yaourt mucilage.

IV.4.5. La densité de yaourt



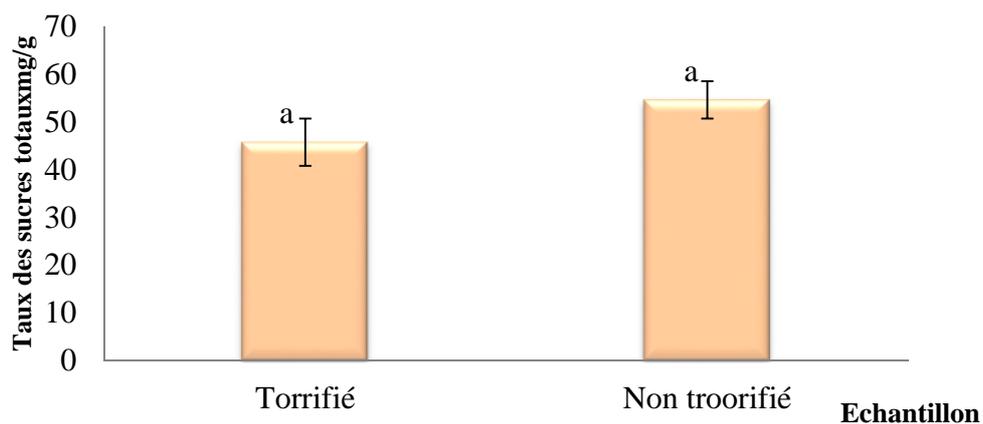
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$)

Figure 39: Densité apparente de yaourt

Les résultats de la densité apparente de nos échantillons sont présentés dans la Figure 39 et qui montrent une différence significative ($p > 0.05$).

Dans nos conditions expérimentales on constate que le yaourt mucilage présente une densité élevée quatre fois que le yaourt blanc.

IV.5. Dosage des sucres

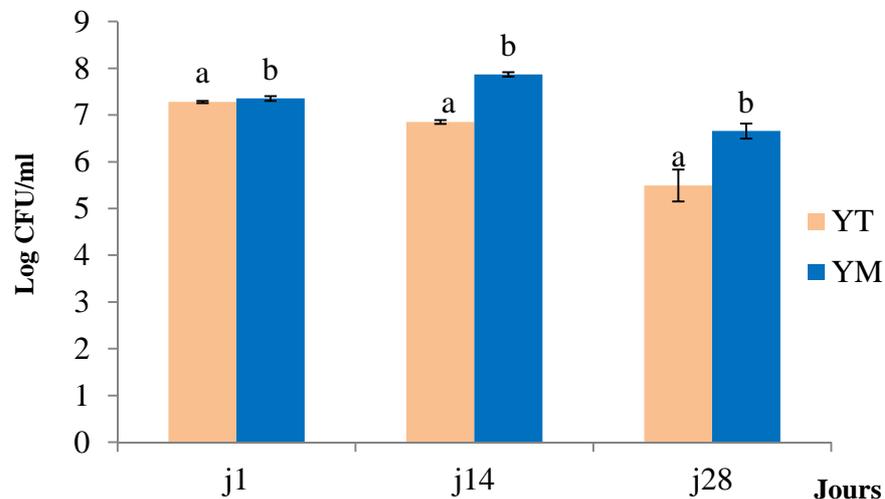


Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$)

Figure 40: Taux de sucre

La Figure 40 représente les valeurs moyennes en sucres totaux des mucilages de la poudre des feuilles de *MO*. Les résultats ne présente aucune différence significative ($P < 0,05$).

V. La viabilité bactérienne



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$)

Figure 41: Evolution de la viabilité bactérienne pendant le stockage du yaourt à 4°C

Selon la figure ci-dessus on note que le yaourt renferme du mucilage affiche des valeurs en colonies bactérienne nettement supérieures à celle de yaourt sans mucilage quel que soit la durée de stockage. La croissance du Bifidobactérium (BB12) dans le yaourt contenant le mucilage décrit 2 phases :

- Une première phase du 1^{er} jusqu'au 14^{ème} jour ; durant cette période le nombre de prébiotique accuse une légère augmentation soit de (7%).
- La deuxième phase du 14^{ème} au 28^{ème} jour nous enregistrons une diminution du nombre de probiotique (Bb12) avec un rapport de (18%). Alors que le nombre de probiotique (Bb12) montre une légère diminution dans le yaourt sans mucilage au cours de leur stockage.

VI. Discussion générale

Notre travail est porté sur la mise en évidence de l'effet prébiotique du mucilage extrait à partir de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera*, et d'évaluer leurs paramètres physico chimiques, l'activité antioxydante et les propriétés fonctionnelles de cette poudre.

Les principales propriétés fonctionnelles utilisées en industrie agroalimentaire sont représentés par les paramètres d'hydratation, la capacité d'absorption d'huile, la propriété moussante, la propriété émulsifiante, le pouvoir gélifiant et la solubilité des protéines (**Farooq et Boye, 2011**).

Les différents dosages réalisés confirment la présence de diverses classes de composés phénoliques (polyphénols totaux solubles et les flavonoïdes ; tannins) dans le mucilage de feuilles de *Moringa oleifera*, ces composés ont été trouvé par d'autres auteurs (**Kasolo et al., 2010 ; Moyoet al., 2011 ; Garba et al., 2015**).

De nombreuses études ont montré l'utilisation potentielle de différentes parties de *M. Oleifera* dans des applications alimentaires telles que la fabrication de soupes ; cake, biscuit ; pain. (**Babayaju et al., 2014 ; AdewumiT et al. ; 2016**).

L'incorporation du mucilage s'accompagne d'une réduction du pH et d'une augmentation de l'acidité. La production d'acide organique est en relation linéaire avec l'augmentation d'acidité (**Shah, 2000**).

Les valeurs moyennes de pH des différents yaourts diminuent au cours du stockage. Nos résultats sont similaires à ceux rapportés par **Agil et Hossenian (2012)** sur des yaourts supplémentés de la poudre de lin.

L'abaissement du pH dans des fermentations est dû à l'accumulation de l'acide lactique produit par les voies métaboliques sans affecter la capacité de la microflore fermentaire. Les probiotiques sont continués à consommer des sucres et des acides organique s'accumulés, ce qui diminue le pH du milieu en raison des besoins en énergie pour le maintien de la viabilité cellulaire (**Rathore et al., 2012**).

La synérèse ou la séparation du gel protéique est un phénomène physique visible qui affecte l'acceptabilité du yaourt par le consommateur. En accord avec **Aryana et Mc Grew (2007)** la synérèse augmente dans nos échantillons au cours du stockage du yaourt. Dans nos conditions expérimentales, l'addition du mucilage brut de poudre de feuilles de *Moringa oleifera* augmente ce phénomène de 17,03%. **Srisuvor et al., (2013)** l'attribuent à l'activité protéolytique des bactéries qui hydrolysent les micelles de caséines au cours du temps.

Nous notons que c'est en présence de mucilage de poudre de feuilles de *Moringa Oleifera* que le nombre de colonies du probiotiques (Bifidobacterium (BB12)) est plus important que le témoin. Des observations similaires ont été rapportées par **Esperito-Santo et al. (2010)** et **Boudjou et al (2014)** qui ont travaillé sur les poudres d'açaï et sur la fève respectivement.

Koplan et Hutkins (2000) rapportent que la croissance des probiotiques dans le yaourt s'explique par un apport élevé en hydrate de carbone par les mucilages utilisés et les différents micronutriments contenus dans ces prébiotiques.

L'abaissement des probiotiques dans le yaourt peut être expliqué par la réduction de la quantité des prébiotiques et de micronutriments dans le yaourt.

Conclusion et perspectives

Ce présent travail porte sur l'évaluation du potentiel prébiotique du mucilage extrait à partir des feuilles de *Moringa oleifera* et d'autre part l'étude des paramètres physico chimiques et la caractérisation des propriétés fonctionnelles des poudres de ces feuilles.

Les propriétés fonctionnelles de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* peuvent trouver plusieurs utilisations en agroalimentaire, en particulier, dans les industries laitier ...etc. Elles confèrent un potentiel technologique innovant pour l'amélioration de la qualité nutritionnelle et rhéologique des aliments.

La capacité de rétention d'eau et d'huile, la solubilité et le gonflement sont des propriétés fonctionnelles qui apporte des informations quant au comportement des prébiotique lors d'incorporation dans les matrices alimentaires.

D'une manière générale on observe une augmentation de la capacité de rétention de l'eau et de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* torréfiée comparais a la non torréfiée.

Sur le plan phytochimique, les résultats ont montré une composition riche et variée en métabolites secondaires. Les différents dosages réalisés sur le mucilage brut de la poudre de feuille de *Moringa oleifera* ont révélés la présence de plusieurs classes de composés phénoliques : phénols totaux solubles (13.73 mg Eq AG/g Ech), flavonoïdes (1.46 mg Eq Q/g Ech), les tannins hydrolysables (10.81 mg Eq AT/g Ech) et tannins condensés (0.67 mg Eq AT/g Ech).

Les différents extraits testés ont manifesté une activité antioxydante mesurée *in vitro* par les tests DPPH (84.72%), pouvoir réducteur (1.46 %) et chélation du fer ferreux (42.76%).

L'addition du mucilage brut de la poudre de feuille de *Moringa oleifera* au yaourt s'accompagne d'une augmentation de l'acidité (0,51% à 0.54%), et une diminution du pH (4,51 à 4,23) pendant la période de stockage. En présence du mucilage de *Moringa oleifera*. Les bactéries sont potentiellement plus actives et produisent plus d'acide lactique.

Les mucilages de feuilles de *Moringa oleifera* ont manifesté dans les yaourts préparés un potentiel prébiotique avéré comme en témoigne la survie des bactéries probiotiques (*Bifidobacterium*, Bb12) et l'évolution des paramètres fermentaires.

Le nombre de CFU dans le yaourt contenant à la fois l'extrait (mucilage) de *Moringa oleifera* et le probiotique (*Bifidobacterium*) est plus élevé que celui de yaourt contenant que les probiotiques. A l'issue des 28 jours de stockage, l'utilisation du mucilage feuille de *Moringa oleifera* permis de maintenir la croissance des souches bactériennes.

Les résultats obtenus méritent d'être poursuivis et approfondis pour préciser les condition et modalités d'utilisation de *Moringa oleifera* dans les produits laitiers et valoriser ses nombreuses potentialités.

- Evaluation de la composition biochimique du mucilage et approfondissement de l'étude des polysaccharides de ce dernier : la structure, le degré de pureté, composition en monosaccharides, degré de polymérisation et le poids moléculaire.
- Mesure et d'identification les acides gras à courtes chaines issue de la fermentation
- De réaliser une évaluation sensorielle pour les échantillons de yaourt.
- De réaliser des études sur des modèles animales et mener des essais cliniques

A

Abdellahi, O. M. and O. H. Sidi.(2016). "Contribution à l'étude comparative des laits crus des chamelles provenant des Wilayas de Mauritanie destinés à la transformation." *Journal of Applied Biosciences* **102**(1): 9738–9744.

Agil, R. and F. Hosseinian.(2012). "Dual functionality of triticale as a novel dietary source of prebiotics with antioxidant activity in fermented dairy products." *Plant foods for human nutrition* **67**(1): 88-93.

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

Aremu, M. and H. Ibrahim.(2014). "Mineral Content of Some Plant Foods Grown in Nigeria: A Review." *Food Science and Quality Management* **29**: 71-89.

Aryana, K. J. and P. McGrew (2007). "Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics." *LWT-Food science and Technology* **40**(10): 1808-1814.

AtakpaKponor E.G.E., Kanda M., Dourma M., Nare M., Batawila K., etBarbary O. M., Al-Sohaimy S. A., El-Saadani M. A., Zeitoun A. M. (2009).Extraction, composition and physicochemical properties of flaxseed mucilage.*Journal of Advance Agricultural Research*, **14**(3), 605–6ma W., 20

ATAKPAMA, W., E. G. E. KPONOR, et al. (2014). "Moringa oleifera Lamarck (Moringaceae): une ressource phytogénétique à usage multiple." *Sciences de la vie, de la terre et agronomie* **2**(1).

B

Bate-Smith, E. (1973). "Haemanalysis of tannins: the concept of relative astringency." *Phytochemistry* **12**(4): 907-912.

Benítez, V., S. Cantera, et al.(2013). "Impact of germination on starch, dietary fiber and physicochemical properties in non-conventional legumes." *Food Research International* **50**(1): 64-69.

Bergmaier, D. (2002). Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de *LB. Rhamnosus RW-9595M* d'un milieu à base de perméat de lactosérum, Québec: Université Laval.

Bielecka, M., Biedrzycka, E. and Majkowska, A.(2002). Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their *in vivo* effectiveness. *Food Res. Int.* 35, 125-131.

Boizot, N. and J.-P. Charpentier .(2006). "Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier." *Le Cahier des Techniques de l'INRA*, Numéro spécial 2006: Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques: 79-82.

Boudjou, S., F. Zaidi, et al.(2014). "Effects of faba bean (*Vicia faba L.*) flour on viability of probiotic bacteria during kefir storage." *Journal of Food Research* 3(6): 13.

Bourgou, S., R. Ksouri, et al.(2008). "Phenolic composition and biological activities of Tunisian *Nigella sativa L.* shoots and roots." *Comptes Rendus Biologies* 331(1): 48-55.

Brand-Williams, W., M.-E. Cuvelier, et al.(1995). "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity." *LWT-Food science and Technology* 28(1): 25-30.

Broin, M.(2005). "Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*." CTA, 5p.

Broin, M. and A. d. Saint Sauveur.(2010). Produire et transformer les feuilles de moringa, CTA.

BRUDIEUX V. (2007).- Extraction, modification enzymatique et caractérisation chimique de nouvelles structures pectiques. A l'occasion de la relation structure/activité à la dermocosmétique. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 220p.

BRUDIEUX V.(2007).- Extraction, modification enzymatique et caractérisation chimique de nouvelles structures pectiques. A l'occasion de la relation structure/activité à la dermocosmétique. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 220p.

Bruzzese, E., M. Volpicelli, et al.(2006). "Impact of prebiotics on human health." *Digestive and Liver Disease* 38: S283-S287.

C

Chau, C. and P. Cheung.(1998). "Functional properties of flours prepared from three Chinese indigenous legume seeds." Food Chemistry **61**(4): 429-433.

Chau, C.-F. and Y.-L. Huang.(2003). "Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. Cv. Liucheng." Journal of Agricultural and Food chemistry **51**(9): 2615-2618.

CorrieuG., Luquet F M.(2008) bactéries lactiques de la génétique aux ferments. Ed. Lavoisier. Paris. France, pp 472 -849

Creighton W. (2001), Production de graines de *Moringa oleifera* en Tanzanie. Optima of Africa Limited, 5p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>.

D

Dacosta, Y. (2001). Probiotiques et prébiotiques en alimentation humaine: le point des connaissances actuelles, Yves Dacosta.

De Saint Sauveur, A. and M. Broin.(2006). "L'utilisation des feuilles de *Moringa oleifera* contre les carences alimentaires: un potentiel encore peu valorisé." Atelier international «*Moringa* et autres végétaux à fort potentiel nutritionnel: Stratégies, normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique». Accra, Ghana.**de Travail, G. (2008).** "Probiotiques et Prébiotiques."

Delorm C.(2008) : Safety assessment of diary microorganisms : streptococcus thermophilus.International journal of food microbiology.126 :274-277.

Delpha, I.(2011). Le moringa (*moringa oleifera* lam.): utilisations actuelles et intérêt pharmacologique.

Deore, S. and S. Khadabadi.(2008). "Standardisation and pharmaceutical evaluation of *Chlorophytum borivilianum* mucilage." Rasayan J Chem **1**(4): 887-892.

DJERIDANE A.(2008).- Evaluation du pouvoir antioxydant et de l'inhibition d'enzymes (la Carboxylestérase et l'Acylase) par des extraits phénoliques de dix-neuf plantes médicinales locales. Thèse de doctorat en sciences, École Normale Supérieur de Kouba, Alger, 150p.

Djeridane, A., M. Yousfi, et al.(2006). "Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds." *Food Chemistry* **97**(4): 654-660.

do Espirito Santo, A. P., R. C. Silva, et al.(2010). "Açaí pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt." *International Dairy Journal* **20**(6): 415-422.

E

Elkhalifa, A. E. O. and R. Bernhardt.(2010). "Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour." *Food Chemistry* **121**(2): 387-392.

F

Farooq, F., M. Rai, et al.(2012). "Medicinal properties of Moringa oleifera: An overview of promising healer." *Journal of Medicinal Plants Research* **6**(27): 4368-4374.

Femia, A. P., C. Luceri, et al.(2002). "Antitumorigenic activity of the prebiotic inulin enriched with oligofructose in combination with the probiotics *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium lactis* on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats." *Carcinogenesis* **23**(11): 1953-1960.

Foidl, N., H. Makkar, et al. (2001). "Potentiel de Moringa oleifera en agriculture et dans l'industrie." *Potentiel de développement des produits de Moringa. Dar es-Salaam, Tanzanie, du 29 octobre au 2 Novembre 2001.*

Fuglie L.J., 2002. *Nutrition naturelle sous les tropiques (105-118) In : L'arbre de la vie, Les multiples usages du Moringa.-Wageningen : CTA; Dakar: CWS.-177p.*

G

Garba, K., K. Adeoti, et al. (2015). "Effet variétal sur les paramètres physico-chimiques de l'huile d'Agonlin (Benin) issue du processus artisanal de transformation de l'arachide." *Nature & Technology*(13): 35.

Gibson G. R., Roberfroid M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* **125**: 1401–1412.

Gibson, G. R. and M. B. Roberfroid.(1995). "Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics." *The Journal of nutrition* **125**(6): 1401-1412

Guidelines P. Recommandations pratique : probiotiques et prébiotiques – WGO- mai 2008

H

HadiNezhad, M., C. Duc, et al.(2013). "Flaxseed soluble dietary fibre enhances lactic acid bacterial survival and growth in kefir and possesses high antioxidant capacity." *Journal of Food Research* **2**(5): 152.

Hêdji, C. C., D. K. Gangbazo, et al.(2014). "Valorisation de *Azolla* spp, *Moringa oleifera*, son de riz, et de co-produits de volaille et de poisson en alimentation animale: synthèse bibliographique." *Journal of Applied Biosciences* **81**(1): 7277-7289.

Hols, P., F. Hancy, et al.(2005). "New insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus thermophilus* revealed by comparative genomics." *FEMS microbiology reviews* **29**(3): 435-463.

Holzappel, W, H., Haberer, J., Snel, U., Schillinger.(2001). Overview and probiotics.*Int. J.Food Microbiol*, 41, 85-101.

I

Imechket, F. and D. Katti.(2013). "Effet de poudres de graines de légumineuses (*Lens culinaris* et *Vicia faba major* et *minor*) sur la viabilité de probiotiques."

Irénée modeste bidina.(2016). Production et transformation du moringa. Page 04

ISERINP.(2001). Encyclopédie des plantes médicinales, Larousse VUEF, 2ème Ed., Paris : 14,275.

j

Jabri-Karoui, I., I. Bettaieb, et al.(2012). "Research on the phenolic compounds and antioxidant activities of Tunisian *Thymus capitatus*." *Journal of functional foods* **4**(3): 661-669.

Kasolo, J. N., G. S. Bimenya, et al.(2010). "Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves in Ugandan rural communities." *Journal of Medicinal Plants Research* **4**(9): 753-757.

Kennedy, B. M.(1971). *Amino Acid Content of Foods and Biological Data on Proteins.* FAO of the United Nations, Rome (1970), FAO Nutritional Studies No. 24, by the Food Policy and Food Science Service, Nutrition Division. In English, French, and Spanish. United States distributor: UNIPUB, Inc., PO Box 433, New York, NY 10016. 285 p., \$12.00, paperback, Elsevier.

Khenniche, N. and N. E. Bouali (2017). "Utilisation des bactéries lactiques dans la fabrication du yaourt."

Koocheki, A., S. A. Mortazavi, et al.(2009). "Rheological properties of mucilage extracted from *Alyssum homolocarpum* seed as a new source of thickening agent." *Journal of Food Engineering* **91**(3): 490-496

Ladj, K.(2014). Effets de l'enrichissement (avec des concentrés de protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabriqué à la laiterie Soummam d'Akbou, Université Mouloud Mammeri.

Lai, L.-S. and H.-Y. Liang.(2012). "Chemical compositions and some physical properties of the water and alkali-extracted mucilage from the young fronds of *Asplenium australasicum* (J. Sm.) Hook." *Food hydrocolloids* **26**(2): 344-349.

Lee, J. H., A.-R. Cho, et al.(2012). "Physical properties of wheat flour composites dry-coated with microparticulated soybean hulls and rice flour and their use for low-fat doughnut preparation." *Journal of cereal science* **56**(3): 636-643.

Lilly, D. M. and R. H. Stillwell.(1965). "Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms." *Science* **147**(3659): 747-748.

Loones, A.(1994) Laits fermentés par les bactéries lactiques. *In* bacteries lactiques : Aspects fondamentaux et technologiques. *De Roissart, H & Luquet , F. M. (Ed), Lorica, Uriage* , 2, p :135-145

M

Makkar, H. and K. Becker.(1997). "Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree." *The Journal of Agricultural Science* **128**(3): 311-322.

Marty-Teyssset, C., F. De La Torre, et al.(2000). "Increased Production of Hydrogen Peroxide by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* upon Aeration: Involvement of an NADH Oxidase in Oxidative Stress." *Applied and environmental microbiology* **66**(1): 262-267.

Mayra-Makinen, A. and M. Bigret.(2004). "Industrial use and production of lactic acid bacteria." *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-NEW YORK-MARCEL DEKKER-* **139**: 175-198.

Mbora, A., G. Mundia, et al.(2004). "Combating nutrition with *Moringa oleifera*." *World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya.*

Ministère de l'Economie et des Finances.(2009) Spécifications techniques de l'achat public lait et produits laitiers.-*Paris FRANCE : OEAP.* p :47

Mole, S. and P. G. Waterman.(1987). Tannins as Antifeedants to Mammalian Herbivores—Still an Open Question?, ACS Publications.

Morton, J. F.(1991). "The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae)—a boon to arid lands?" *Economic botany* **45**(3): 318-333.

Moyo, B., P. J. Masika, et al.(2011). "Nutritional characterization of *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam.) leaves." *African Journal of Biotechnology* **10**(60): 12925-12933.

N

Nweze, N. O. and F. Nwafor.(2014). "Phytochemical, proximate and mineral composition of leaf extracts of *Moringa oleifera* Lam. from Nsukka, South-Eastern Nigeria." *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences* **9**(1): 99-103.

P

Pointurier, F., N. Baglan, et al.(2003). "Determination of organically bound tritium background level in biological samples from a wide area in the south-west of France." *Journal of environmental radioactivity* **68**(2): 171-189.

Poumaye, N., J. Mabingui, et al.(2012). "Contribution to the clarification of surface water from the *Moringa oleifera*: case M'Poko River to Bangui, Central African Republic." *Chemical Engineering Research and Design* **90**(12): 2346-2352.

Purwandari, U., N. Shah, et al.(2007). "Effects of exopolysaccharide-producing strains of *Streptococcus thermophilus* on technological and rheological properties of set-type yoghurt." *International Dairy Journal* **17**(11): 1344-1352.

R

Ramachandran, C., K. Peter, et al.(1980). "Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable." *Economic botany* **34**(3): 276-283.

Rathore, S., I. Salmerón, et al.(2012). "Production of potentially probiotic beverages using single and mixed cereal substrates fermented with lactic acid bacteria cultures." *Food Microbiology* **30**(1): 239-244.

Ribéreau-Gayon, P.(1968). *Les Composés phénoliques des végétaux: par Pascal Ribéreau-Gayon, Dunod.*

Roussos, P. A., V. Sefferou, et al. (2011). "Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load." *Scientia horticulturae* **129**(3): 472-478.

S

Schmidt, J., C. Tourneur, et al.(1994). "Fonctions et choix des bactéries lactiques en technologie laitière." de Roissart, H. Luquet, FM (Eds). *Bactéries lactiques* **2**: 37-54.

Schrezenmeir, J. and M. de Vrese.(2001). "Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition—." *The American journal of clinical nutrition* **73**(2): 361s-364s.

Shah, N.(2000). "Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods." Journal of dairy science **83**(4): 894-907.

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.

Soomro, A., T. Masud, et al.(2002). "Role of lactic acid bacteria (LAB) in food preservation and human health-a review." Pakistan Journal of Nutrition **1**(1): 20-24.

Srisuvor, N., N. Chinprahast, et al.(2013). "Effects of inulin and polydextrose on physicochemical and sensory properties of low-fat set yoghurt with probiotic-cultured banana purée." LWT-Food science and Technology **51**(1): 30-36.

T

Thompson, L. U. and S. C. Cunnane.(2003). Flaxseed in human nutrition, AOCS Publishing.

Tseng, A. and Y. Zhao.(2013). "Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing." Food Chemistry **138**(1): 356-365.

Annexe 1

Tableaux I : Préparation des solutions

Solutions	Réactifs
Solution NaOH (0,1 N)	2 g NaOH dans 500 ml d'eau distillée
Ethanol 80%	80% de l'éthanol pure ajuste jusque à 100 ml d'eau distillée
NaCl	2,95g NaCl dans 100ml d'eau distillé
Solution de folin ciocalteu (0.1N)	10 ml du folin- ciocalteu ajusté à 100 ml d'eau distillée.
HCl (0,01M)	0.0826ml d'HCl 37% est ajusté à 1litre avec l'eau distillée.
FeCl ₃ (0,01M dans HCl 0,01 M)	Dissoudre 1,62gde FeCl ₃ dans 1litre HCl à 0,01M.
Chlorure d'Aluminium (ALCl ₃ 2%,P/V)	2g ALCl ₃ 6H ₂ O dans 100ml de méthanol
Réactif Bouchardat	2g de l'iode bisubliné (I ₂) +2 g de KI ajusté a 100 ml de l'eau distillée.
Chlorure ferrique (FeCl ₃) à 2%	2g de FeCl ₃ ajusté à 100 ml d'eau distillée.
Réactif de phénolphtaléine	0.5 g de phénolphtaléine dans 50 ml de l'eau distillée et 50 ml l'éthanol absolu.
Eau physiologie	9g NaCl dissoudre dans 1000 ml d'eau distillée.
Préparation du MRS	Dissoudre 35.15 g de poudre de MRS dans 500 ml d'eau distillée
Cystéine	0,5g de cystéine ajustée 10 ml d'eau distillée.
Solution de carbonate de sodium(NO ₂ CO ₃) 75g /l.	7.5 g de carbonate de sodium ajusté à 100 ml d'eau distillée.
FeCl ₂ (2H ₂ O) 2mM	0.025g de FeCl ₂ (2H ₂ O) dans 100ml d'eau distillée.
Ferrozine 5mM	0.123g de ferrezine dans 50ml d'eau distillée
EDTA	0.005965 mg dans un 1ml d'eau distillée
BHT	25 µg dans 100 ml d'eau Distillé
Solution DPPH (65µM/L)	0,0024 µg dans 100ml méthanol pure
Chlorure ferrique (Fe Cl ₃) à 0.1%(P/V)	0.1g de FeCl ₃ dans 100ml d'eau distillée
Vanilline HCL	Ça préparation est faite juste avant utilisation en mélangeant à volume équivalent la solution de vanilline à 5,8% et la solution d'HCl 24%.
Catalyseur	2g de sélénium, 20g de sulfate de cuivre, 80g de sulfate de potassium
Acide borique 4%	20 g H ₃ Bo ₃ dans 500 ml
NaoH 40%	400g /l dans 1 litre d'eau distillé

Annexe 2

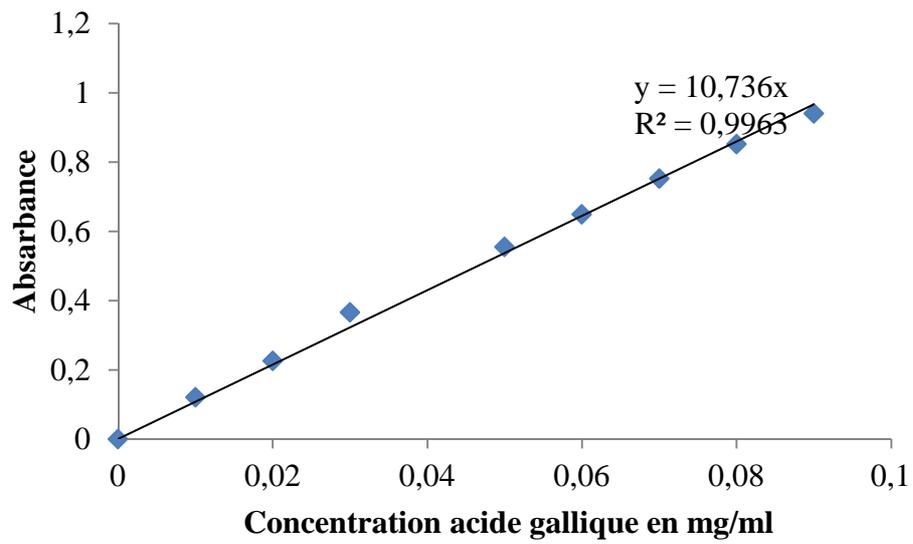


Figure 1: Courbe d'étalonnage de dosages des phénols totaux solubles.

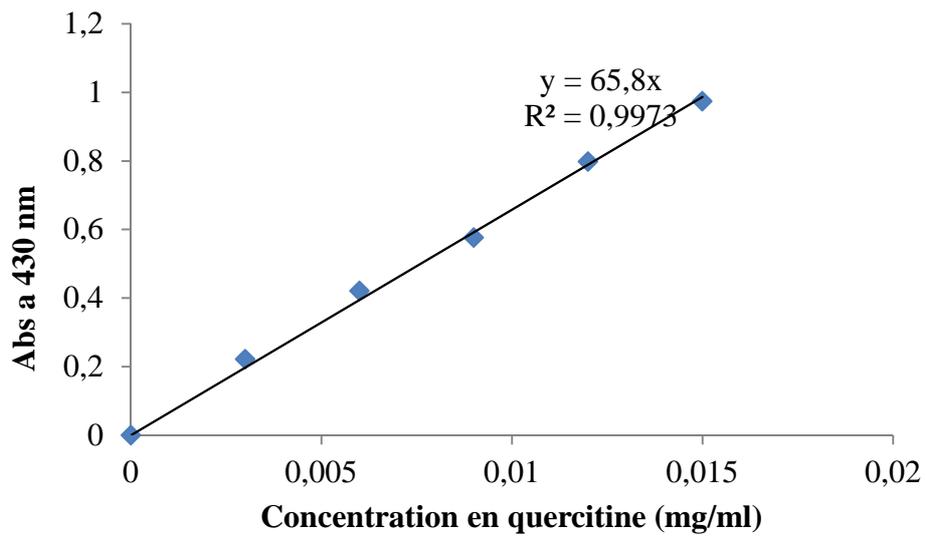


Figure 2 : courbe d'étalonnage de dosage des flavonoïdes.

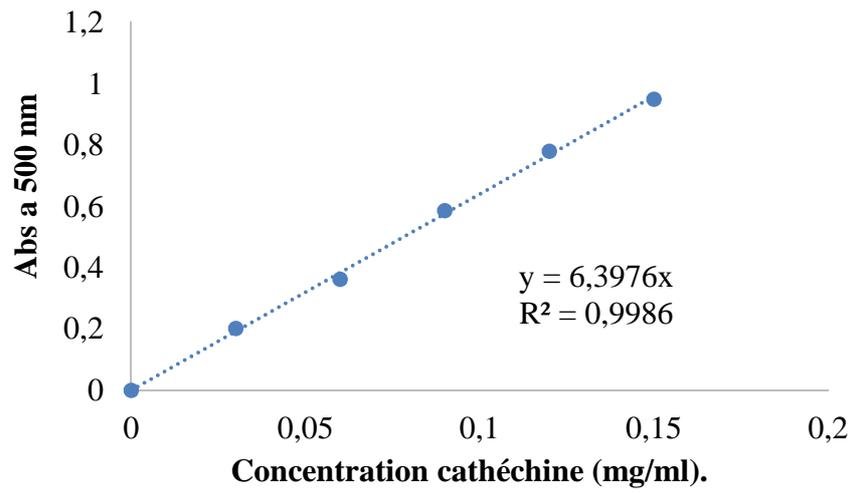


Figure 3 : courbe étalonnage de dosage des tanins condensés.

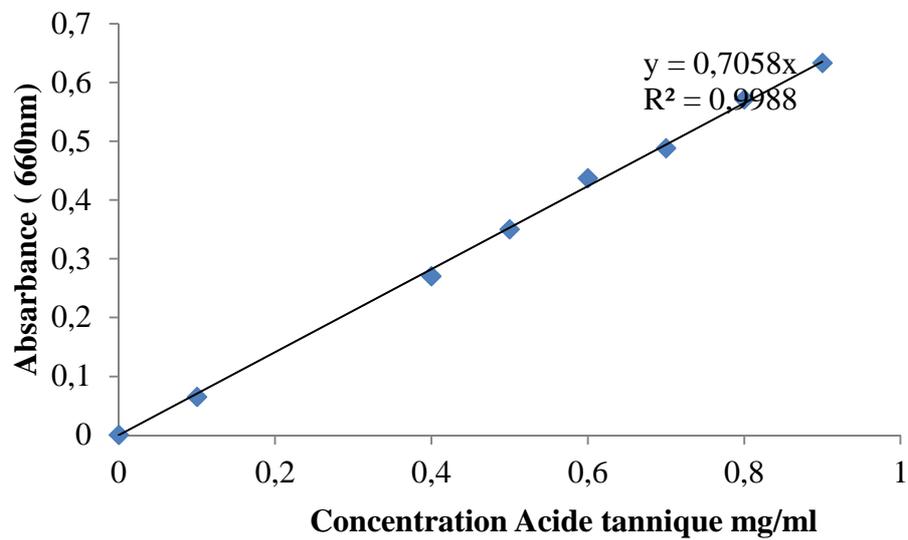


Figure 4 : courbe étalonnage de dosage des tanins hydrolysables.

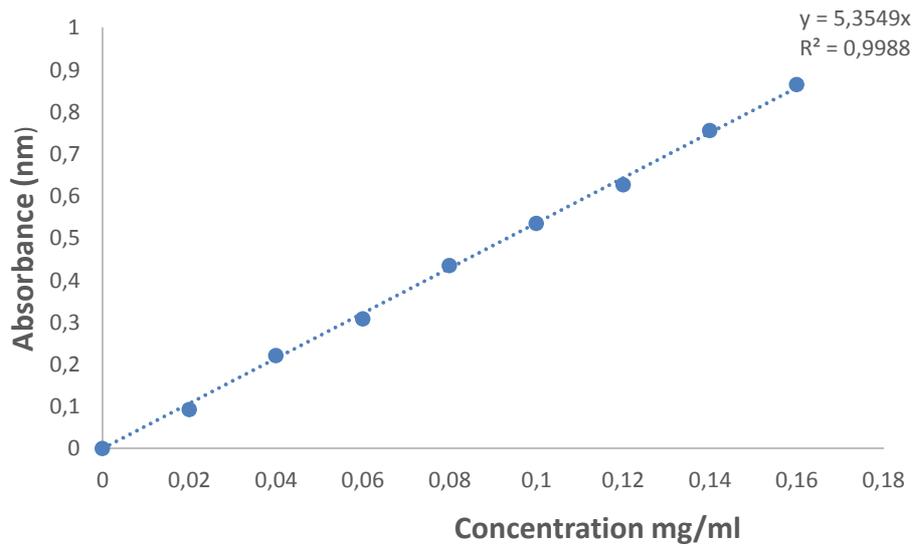


Figure 5 : courbe étalonnage d'acide ascorbique.

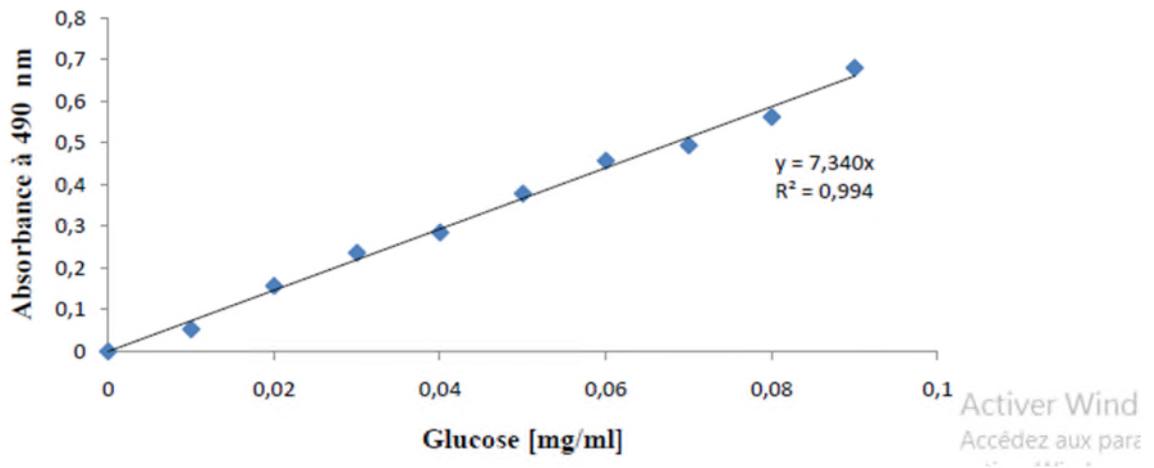


Figure 6 : courbe d'étalonnage de dosage des sucres.

Annexe 3

Résultats des analyses statistiques de l'activité antiradicalaire par le logiciel

STATISTICA :

Capacité de rétention d'eau (CRE)

Univariate Tests of Significance for CRE (adstudy.sta)					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	69169,00	1	69169,00	138338,0	,000007
ECH	4,00	1	4,00	8,0	,105573
Error	1,00	2	,50		

LSD test; variable CRE (adstudy.sta)			
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,50000, df = 2,0000		
Cell No.	ECH	CRE Mean	1
2	PNT	130,5000	****
1	PT	132,5000	****

CRH

Univariate Tests of Significance for CRH (adstudy.sta)					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	69169,00	1	69169,00	138338,0	,000007
ECH	4,00	1	4,00	8,0	,105573
Error	1,00	2	,50		

LSD test; variable CRH (adstudy.sta)			
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,50000, df = 2,0000		
Cell No.	ECH	CRH Mean	1
2	PNT	130,5000	****
1	PT	132,5000	****

La solubilité

Univariate Tests of Significance for SOLUBILI (adstudy.sta)					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	63037,50	1	63037,50	63037,50	,000000
ECHAN	13,50	1	13,50	13,50	,021312
Error	4,00	4	1,00		

LSD test; variable SOLUBILI (adstudy.sta)				
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,0000, df = 4,0000			
Cell No.	ECHAN	SOLUBILI Mean	1	2
1	T	101,0000	****	0,00
2	NT	104,0000		0,00

Gonflement

Univariate Tests of Significance for GONFLEM (adstudy.sta)					
Suite...		Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	70633.50	1	70633.50	70633.50	.000000
ECHAN	13.50	1	13.50	13.50	.021312
Error	4.00	4	1.00		

LSD test; variable GONFLEM (adstudy.sta)					
Suite...		Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = 1,0000, df = 4,0000			
Cell No.	ECHAN	GONFLEM Mean	1	2	
1	T	107,0000	****	0,00	
2	NT	110,0000		0,00	

Analyse physico-chimique des poudres

Mesure du pH

LSD test; variable PH (adstudy.sta)					
Suite...		Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = ,66667, df = 4,0000			
Cell No.	ECH	PH Mean	1	2	
1	PT	124,0000	****	0,00	
2	PNT	126,3333		0,00	

Univariate Tests of Significance for PH (adstudy.sta)					
Suite...		Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	94000.17	1	94000.17	141000.2	.000000
ECH	8.17	1	8.17	12.3	.024896
Error	2.67	4	,67		

Mesure de l'acidité titrable

Univariate Tests of Significance for ACIDITE (adstudy.sta)					
Suite...		Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	99330.67	1	99330.67	297992.0	.000000
ECH	0,00	1	0,00	0,0	1,000000
Error	1,33	4	,33		

LSD test; variable ACIDITE (adstudy.sta)					
Suite...		Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = ,33333, df = 4,0000			
Cell No.	ECH	ACIDITE Mean	1		
2	PNT	128,6667	****		
1	PT	128,6667	****		

Degrés de brix

Univariate Tests of Significance for BRIX (adstudy.sta)					
Suite... Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	73,50000	1	73,50000	--	--
ECHA	1,50000	1	1,50000	--	--
Error	0,00000	4	0,00000		

D test; variable BRIX (new statistica.sta)			
Suite... Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1734,0, df = 4,0000			
Il No.	ECHA_TYP	BRIX Mean	1
	PNT	72,0000	****
	PT	105,0000	****

Densité apparente (DA)

Univariate Tests of Significance for DA (adstudy.sta)					
Suite... Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	78661,50	1	78661,50	235984,5	,000000
ECHA_TYP	4,17	1	4,17	12,5	,024110

LSD test; variable Y_POLYP (new statistica.sta)					
Suite... Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,33333, df = 4,0000					
Cell No.	ECHA_TYP	Y_POLYP Mean	1	2	
1	M	113,6667	****		0,00
2	BHT	115,3333			0,00

Activité antiradicalaire DPPH

Univariate Tests of Significance for DPPH (adstudy.sta)					
Suite... Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	128773,5	1	128773,5	386320,5	,000000
ECH	4,2	1	4,2	12,5	,024110
Error	1,3	4	,3		

LSD test; variable DPPH (adstudy.sta)				
Suite... Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,33333, df = 4,0000				
Cell No.	ECH	DPPH Mean	1	2
1	PT	145,6667	****	0,00
2	PNT	147,3333		0,00

Pouvoir de chélation de fer ferreux

Univariate Tests of Significance for FER_FRX (adstudy.sta)					
Suite... Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	148837,5	1	148837,5	148837,5	,000000
ECH	13,5	1	13,5	13,5	,021312
Error	4,0	4	1,0		

LSD test; variable FER_FRX (adstudy.sta)				
Suite... Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,0000, df = 4,0000				
Cell No.	ECH	FER_FRX Mean	1	2
	M	156,0000	****	0,00
	EDTA	159,0000		0,00

Partie Yaourt

Détermination de PH

Multivariate Tests of Significance (new statistica.sta)							
Suite...		Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p	
Intercept	Wilks	,666667	125000	4	1	952579	
ECHA_TYP	Wilks	,111111	2,00000	4	1	481481	

LSD test; variable PH_J1 (new statistica.sta)					
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,66667, df = 4,0000			
Cell No.	ECHA_TYP	PH_J1 Mean	1	2	
1	Y blanc	102,6667	****	0,00	
2	Y mucila	105,0000		0,00	

LSD test; variable PH_J7 (new statistica.sta)					
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,0000, df = 4,0000			
Cell No.	ECHA_TYP	PH_J7 Mean	1	2	
1	Y blanc	106,0000	****	0,00	
2	Y mucila	109,0000		0,00	

LSD test; variable PH_J21 (new statistica.sta)				
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 10,667, df = 4,0000		
Cell No.	ECHA_TYP	PH_J21 Mean	1	
1	Y blanc	104,3333	****	
2	Y mucila	107,0000	****	

LSD test; variable PH_J14 (new statistica.sta)				
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,0000, df = 4,0000		
Cell No.	ECHA_TYP	PH_J14 Mean	1	2
1	Y blanc	107,0000	****	0,00
2	Y mucila	110,0000		0,00

LSD test; variable PH_J_28 (new statistica.sta)				
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 5,6667, df = 4,0000		
Cell No.	ECHA_TYP	PH_J_28 Mean	1	
1	Y blanc	104,6667	****	
2	Y mucila	109,0000	****	

Synérèse

Multivariate Tests of Significance (adstudy.sta)							
Suite...		Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p	
Intercept	Wilks	,000005	47286,38	4	1	,003449	
ECH	Wilks	,127158	1,72	4	1	,512217	

LSD test; variable SYN_J1 (adstudy.sta)				
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 2892,5, df = 4,0000		
Cell No.	ECH	SYN_J1 Mean	1	
1	Y blanc	78,26667	****	
2	Y mucila	87,00000	****	

LSD test; variable SYN_J7 (adstudy.sta)				
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1426,7, df = 4,0000		
Cell No.	ECH	SYN_J7 Mean	1	
2	Y mucila	88,6667	****	
1	Y blanc	116,0000	****	

LSD test; variable SYN_J14 (adstudy.sta)					
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,66667, df = 4,0000			
Cell No.	ECH	SYN_J14 Mean	1	2	
1	Y blanc	114,0000	****	0,00	
2	Y mucila	116,6667		0,00	

LSD test; variable SYN_J21 (adstudy.sta)				
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 26,667, df = 4,0000		
Cell No.	ECH	SYN_J21 Mean	1	
1	Y blanc	51,00000	****	
2	Y mucila	57,66667	****	

LSD test; variable SYN_J28 (adstudy.sta)				
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 148,67, df = 4,0000		
Cell No.	ECH	SYN_J28 Mean	1	
1	Y blanc	76,00000	****	
2	Y mucila	99,66667	****	

Acidité

Multivariate Tests of Significance (adstudy.sta)						
Suite...		Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	,000000	531855,4	4	1	,001028
ECH	Wilks	,004974	50,0	4	1	,105616

LSD test; variable ACID_J1 (adstudy.sta)					
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,83333, df = 4,0000			
Cell No.	ECH	ACID_J1 Mean	1	2	
1	Y blanc	107,3333	****	0,00	
2	Y mucila	110,6667		0,00	

LSD test; variable ACID_J7 (adstudy.sta)				
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,66667, df = 4,0000		
Cell No.	ECH	ACID_J7 Mean	1	
1	Y blanc	112,0000	****	
2	Y mucila	113,3333	****	

LSD test; variable ACID_J14 (adstudy.sta)				
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,6667, df = 4,0000		
Cell No.	ECH	ACID_J14 Mean	1	
1	Y blanc	109,0000	****	
2	Y mucila	111,3333	****	

LSD test; variable ACID_J21 (adstudy.sta)

Suite... Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = 3,6667, df = 4,0000

Cell No.	ECH	ACID_J21 Mean	1
1	Y blanc	46,00000	****
2	Y mucila	47,33333	****

LSD test; variable ACID_J28 (adstudy.sta)

Suite... Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,33333, df = 4,0000

Cell No.	ECH	ACID_J28 Mean	1
1	Y blanc	106,6667	****
2	Y mucila	107,6667	****

Degré de brix

Univariate Tests of Significance for BRIX (adstudy.sta)

Suite... Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	294,0000	1	294,0000	--	--
ECH	6,0000	1	6,0000	--	--
Error	0,0000	4	0,0000		

Humidité

Univariate Tests of Significance for HUMIDITE (adstudy.sta)

Suite... Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	111793,5	1	111793,5	111793,5	,000000
ECH	13,5	1	13,5	13,5	,021312
Error	4,0	4	1,0		

LSD test; variable HUMIDITE (adstudy.sta)

Suite... Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = 1,0000, df = 4,0000

Cell No.	ECH	HUMIDITE Mean	1	2
1	Y blanc	135,0000	****	0,00
2	Y mucila	138,0000		0,00

Dosage des sucres

Univariate Tests of Significance for SUCRE (adstudy.sta)

Suite... Sigma-restricted parameterization
Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	105625,0	1	105625,0	211250,0	,000005
ECH	4,0	1	4,0	8,0	,105573
Error	1,0	2	,5		

LSD test; variable SUCRE (adstudy.sta)

Suite... Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,50000, df = 2,0000

Cell No.	ECH	SUCRE Mean	1
1	t	161,5000	****
2	nt	163,5000	****

La densité

Univariate Tests of Significance for DENSITE (adstudy.sta)					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	84253,50	1	84253,50	24,89025	,007549
ECH	3037,50	1	3037,50	,89734	,397135
Error	13540,00	4	3385,00		

LSD test; variable DENSITE (adstudy.sta)			
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 3385,0, df = 4,0000		
Cell No.	ECH	DENSITE Mean	1
2	Y mucila	96,0000	****
1	Y blanc	141,0000	****

Dénombrement (Suivie des probiotique)

Multivariate Tests of Significance (adstudy.sta)						
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	,000047	84253,50	1	4	,000000
ECH	Wilks	228571	13,50	1	4	,021312

LSD test; variable PROB_J1 (adstudy.sta)				
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,0000, df = 4,0000			
Cell No.	ECH	PROB_J1 Mean	1	2
1	Y blanc	117,0000	****	0,00
2	Y mucila	120,0000		0,00

LSD test; variable PROB_J14 (adstudy.sta)				
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,0000, df = 4,0000			
Cell No.	ECH	PROB_J14 Mean	1	2
1	Y blanc	122,0000	****	0,00
2	Y mucila	125,0000		0,00

LSD test; variable PROB_J28 (adstudy.sta)				
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,0000, df = 4,0000			
Cell No.	ECH	PROB_J28 Mean	1	2
1	Y blanc	119,0000	****	0,00
2	Y mucila	122,0000		0,00

Résumé

Moringa oleifera est décrite dans la littérature comme une plante d'intérêt nutritionnel et médicinal, Le présent travail a pour but de déterminer la composition chimique globale de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* et leur propriétés fonctionnelles. D'autre part étudier l'effet prébiotique des poudres des feuilles de *Moringa oleifera* étudiées en utilisant le yaourt.

Les résultats obtenus dans ce travail ont montré une composition riche et variée en métabolites secondaires. L'activité antioxydant des extraits de mucilage a été étudiée en évaluant leur capacité à inhiber le radical DPPH (84.72%) mesurant leur pouvoir réducteur (1.46%), et déterminant le pourcentage de chélation du fer ferreux (42.76%) .Pour suivre l'évaluation de l'effet prébiotique du mucilage brut de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* sur la viabilité des Probiotiques. En présence du mucilage de poudre de feuilles de *Moringa oleifera* traduit l'activité des microorganismes présents dans le milieu, les bactéries sont plus actives comme en témoigne la production d'acide lactique.

Most clé: *Moringa oleifera*, propriétés fonctionnelles, Activité antioxydant, prébiotique, prébiotique, mucilage.

Abstract

Moringa oleifera is described in the literature as a plant of nutritional and medicinal interest. The present work aims to determine the overall chemical composition of the powder of *Moringa oleifera* leaves and their functional properties. On the other hand study the prebiotic effect of the powders of *Moringa oleifera* leaves studied using yoghurt. The results obtained in this work showed a rich and varied composition of secondary metabolites. The antioxidant activity of yoghurt extracts was studied by evaluating their ability to inhibit the DPPH radical (84.72%) by measuring their reducing power (1.46%) and determining the percentage of ferrous iron chelation (42.76%) To follow the evaluation of the prebiotic effect of the raw mucilage of *Moringa oleifera* leaf powder on the viability of Probiotics. In the presence of the mucilage of *Moringa oleifera* leaf powder, the activity of the microorganisms present in the medium, the bacteria are more active as evidenced by the production of lactic acid.

Most key: *Moringa oleifera*, functional properties, Antioxidant activity, prebiotic, prebiotic, mucilage.