

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

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

Effet de la torréfaction sur les paramètres physico-chimiques et les activités biologiques (prébiotique, antioxydant et anti-inflammatoire) des yaourts brassés élaborés à base de poudre des feuilles de *Moringa oleifera*

Présenté par :

KORICHI Amina & LAZHARI Thiziri

Soutenu le :02 juillet 2019

Devant le jury composé de :

Mme. OUKIL.N
Mme. BOUDJOU.S
Mme. BRAHML.N

MCA
MCB
MCB

Présidente
promotrice
Examinatrice

Année universitaire : 2018 / 2019

Remerciement

Nous tenons à remercier Dieu, notre créateur pour avoir donné la force et le courage pour accomplir ce travail.

Nos très chères belles familles et plus particulièrement nos parents. Qui nous soutenu durant nos études.

J'adresse mes plus vifs remerciements à mon encadreur madame BOUDJOU .S de nos avoir encadré pour son suivi, ses conseils et ses précieuses informations tout au long de projet.

Nous remercions également les membres de jurys ainsi les ingénieurs de laboratoire

Un grand merci également à tous ceux qui ont contribué de presou de loin à la réalisation de ce travail accepte notre sincère remerciement.

Dédicaces

Avec ma gratitude et tout mon amour, Je dédie ce modeste travail

*À mes chers parents, en témoignage de ma reconnaissance pour leur patience,
leur sacrifice et leur soutien indéfectible tout au long de mes études.*

Que dieu leur projeter

A tout ma famille korichi et Rabaoui .

À mes chers frères : Mohamad et Rayan

Et mes chers

soeurs :Nadiaia .Sofi ,Liza ,Fatima ,Nawale et Imane

À mes adorables amies :

Tiziri ,Badoura ,Linda ,Yassmine ,Hamza ,et Walid et Lina

En particulièrement ma copine Basma et mon faïencier Nassim.

À toute ma promotion de M2 PTL.

À tous ceux que j'apprécie et je n'ai pas mentionné mais que je n'ai pas oublié.

AMINA .K

Dédicaces

Avec ma gratitude et tout mon amour, Je dédie ce modeste travail
À mes chers parents, en témoignage de ma reconnaissance pour leur patience,
leur sacrifice et leur soutien indéfectible tout au long de mes études.

Que dieu les projeter

A tout ma famille LAZHARI et TALBINE .

À mes chers frères : MAHREZ et BILAL

Et ma chère sœur : Kenza

À mes adorables amies :

Amina, Badoura ,yassmine , Zahra, Sonia,Ouardia,Amel , hamza et Walid

En particulièrement mes cousine Célia et Touas

À toute ma promotion de PTL M2.

À tous ceux que j'apprécie et je n'ai pas mentionné mais que je n'ai pas oublié.

THIZIRI .L

Table de matière

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....01

Synthèse Bibliographique

I. Généralité sur <i>Moringa Oleifera</i>	03
I.1. Origine et répartition de <i>Moringa Oleifera</i>	03
I.2. Composition chimique et la valeur nutritionnelle des feuilles du <i>Moringa Oleifera</i>	03
I.3. Domaines d'utilisation des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	05
I.3.1. Alimentation.....	05
I.3.2. Médicales.....	05
I.3.3. Industrielle.....	06
I.3.4. Autres utilisations.....	06
II. Les probiotiques et prébiotiques.....	07
II.1. Définition de probiotique.....	07
II.1.2. Les souches à action probiotique	07
II.1.3 Effets bénéfiques des probiotiques.....	08
II.2. La définition des prébiotique.....	09
II.2.1. Types de prébiotiques	09
II.2.3. Effet bénéfique des prébiotiques.....	11
II.3. Les symbiotiques.....	11
II.3.1. les effets bénéfiques des symbiotiques.....	12
III.1. Les composés phénoliques.....	13
III.1.1. Définition	13
III.1.2. Classification.....	13
III.1.3. Activités biologiques des polyphénols.....	15
III.2. Activité antioxydant.....	16
III.2.1. Antioxydants.....	16
III.3. Activité anti-inflammatoire	17
III.3.1. Les anti-inflammatoires.....	17
III.3.2. Les Anti-inflammatoires d'origine végétale.....	18

Partie expérimentale

IV. Matériels et Méthodes.....	19
IV.1. Matériel végétal.....	19
IV.1.1. Origine et provenance des échantillons.....	19
IV.1.2. Préparation des échantillons.....	19
IV.2. Les Propriétés fonctionnelles de la poudre torréfié et non torréfi.....	20
IV.2.1. Capacité de rétention d'eau et d'huile (CRE et CRH).....	20
IV.2.2. Capacité de gélification.....	21
IV.2.3. La solubilité et le gonflement.....	21
IV.2.4. La capacité émulsifiante.....	22
IV.3. Analyse physico-chimique des poudres.....	22
IV.3.1. Mesure du PH.....	22
IV.3.2. Mesure de l'acidité titrable.....	22
IV.3.3. La matière sèche.....	23
IV.3.4. Le brix.....	24
IV.3.5. Densité apparente.....	24
IV.4. Préparation de yaourt Brassé.....	24
IV.5. Analyses physico-chimiques du yaourt.....	26
IV.5.1. Mesure du PH.....	26
IV.5.2. Détermination de l'acidité.....	26
IV.5.3. La synérèse.....	26
IV.5.4. Brix ou Taux de sucre.....	27
IV.5.5. La densité de yaourt.....	27
IV.5.6. Détermination de la Matière sèche.....	27
IV.5.7. Teneur en sucres totaux.....	27
IV.5.7.1. Extraction.....	27
IV.5.7.2. Dosage.....	28
IV.5.8. Dénombrement des probiotiques de yaourt.....	28
IV.6. Composés phénoliques et activité antioxydant.....	28
IV.6.1. Extraction des composés phénoliques.....	28
IV.6.2. Dosage des polyphénols totaux solubles.....	28
IV.6.3. Dosages des tanins condensés.....	29
IV.6.4. Dosages des flavonoïdes.....	29
IV.7. Activités antioxydants des différents extraits.....	30

IV. 7 .Pouvoir réducteur.....	30
IV.7.1. Réduction du chlorure ferrique.....	30
IV.7.2. Phospho molybdate d’ammonium.....	31
IV.8.Evaluation de l’activité anti-inflammatoire.....	32
IV.9.Analyses microbiologique.....	32
IV.10.Analyses sensorielle.....	33
IV.11. Analyse statistique.....	34
V. Résultats et discussion.....	35
V.1.Propriétés fonctionnelles des poudres.....	35
V.1.1. La capacité de rétention d’eau (CRE) et de rétention d’huile (CRH).....	35
V.1.2. La capacité émulsifiante des poudres.....	36
V.1.3. La capacité de solubilité et de gonflement des poudres.....	37
V.1.4. La capacité de gélification des poudres.....	38
V.2.Propriété physicochimique des poudres.....	38
V. 3. Analyses physico-chimique du yaourt.....	40
V. 3.1. Suive de yaourt.....	42
V.3.1.1. PH des yaourts au cours du stockage.....	42
V.3 .1.2.L’acidité des yaourts au cours du stockage.....	42
V.3.1.3.Le taux de synérèse au cours du stockage.....	43
V.3.2.Suivie de la viabilité du probiotique dans les différents yaourts.....	43
V.4.Composés antioxydant phénoliques et activité.....	44
V.4. 1.Teneur en composés phénolique.....	44
V.4.1.1.Teneur en phénols totaux.....	44
V.4.1.2.Teneur en flavonoïdes.....	45
V.4.1.3.Teneur en tannins.....	45
V.4.2. Activité antioxydant.....	46
V.4.2.1 : Réduction du fer ferrique.....	46
V.4.2.2.Réduction du phosphomolybdate.....	47
V.4. 3. Activité anti-inflammatoire	49
V.5.Qualité microbiologique des yaourts.....	50
V.6.Analyse sensorielle	51
V.6.1Caractérisation des produits.....	51
V.6.2. Pouvoir discriminant par descripteur.....	51
V.6.3.Coefficient des modèles.....	52

V.6.4.Moyenne ajustée par produits.....	53
V.6.5.Cartographie des préférences.....	54
V 6.6. Analyse en composantes principales (ACP).....	54
V.6.7.Classification Ascendance Hiérarchique (CAH).....	55
V.6.8.Synthèse de mapping des préférences	56
V.6.9.Courbe de niveau et carte des préférences.....	56
Discussion générale.....	58
Conclusion.....	60

Listes des figures

Figure N°1 : utilisation de <i>moringa</i> dans le demain alimentaire.....	05
Figure N°2 : les principaux effets bénéfiques attribués aux probiotiques.....	08
Figure N° 3 : Structure chimique de GOS.....	10
Figure N°4 : Structure de l'inuline.....	10
Figure N°5 : Structure de FOS.....	10
Figure N°6 : structures chimiques des différents acides phénoliques.....	13
Figure N°7 : Structure de base des flavonoïdes.....	14
Figure N°8 : Structure générale d'un tannin condensé.....	14
Figure N°9 : Structure d'un tannin hydrolysable.....	15
Figure N°10 : photographié des poudres avec et sans torréfaction	19
Figure N°11 : Protocole de détermination la CRE et CRH.....	20
Figure N°12 : Protocole de capacité de gélification.....	21
Figure N°13 : protocole de détermination de la solubilité.....	21
Figure N°14 : protocole de détermination de pouvoir émulsifiant des poudres.....	22
Figure N°15 : : Protocole de mesure de l'acidité titrable.....	23
Figure N°16 : Protocole de la matière sèche de la poudre.....	23
Figure N°17 : Protocole de détermination de la densité de la poudre.....	24
Figure N°18 : diagramme de fabrication de yaourt brassé préparés.....	25
Figure N°19 : Protocole de mesure de la synérèse	26
Figure N°20 : : protocole d'extraction des sucres.....	27
Figure N°21 : protocole de dosage des sucres totaux.....	28
Figure N°22 : Protocole de dosage des phénols totaux solubles.....	29
Figure N°23 : Protocole de dosage des tanins condensés.....	29
Figure N°24 : protocole de dosage des flavonoïdes.....	30
Figure N°25 : Protocole de mesure du pouvoir réducteur du fer.....	30
Figure N°26 : protocole de test du phospho molybdate d'ammonium	31
Figure N°27 : capacité de rétention d'eau (CRE).....	35
Figure N°28 : capacité de rétention d'eau (CRH)	36
Figure N° 29 : : capacité d'émulsifiante des poudres.....	36
Figure N° 30 : capacité de solubilité des poudres.....	37
Figure N°31 : capacité de gonflement des poudres.....	37
Figure N°32 : propriétés physico-chimiques des différentes poudres étudiées.....	39

Figure N° 33 : Analyses physico-chimiques du yaourt	40
Figure N°34 : Teneur en sucres totaux des différents yaourts préparés.....	41
Figure N°35 : Evolution du PH au cours du stockage.....	42
Figure N°36 : Acidité des différents yaourts	42
Figure N°37 : Taux de synérèse de yaourt.....	43
Figure N°38 : variation du probiotique (Bb12) de yaourt au cours de stockage.....	44
Figure N°39 : teneur en phénols totaux.....	45
Figure N°40 : teneur en flavonoïdes.....	46
Figure N°41 : teneur en tanins condensé	46
Figure N°42 : pouvoir réducteur du fer ferrique des extraits des yaourts à différentes concentrations.....	47
Figure N°43 : Pouvoir réducteur du fer ferrique de BHA, BHT et vit E à différentes concentrations.....	47
Figure N°44 : Pouvoir réducteur du phosphomolybdate des extraits des yaourts à différentes concentrations	48
Figure N°45 : Pouvoir réducteur du phosphomolybdate de BHA, BHT et vit E à différentes concentrations.....	48
Figure N°46 : Pourcentages d'inhibition de la dénaturation de BSA par les extraits analysés.....	49
Figure N°47 : :Pourcentages d'inhibition de la dénaturation de l'albumine par Le diclofenac et celebrex.....	49
Figure N°48 : Pouvoir discriminant par descripteur	
Figure N°49 : Coefficients des modèles des échantillons de yaourt brassé.....	52
Figure N°50 : Corrélacion entre les variables	54
Figure N°51 : Profil des différentes classes créées.....	55
Figure N°52 : Courbe des niveaux et carte des préférences.....	57

La liste des tableaux :

Tableau N°I : Composition moyenne des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	03
Tableau N°II : Espèces connues de probiotiques.....	07
Tableau N°III : Principaux prébiotiques commercialisés	09
Tableau N°IV : Exemples d'études sur les effets bénéfiques des symbiotiques	12
Tableau N°V : Activités biologiques des composés phénoliques	15
Tableau N°VI : Localisation et fonction des antioxydants enzymatique et non enzymatique	16
Tableau N°VII : classification des différents anti-inflammatoires	17
Tableau N°VIII : Dénombrement et recherche des bactéries dans le yaourt	33
Tableau N°IX : Résultats des IC50 pour le test du pouvoir réducteur du fer ferrique	47
Tableau N°X : Résultats des IC50 pour le test du pouvoir réducteur phosphomolybdate d'ammonium.....	49
Tableau N°XI : Résultats des IC50 pour l'inhibition de la dénaturation de la BSA par les extraits et standards testés.....	50
Tableau N°XII : Résultats des analyses microbiologiques des échantillons.....	50
Tableau N°XIII : Moyennes ajustées par produit pour les sujets experts.....	53

Introduction

La nature est pleine de ressources aux vertus bénéfiques pour l'homme .en plus de son alimentation ,il se trouve des substances actives qui procurent un bienfait à son organisme .la médecine traditionnelle et plus particulièrement les traitements à base de plantes étaient bien développés en Algérie ,mais le recours à la médecine conventionnelle est à l'origine d'un délaissement de ces pratiques ancestrales qui risquent de tomber dans l'oubli (**Rebbas et al .,2012**) . Les plantes ont toujours été vitales pour l'homme. Elles sont très bénéfiques spécialement dans les pays qui souffrent de pauvreté et de la malnutrition (**Pothitirat et Gritsanapan, 2009**). Et élaborent diverses substances appelées métabolites secondaires qui représentent une source importante d'antioxydants et de produits actifs naturels. Ces derniers sont pour la plupart utilisés actuellement comme additifs dans les aliments fonctionnels ou comme composants bioactifs dans les préparations pharmaceutiques (**Naczk et Shahidi, 2004**).

Moringa oleifera est une plante comestible .une grande variété de vertus nutritionnelles et médicinales ont été attribuées à ses racines, son écorce, ses feuilles, ses fleurs, ses fruits et ses graines (**Ramachandran et al . ,1980 ; Anwar et al . ,2007 ; kumar et al.2010**). Des analyses photochimiques ont montré que ses feuilles particulièrement sont riches en potassium ,calcium, phosphore ,fer, vitamines A et D, acides aminés essentiels, ainsi que des antioxydants connus tels que les le β -carotène, la vitamine C et les composées phénoliques (**Bennett et al .,2003 ;Aslam et al. , 2005 ;ManguroLemmen ,2007;Amaglo et al. ,2010 ;Gowrishankaret .al . ,2010**).Ces composés peuvent réduire l'absorption intestinale du cholestérol alimentaire(**Lin et al .2010**).*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**).

Le yaourt est un produit laitier populaire qui fournit des quantités importantes de substances nutritives. Il a été associé à une large gamme d'effets positifs sur la santé. La qualité sensorielle du yaourt est l'un des facteurs les plus importants qui influence sur le choix des consommateurs (**Bruzzone F et al., 2013**). Dans le marché, sont présentés divers types de yaourts qui sont supplémentés de différents ingrédients répartis en fruits et en légumes secs.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail qui vise à élaborer un yaourt incorporé de poudre de *Moringa oleifera*. L'enrichissement des yaourts par les antioxydants naturels est

très peu documenté. De ce fait, une stratégie d'incorporation de poudre dans ce type de produit laitier peut s'avérer bénéfique pour l'amélioration de la qualité du produit, vu l'impact positif des interactions entre les molécules des antioxydants et les protéines lactières.

Par conséquent, pour réaliser cette étude deux parties vont être traitées:

La première porte sur une synthèse bibliographique qui va nous permettre d'avoir un aperçu sur les échantillons choisis dans cette étude, les prébiotiques et probiotiques et aussi composés phénols et leurs activités biologiques.

La deuxième sur la partie pratique qui traite :

- L'effet de la torréfaction sur la composition physico-chimiques la poudre des feuilles de *Moringa oleifera*. Et ses propriétés fonctionnelles
- Elaboration de yaourt brassé à base de poudre de *Moringa Oleifera* torréfiée et non torréfiée et détermination des paramètres physico-chimiques et fermentaires des différents yaourts préparés aux cours de stockage, des analyses microbiologiques et sensorielles ont été effectués sur les mêmes yaourts, également évaluation de l'activité antioxydant et anti inflammatoire des extraits phénoliques des yaourts préparés.

I. Généralité sur *Moringa Oleifera*

I.1. Origine et répartition de *Moringa Oleifera*

Moringa oleifera, arbre originaire d'Inde, est aujourd'hui très largement répandu à travers les tropiques, notamment en Afrique où cette espèce suscite de plus en plus d'intérêt auprès des ONG, des scientifiques et même des entrepreneurs. La qualité nutritionnelle de ses feuilles, très riches en vitamines, minéraux et protéines, fait naître actuellement un nombre important d'initiatives en Afrique, en Europe et aux Etats-Unis, dans les domaines de la nutrition et de la diététique (Sain Saveur et Broin, 2006). 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), maintenant cette espèce est disponible dans le désert Algérien. Egalement appelé arbre de vie ou arbre du paradis (Irénee Modeste Bidima, 2016).

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

I.2. Composition chimique et la valeur nutritionnelle des feuilles du *Moringa Oleifera*

Plusieurs travaux ont mis en évidence les qualités nutritionnelles exceptionnelles des feuilles de *M. oleifera*, qui sont utilisées dans l'alimentation en raison de leur richesse en protéines, vitamines (A, B, C, E) et sels minéraux (Ca, K, Mg, P, Fer, Zn, Se, Cu, Mn, Na, Cl) (Atakpama *et al.*, 2014). Elle possède les 10 acides aminés et les acides gras essentiels (Fuglie, 2001 ; Mhora *et al.*, 2004 ; Broin, 2005).

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

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.3. Domaines d'utilisation des feuilles de *Moringa oleifera*

M. oleifera est qualifié comme un arbre de vie ou arbre miraculeux (Fuglie, 2001 ; Olson, 2001), du fait elle est cultivée dans tous les zones tropicales pour ses nombreuses usages, ses bienfaits qui sont nutritionnels, médicinaux, cosmétiques et même industriel.

I.3.1. Alimentation

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

La poudre des graines sèches est utilisé pour assaisonner les sauces tandis que la poudre des racines de jeunes plantes peut servir à relever l'assaisonnement (Foidl *et al.*, 2001)



Figure N°1 : utilisation de *moringa* dans le domaine alimentaire

I.3.2. Médicales

M. oleifera est utilisée en tant que plante médicinale grâce à sa richesse en composés Antioxydants naturels comme les composés phénoliques, flavonoïdes et vitamines (Vongsak *et al.*, 2013). Traditionnellement, les différentes parties de *M. oleifera* sont utilisées pour traiter plus de 300 maladies, cardiovasculaires, gastro-intestinales et hématologiques (Morimitsu *et al.*, 2000 ; Anwar *et al.*, 2007 ; Singh *et al.*, 2013). Ses différentes parties sont utilisées dans le traitement contre l'anémie, la perte d'appétit, les douleurs gastriques, l'ulcère d'estomac, la diarrhée, la dysenterie, la colique, la régulation du diabète et de la tension artérielle (Nweze *et al.*, 2014).

I.3.3. Industrielle

Grâce à ses propriétés, l'huile de *Moringa oleifera* est utilisée comme lubrifiant dans la machinerie fine (**Asante et al. 2012**) comme l'horlogerie (pour sa faible tendance à se détériorer et devenir rance et collante). 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.3.4. Autres utilisations

Parmi les utilisations de cet arbre, on peut citer, fourrage du bétail (vaches, moutons, chèvres, porc, lapins) et aliment pour les poissons (ex : les carpes), production de biogaz, teinture (de couleur bleue) et tannin pour les peaux de bêtes, fertilisation et prévention de certaines maladies des plantes (ex : *Pythiumdebaryanum*), substance nutritive pour l'appareil foliaire (augmentation du rendement des récoltes de plus de 30%), engrais vert, fabrication de papier, de cordes, etc. (**anonyme ,1**)

Selon **Foidl et al., (2001)**. La poudre des graines de *M oleifera* constitue un flocculant naturel qui peut clarifier les eaux troubles.

II. Les probiotiques et prébiotiques

II.1. Définition des probiotique

D'après la FAO et l'OMS, les probiotiques sont des microorganismes vivants (bactéries ou levures) qui, lorsqu'ils sont consommés en quantité adéquate, produisent un effet bénéfique pour la santé de l'hôte au-delà des effets nutritionnels traditionnels. (**Gordon JI et Klaenhammer TR, 2011; Ravel et al, 2011**).

Ils peuvent être présents ou introduits dans certains aliments (compléments alimentaires) ou encore dans certains médicaments (ex : Lactéol® contenant des *Lactobacillus LB*). 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 (**Spear et al, 2014**).

II.1.2. Les souches à action probiotique

Les probiotiques sont des bactéries bénéfiques qui peuvent se trouver dans divers aliments. (**Holzapfel et al., 2001**). On trouve quatre grands groupes (**tableau N°II**) : les lactobacilles, les bifidobactéries, les bactéries lactiques, les levures et les moisissures.

Tableau N°II: Espèces connues de probiotiques (**Holzapfel et al., 2001**)

Type de probiotiques	Espèces connus	Caractéristiques
<i>Les lactobacilles</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus caseii</i> <i>Lactobacillus salivarius</i>	Capable d'induire une protection vis-à-vis des pathologies inflammatoires intestinales.
<i>Les bifidobactéries</i>	<i>Bifidobacterium animalis</i> <i>Bifidobacterium bifidum</i> <i>Bifidobacterium infantis</i>	Appartiennent à la flore intestinale normale et possèdent une bonne résistance aux sucs gastriques.
<i>Bactéries lactiques</i>	<i>Enterococcus faecalis</i> <i>Lactococcus lactis</i> <i>Leuconostoc mesenteroide</i>	Peuvent être comme agents de la fermentation alimentaire ou agents bénéfiques de la santé

II.1.3 Effets bénéfiques des probiotiques

Plusieurs effets bénéfiques sur la santé ont été associés à la consommation des probiotiques. **La figure N°2** illustre la diversité des effets sur la santé rapportés dans la littérature (**Iaconelli et al, 2005**). L'apport de probiotiques doit être régulier. Les probiotiques sont souvent considérés comme des aliments fonctionnels ou des compléments alimentaires, mais pas comme des médicaments.

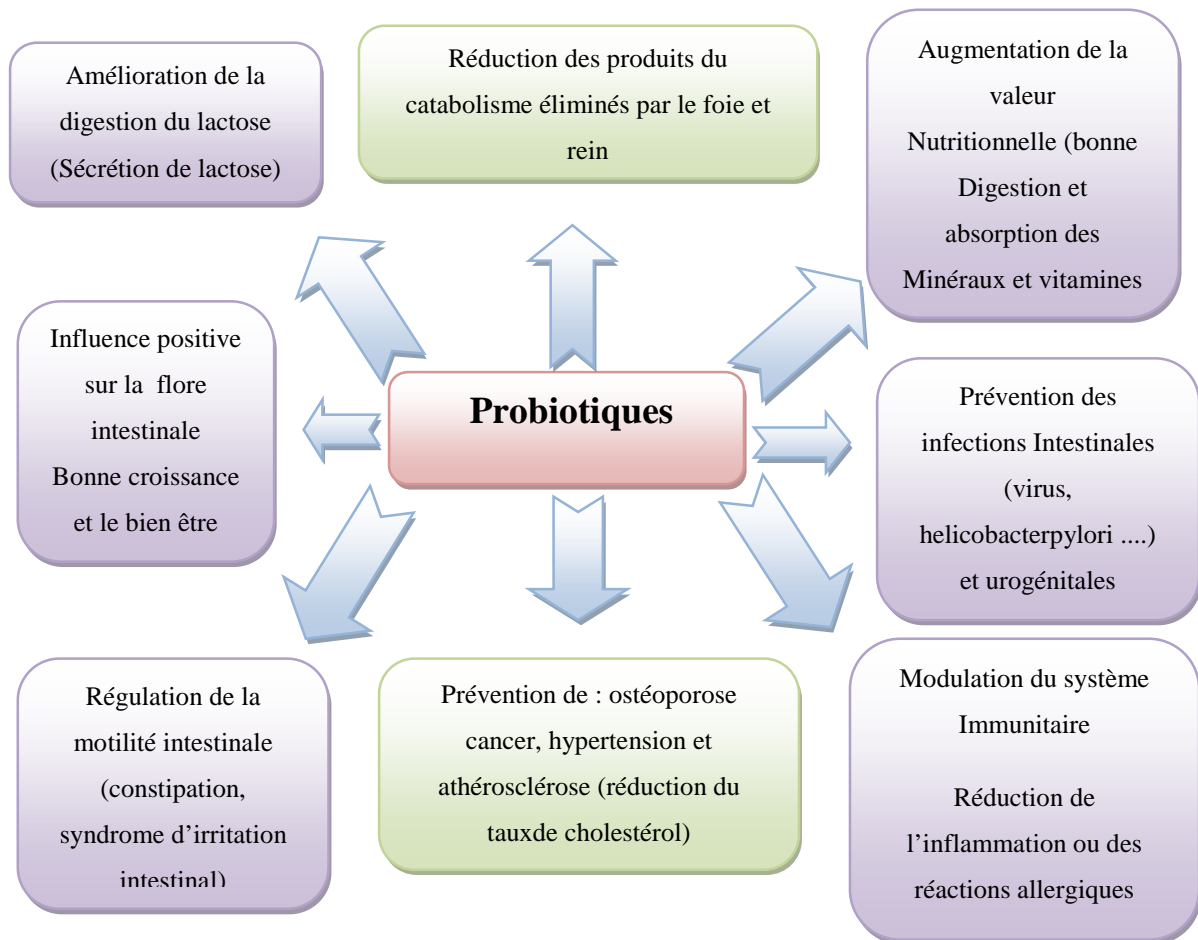


Figure N°2 : les principaux effets bénéfiques attribués aux probiotiques. (**Iaconelli et al., 2005**).

II .2. Définition des prébiotiques

Les prébiotiques sont définis comme ingrédients fermentescibles sélectifs qui permettent des changements spécifiques, à la fois dans la composition et / ou de l'activité de la microflore gastro-intestinale qui confère des avantages sur le bien-être et la santé de l'hôte (**Wongputtisin et Khanongnuch ,2015**). Dire que un ingrédient alimentaire est prébiotique les critères suivant doit être validés (**Wang et Zhang ,2009**). □

- résistance aux différents processus de digestion pour atteindre le colon.
- la fermentation par la microflore intestinale.
- Induire un effet bénéfique pour la santé de l'hôte.
- stimuler de façon sélective les probiotiques.

II.2.1. Types de prébiotiques

Les prébiotiques avérés à ce jour sont tous des glucides et la plupart possède un faible degré de polymérisation à l'exception des amidons résistants (**Afssa, 2005**). (**Tableau N°III**) regroupant les différents prébiotiques avérés et supposés. **AL-Sheraji et al. (2013)** citent que les galacto-oligosaccharides(GOS), fructo-oligosaccharides (FOS) et l'inuline comme étant les prébiotiques les plus communément connus. Les principaux prébiotiques commercialisés sont illustrés dans le **tableau N°III**

Tableaux N°III : Principaux prébiotiques commercialisés (Bodinier et Gourbeyre, 2012).

Prébiotiques	Noms	Structures
Inuline	Raftilose ®	FruFrun + GlcFrun
Fructooligosaccharides	Actilight ®	GlcFrunBeghin
Galactooligosaccharides	Oligomate ®	GlcGaln
Lactulose	MLS50®	GalFru
Oligosaccharides de soja	SoyaOligo	Gal n GlcFru
Isomalto oligosaccharides	IMO 900	Glc n Showa
Gluko oligosaccharides	Bioecolia ®	Glc n
Manno oligosaccharides	BioMOS®	Man n
Xylo oligosaccharides	Xylooligo	Xyl n

- **Galacto-oligosaccharides (GOS)**

GOS sont un mélange d'oligosaccharides tirés du lactose par transglycosylation enzymatique. Le mélange se compose généralement d'oligo-saccharides de tria penta-saccharides avec β -1,6, β -1,3, β -1,4 liaisons, ce qui le rend réfringents à la digestion (Vanema, 2015).

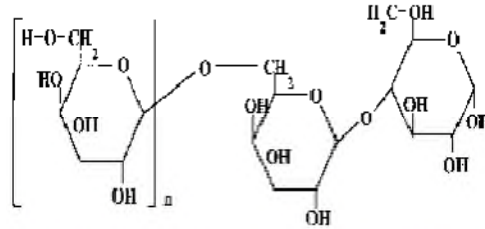


Figure N° 3: Structure chimique de GOS (Martin, 2009).

- **Inuline**

C'est un ensemble de polymère de β -fructose, avec des liaisons de type β (2 1), il s'agit d'un glucide non hydrolysé et non absorbé dans l'intestin grêle, mais qui est dégradé par la flore colique (Mosera *et al.*, 2014).

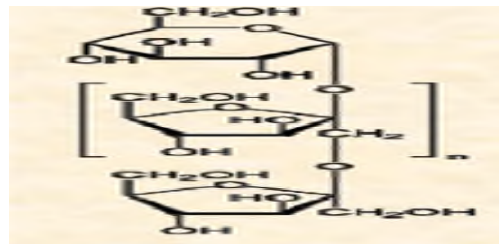


Figure N°4 : Structure de l'inuline (Sako *et al.*, 2011).

- **Fructo-oligosaccharides (FOS)**

Ce sont des polymères de fructose de longueur variable qui peuvent être dérivés de simples polymères de fructose ou d'éléments de fructose attachés à une molécule de saccharose par liaison β -(2 \rightarrow 1) (Corradini *et al.*, 2012). FOS se produisent naturellement dans beaucoup d'aliments communs tels que fruits, légumes, lait et miel (Nobre *et al.*, 2012)

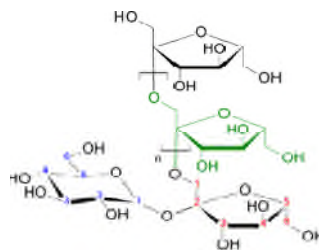


Figure N°5 : Structure de FOS (Martin, 2009).

- **Gluco-oligosaccharides (GI-OS)**

Les GI-OS α -1,2/ α -1,6/ α -1,4 appartiennent à la famille des glucanes. Ces derniers ont des polymères de glucoses liés par différents types de liaisons (α ou β ; 1→4,1→6, 1→2 ou 1→3). Ils peuvent se trouver à l'état naturel sous forme par exemple d'amidon ou de glycogène jouant un rôle de réserve glucidique (**Rousseau, 2004**).

- **Lactulose**

Un disaccharide de galactose et de fructose liés entre eux par une liaison osidique du type O β (1→4). Il est connu pour ses effets laxatifs lorsqu'il est pris à fortes doses (plus de 20g/jour) (**Adrian et al., 2003**).

II.2.3. Effet bénéfique des prébiotiques

Les prébiotiques peuvent exercer un effet sur la barrière immunitaire associée à l'intestin via les acides gras à court chaîne produits par le microbiote. Des effets directs intestinaux et le système des prébiotiques ont néanmoins été décrits : Le GOS peut limiter la fixation de certaines bactéries aux cellules épithéliales en se liant aux récepteurs d'adhésion de ces microorganismes (**Bodinier et Gourbeyre, 2012**).

Autres études ont été réalisées chez l'homme et l'animal montrant des résultats prometteurs quant à l'amélioration de l'absorption des minéraux, en particulier du calcium et du magnésium, qui est favorisée par la production accrue d'acides dans le colon. Cet effet peut influencer de manière positive sur le risque d'ostéoporose et augmenter la résistance des os (**Hulm, 2001 ; Grosdemange, 2014**).

II.3. Les symbiotiques

Les symbiotiques sont définis comme des associations appropriées de probiotiques et de prébiotiques. Ils peuvent avoir chacun des effets indépendants mais peuvent aussi être synergiques, d'où leur intérêt (**WGO, 2008**).

Les prébiotiques stimulent sélectivement la croissance des probiotiques. Par exemple, un produit contenant l'oligo-fructose et une bifidobactérie probiotique est considéré comme un symbiotique. Cependant, lorsque un *Lactobacillus* probiotique est associé à l'oligo-fructose la combinaison ne forme pas un symbiotique (**Schrezenmeier et Vrese, 2001**).

Une étude récente de **Bartosch *et al.* (2005)** réalisée sur un groupe de volontaires âgés (> 62 ans) dont le contenu intestinal en bifidobactéries est fortement réduit par l'âge, a démontré que l'ingestion d'un symbiotique à base de *Bifidobacterium bifidum* BB-02 et *Bifidobacterium lactis* BL-01 (probiotiques) et de l'inuline (prébiotique) a augmenté significativement la taille et la diversité des populations de bifidobactéries dans les matières fécales (**Amroche, 2005**)

II.3.1. les effets bénéfiques des symbiotiques

Peu d'études ont été menées sur les effets bénéfiques des symbiotiques (**Tableau N°IV**) sur la santé

Tableau N°IV : Exemples d'études sur les effets bénéfiques des symbiotiques

Symbiotique	Observations	Références
Inuline + <i>Bifidobacterium Sp.</i>	Augmentation supplémentaire du nombre de bifidobactéries	(Bouhnik <i>et al.</i>, 1997)
<i>B.longum</i> + lactuloseou en inuline	Réduit l'incidence et la taille des foyers de cryptes aberrantes chez des rats contestées avec l'azoxymethane cancérigène	Femia <i>et al.</i>,(2002)
<i>L. acidophilus</i> + 2.5% de Fructo oligosaccharides	- Diminution des taux sériques de cholestérol - Diminution des lipoprotéines de basse densité (LDL)	(Kieran <i>et al.</i>, 2003)
<i>L. acidophilus</i> et <i>B. longum</i> +Fructo oligosaccharides	Amélioration significative du rapport (LDL/HDL) cholestérol.	(Kieran <i>et al.</i>, 2003)

III.1. Les composés phénoliques

III.1.1. Définition

Les polyphénols représentent un groupe de métabolites secondaires complexes, exclusivement synthétisés dans le règne végétal (Macheix *et al.*, 2005; Collin et Crouzet, 2011) ils se trouvent dans les fruits, les légumes, les fleurs, les graines et aussi les herbes où ils contribuent à la couleur et aux propriétés sensorielles telles que l'amertume et l'astringence (Motamed et Texier, 1999; Ojeil *et al.*, 2010), ils sont caractérisés par la présence au moins d'un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester, hétéroside (Brzowska et Hanower, 1976; Bruneton, 2009).

II.1.2. Classification

Les composés phénoliques appartiennent à une famille constituée d'environ de plus de 8000 composés, répartis en différentes classes, qui vont de molécules simples de type phénols à des molécules complexes de types tanins (Dacosta, 2003).

- **Les acides phénoliques ou phénols simples**

Parmi les acides phénoliques, on distingue les dérivés de l'acide benzoïque et ceux de l'acide cinnamique (Collin et Crouzet, 2011).

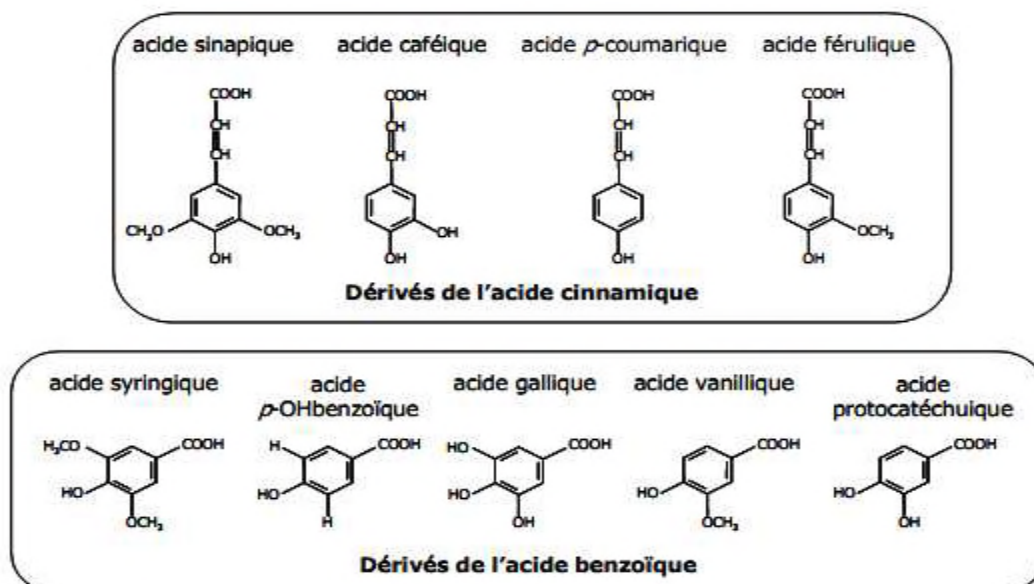


Figure N°6 : Structures chimiques des différents acides phénoliques (Anne-Laure, 2007).

- **Flavonoïdes**

Le terme flavonoïde dérive du latin « *flavus* » qui signifie la couleur « jaune ». Ils peuvent être considérés parmi les agents responsables des couleurs de plantes à côté des chlorophylles et des caroténoïdes (Wichtl et Anton, 2009). Ils englobent une large gamme et diversifiée de dérivés phénoliques hydrosolubles dont la plupart ont une action antioxydant. Ils possèdent la même structure de base (Figure N°7) composée de 15 atomes de carbone formant une structure C6-C3-C6 (2 noyaux aromatiques A et B et un hétérocycle oxygéné C). Ils sont divisés en six sous-catégories: les flavonols; les flavones; les isoflavones; les flavonols (catéchines et proanthocyanidines); les flavanones; les anthocyanidines (Charles et Benbrook, 2005).

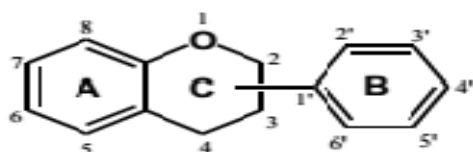


Figure N°7 : Structure de base des flavonoïdes (Tsao, 2010).

- **Les tanins**

Les tanins sont des composés phénoliques de poids moléculaire élevé qui sont produits par le métabolisme secondaire des plantes (Bossu *et al.*, 2006), les tanins sont regroupés en tanins condensés et tanins hydrolysables (Cai *et al.*, 2006)

- **Tannins condensés**

Ce sont des oligomères ou des polymères de flavane-3-ol dérivés de la (+) catéchine ou de ses nombreux isomères (Macheix, 2005). Ils constituent la classe des tannins catéchiques.

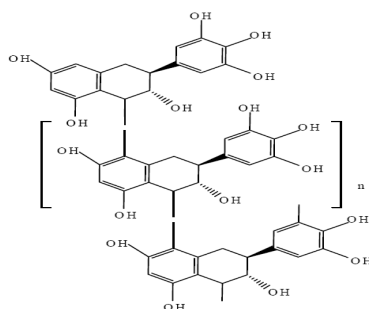


Figure N°8 : Structure générale d'un tannin condensé (Lorenz, 2011).

➤ Les tannins hydrolysables

Ce sont des esters formés d'acide gallique et des molécules de glucose. Ils peuvent être dégradés par hydrolyse chimique (enzymatique) et libérer une partie non phénolique (souvent du glucose) et une partie phénolique (**Sarni-Manchado et Cheynier, 2006**).

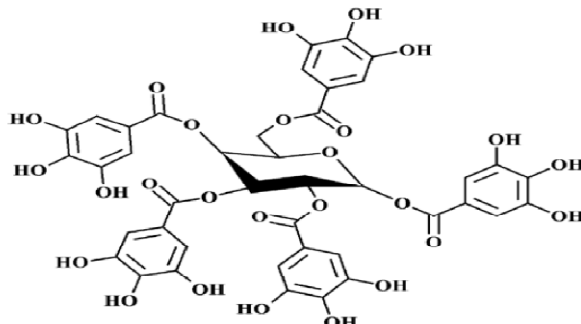


Figure N°9 : Structure d'un tannin hydrolysable : pentagalloylglucose (**Lorenz, 2011**).

III.1.3. Activités biologiques des polyphénols

Les composés phénoliques en général et les flavonoïdes en particulier sont des substances très importantes en raison de leur effet antioxydant qui est dû à leurs propriétés redox en jouant un rôle important dans la destruction oxydative par la neutralisation des radicaux libres piégeage de l'oxygène, ou décomposition des peroxydes (**Macheix et al., 2005**), ce qui leur donne divers propriétés physiologiques.

Tableau N°V : Activités biologiques des composés phénoliques :

Polyphénols	Activités	Référence
Acides phénols	Activité antioxydant Antiagrégants plaquettaires, Anti-allergènes	(Motamed et Texier, 1999). (Martin et Andriantsitohaina, 2002)
Flavonoïdes	Antioxydants Anti-inflammatoire Anti cancérogènes Hypotenseurs et diurétiques	(Bruneton, 2009)
Tanins	Anti-nutriments Anti-diarrhéiques Antioxydant	(Bruneton, 2009)

III.2. Activité antioxydant

III.2.1. Antioxydants

Les antioxydants (AO) sont des composés qui ont une capacité d'inhiber ou de retarder l'oxydation des lipides et d'autres biomolécules, en bloquant l'initiation ou la propagation des réactions en chaîne oxydante (**Wollinger et al., 2016**). Ces antioxydants peuvent avoir plusieurs origines ils peuvent être produits dans l'organisme ou apportés par l'alimentation ou bien sont issus d'une synthèse chimique (**Karou et al., 2005 ; Berger, 2006**).

Ils sont classés selon leur mode d'action, leur localisation cellulaire et leur origine. Selon le tableau suivant (**Orban, 2011**).

Tableau N°VI : Localisation et fonction des antioxydants enzymatique et non enzymatique.

	L'antioxydant	Localisation et fonction
Enzymatique	Le superoxydedismutase(SOD)	localisés dans le cytoplasme, la mitochondrie et les milieux extra cellulaires. , Il catalyse la dismutation de l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂) et en Oxygène.
	Catalase (CAT)	localiser dan la mitochondrie, le peroxysome et le cytoplasme. Elle est capable de transformer le peroxyde d'hydrogène, produit généralement par la SOD en eau et oxygène moléculaire.
	Glutathion peroxydase (GPx)	localiser dans le cytosol (cGPx), la matrice Mitochondriale, le plasma (pGPx) et au niveau de la membrane cellulaire(HPGPx).
Non Enzymatique	La vitamine E	Elle est présente dans tous les organes, à l'exception du cerveau. Elle empêche La réaction de peroxydation lipidique
	La vitamine C	qui se trouve dans le cytosol et dans le fluide extra cellulaire. Elle peut piéger directement l'anion superoxyde (O ₂), le radical hydroxyle (OH) l'oxygène singulier et réduit le peroxyde d'hydrogène en eau, Elle permet la régénération de la forme non radicalaire de la vitamine E

Non Enzymatique	Les caroténoïdes	comportent de nombreuses doubles liaisons conjuguées, au sein de leur structure, qui lui offre une activité antioxydant. Assurés par trois mécanismes, soit par l'abstraction d'hydrogène, transfert d'électrons et addition de radicale.
	Les polyphénols	Sont des molécules de métabolisme secondaire ils sont capables de piéger des radicaux libres, d'inhiber la peroxydation lipidique en réduisant les radicaux libres
	Les flavonoïdes	Ils ont la capacité de piéger les radicaux libres, comme O ₂ *, le OH*, peroxyde et alotoxyde, par transfère de l'hydrogène.

III.3. Activité anti-inflammatoire

III.3.1. Les anti-inflammatoires

Les anti-inflammatoires sont utilisés dans tous les domaines de la pathologie, ils sont destinés à contrôler l'excès de la réaction aspécifique des tissus et à éviter la transformation de la phase aiguë vers la phase chronique de l'inflammation (**Muster, 2005**), les différentes classes sont présentées dans le tableau suivant

Tableau N°VII : Classification des différents anti-inflammatoires

Types	propriétés	Mécanisme d'action	références
Stéroïdiens (glucocorticoïde)	-Analogues de la cortisone, secrétés par les glandes surrénales. - ils ont une action sur les cellules impliquées dans la réaction inflammatoire et sur la synthèse des médiateurs de l'inflammation. -ils ont une activité hormonale	inhibent toutes les phases de la réaction inflammatoire par leur action directe sur les vaisseaux. -Répriment l'expression des gènes pro inflammatoires (cytokines) et induisent l'expression des gènes anti-inflammatoires en bloquant l'acetylcholinestérase A2.	Muster, 2005 Devillier et al., 1996

	sur les régulations métaboliques.		(Faure, 2009)
Non Stéroïdiens (AINS)	- la majorité d'entre eux sont des acides faibles. - Ils possèdent des propriétés antalgiques et anti-inflammatoire.	- Les AINS inhibent les deux isoenzymes: la COX1 constitutionnelle et COX2 inductible. -inhibition de la lipooxygénase par la diminution de la production de leucotriènes par les leucocytes et les cellules synoviales. -Inhibition de la production de peroxyde d'hydrogène par les leucocytes, et de l'activité de la phospholipase C des macrophages	(Derrier et Mercatello, 1997)

III.3.2. Les Anti-inflammatoires d'origine végétale

Dans ce contexte, le recours aux ressources naturelles, et plus particulièrement aux plantes médicinales, devient une importante voie alternative à explorer afin de découvrir des médicaments efficaces à moindres effets secondaires. Les polyphénols peuvent exercer, au niveau moléculaire, des effets anti-inflammatoires qui sont dépendants de leur structure spécifique. Les fonctions de macrophage, y compris la production de cytokines, peut également être affectée par certains flavonoïdes par la modulation de la cyclo-oxygénase inductible (COX-2) et l'oxyde nitrique synthétase inductible (iNOS) (Madhuri *et al.*, 2008 ; Neyestani, 2008). Ainsi l'inhibition de ces derniers par les polyphénols peuvent réduire la production des prostaglandines et leucotriènes, médiateurs de l'inflammation (Kim *et al.*, 2004 ; Guo *et al.*, 2009), comme ils peuvent également inhiber les facteurs de transcription clés dans les voies inflammatoires tel que le NF-KB (Santangelo *et al.*, 2007).

IV. Matériels et Méthodes

IV.1. Matériel végétal

IV.1.1. Origine et provenance des échantillons

Pour la réalisation de notre travail on a utilisé des feuilles de *Moringa oleifera* qui provient de la wilaya de Jijel en Mars 2019.

IV.1.2. Préparation des échantillons

Les feuilles de *MO* ont été triées, nettoyées et séchées à l'air libre. Les feuilles ont été broyées et puis la poudre a été tamisée jusqu'à l'obtention d'une poudre dont la taille des particules est inférieure à 0,32 mm. Une partie de cette poudre subit un traitement thermique qui est une torréfaction à 160°C et 180°C pendant 10 et 20 min pour les deux températures, et l'autre partie restée intacte sans torréfaction, les poudres ont été conservées dans des bocaux à l'abri de la lumière jusqu'à l'utilisation.



PNT

MOT (160°C/10MN)

MOT (160°C/20MN)



MOT (180°C/10MN)

MOT (180°C/20MN)

Figure N°10 : photographié des poudres avec et sans torréfaction

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

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

- **Principe**

Le mécanisme de la CRE consiste à la fixation des molécules d'eau par les groupement hydrophiles des bio polymères (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 chaines protéiques (**Benítez et al., 2013**).

- **Mode opératoire**

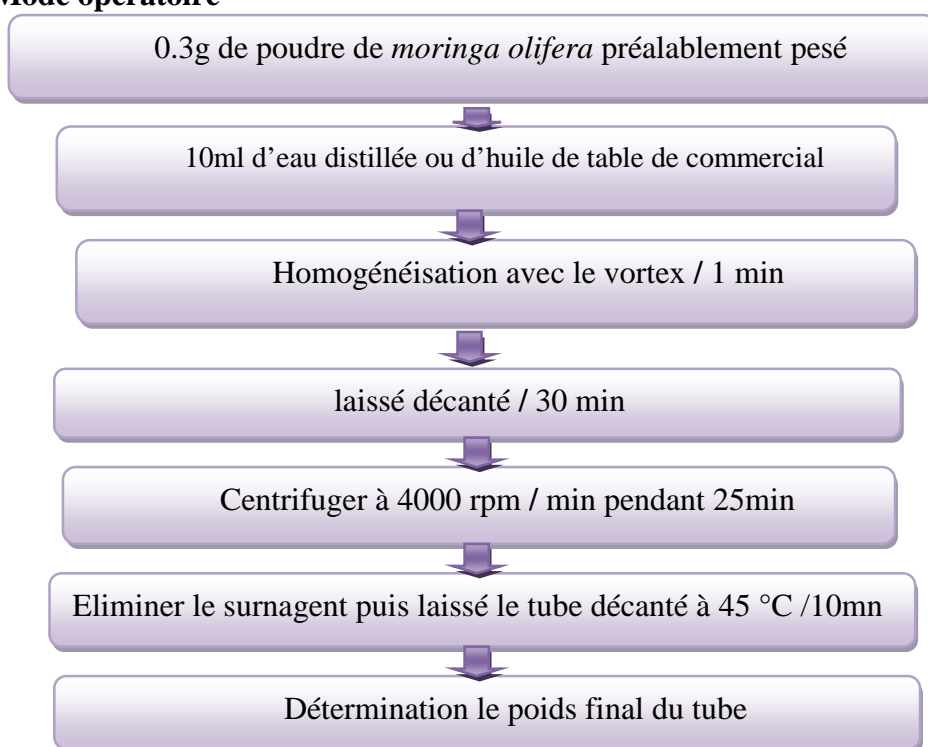


Figure N°11 : Protocole de détermination la CRE et CRH : (**AbdElmoneim et Rita, 2010**)

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 :

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

F: poids du tube + culot;

I: poids du tube + la poudre;

Pe: prise d'essai

IV.2.2. Capacité de gélification

- **Principe**

Le pouvoir gélifiant est généralement évalué par la concentration minimale gélifiante (CMG) qui peut être définie comme la plus faible concentration nécessaire pour la formation d'un gel ferme (résistant à l'écoulement). Une concentration minimale gélifiante basse indique un bon pouvoir gélifiant (**Kiosseoglour et Paraskevopoulou 2011**). La gélification est influencée non seulement par la concentration des protéines et de l'amidon, mais aussi par la nature des protéines, de l'amidon et de la présence de composés non protéiques, les fibres (**Farooq et Boye, 2011**).

- **Mode opératoire**

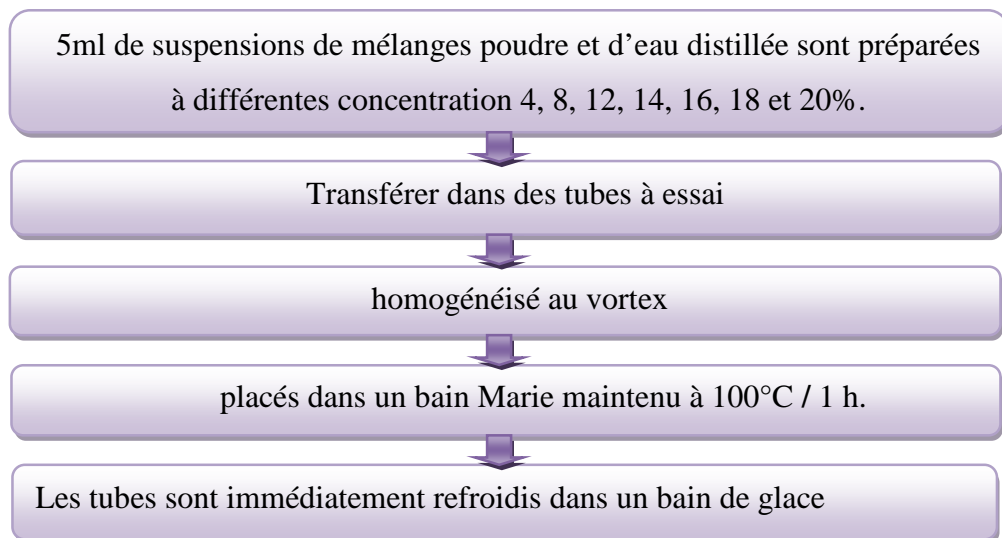


Figure N°12 : Protocole de capacité de gélification : (**Chau et Cheung, 1998**)

IV.2.3. La solubilité et le gonflement

L'indice de solubilité a été déterminé par le protocole cité par (**JU et al.2012**).

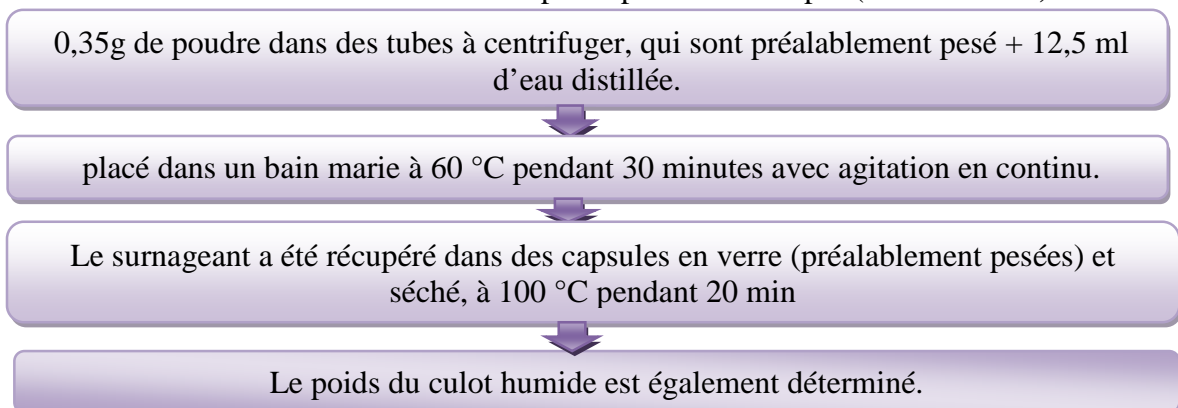


Figure N°13 : protocole de détermination de la solubilité selon (**JU et al.,2012**).

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

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

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

IV.2.4. La capacité émulsifiante

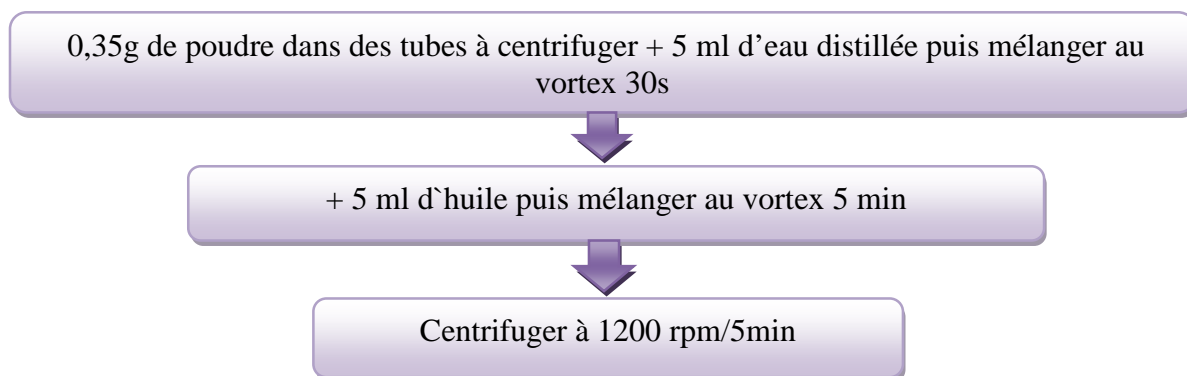


Figure N°14 : protocole de détermination de pouvoir émulsifiant des poudres étudiées

Après centrifugation, une couche d'émulsion est formée, la CE est donnée par la formule :

$$\text{CÉ } (\%) = (L_1/L_0) \times 100.$$

L1 : Longueur de l'émulsion ;

L0 : Longueur total.

IV.3. Analyse physico-chimique des poudres

IV.3.1. Mesure du PH

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

IV.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 phénolphtaléine comme indicateur coloré (**Shori et Baba., 2013**).

- **Mode opératoire**

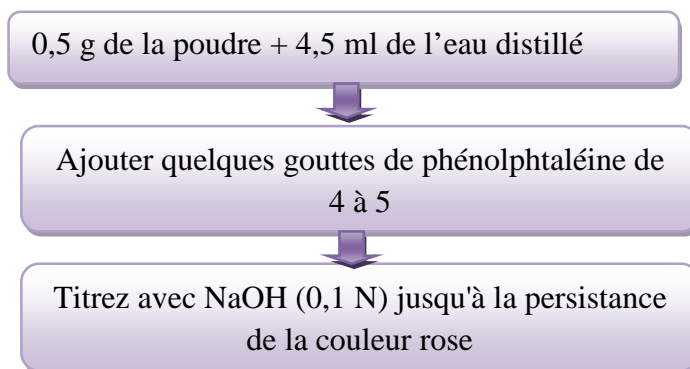


Figure N°15 : Protocole de mesure de l'acidité titrable (Shori et Baba ,2013)

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

$$\frac{10 \times V_{\text{NaOH}} \times N \times 100}{M_x \times 10} \times 0,07$$

TTA : acidité titrable.

V_{NaOH}: Volume de NaOH en ml utilisé pour la titration.

M_x : masse en grammes de produit prélevé.

IV.3.3.La matière sèche (AOAC 2008)

La teneur en eau est déterminée par évaporation de l'eau de la prise d'essai dans une étuve à 105°C jusqu'à obtention d'un poids constant.

- **Mode opératoire**

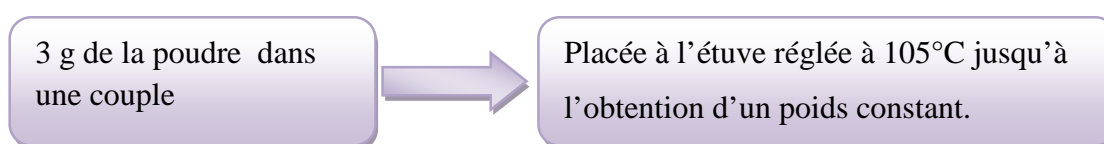


Figure N°16 : Protocole de la matière sèche de la poudre

$$H\% = \frac{P1 - P0}{P} \times 100$$

Où :

P0 : poids du creuset vide (g).

P1 : poids du creuset après séchage (g).

P : prise d'essai (g).

IV.3.4. Le brix

- **Principe**

Le degré de brix est déterminé à l'aide d'un réfractomètre de Paillasse. Il représente la matière sèche soluble présente dans l'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**).

IV.3.5. Densité apparente (DA)

- **Principe**

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

- **Mode opératoire**

Remplir le pycnomètre avec la poudre jusqu'à un volume connu $V=3.6$ ml



Peser l'ensemble (p1)

Figure N°17 : Protocole de détermination de la densité de la poudre (**Chau et Huang, 2003**).

La DA est calculée selon l'équation suivante :

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

Où :

P0 : Poids de pycnomètre vide.

P1 : Poids de pycnomètre après remplissage.

V : volume utilisé.

IV.4. Préparation de yaourt Brassé

Nous avons utilisé la méthode décrite par **Espirito Santo et al. (2010)** en utilisant du lait Candia UHT demi écrémé

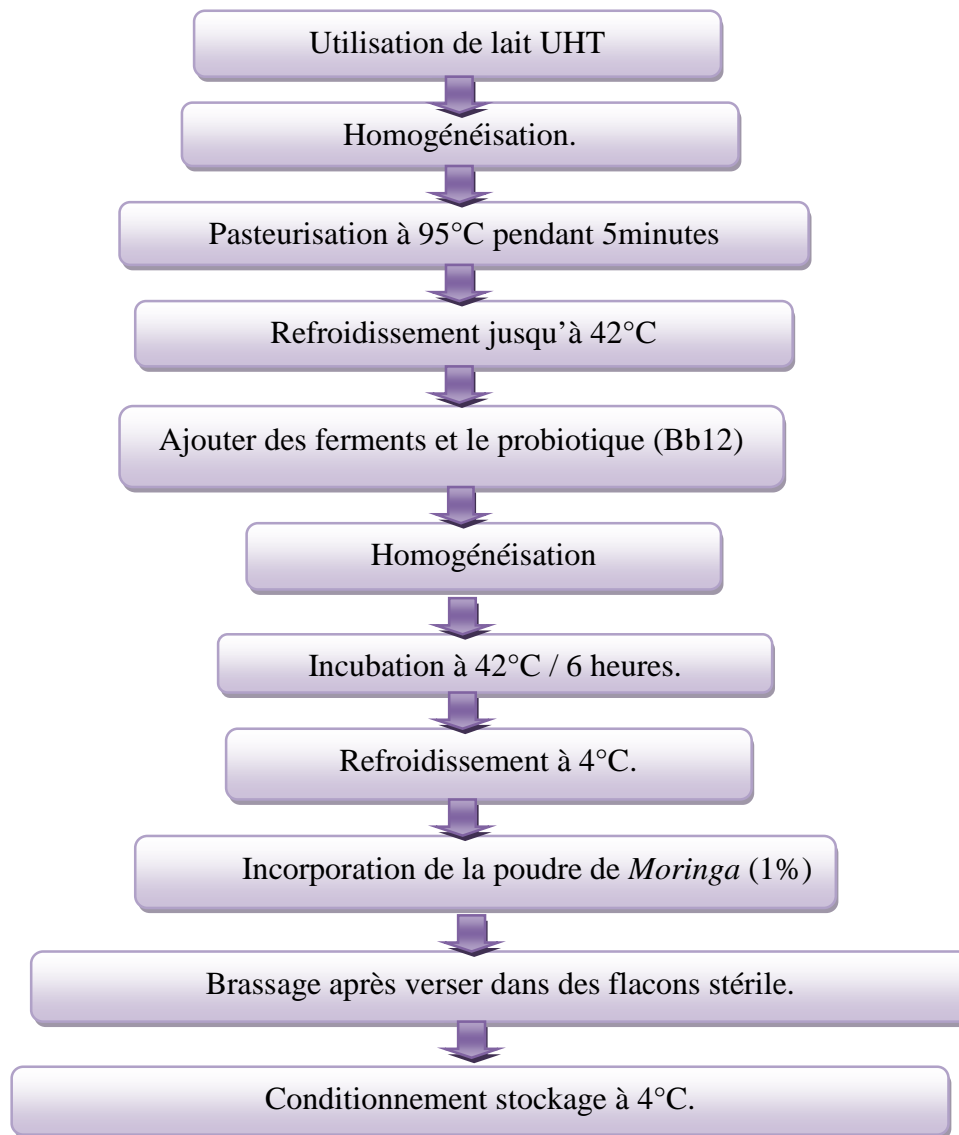


Figure N°18 : Diagramme de fabrication de yaourt brassé (Espírito Santo *et al.* (2010)).

Les lots du yaourt ont été préparés en triples dans des flacons stériles, puis stockés à 4 °C durant 28 jours.

Les lots du yaourt sont codés comme suit :

YT : yaourt+probiotiques (témoin)

YNT : yaourt+probiotiques+ poudre de *moringa* non torréfié

YMOT (160°C/10MN) : yaourt+probiotiques+ poudre de *moringa* torréfié à (160°C/10MN)

YMOT (160°C/20MN) : yaourt+probiotiques+ poudre de *moringa* torréfié à (160°C/20MN)

YMOT (180°C/10MN) : yaourt+probiotiques+ poudre de *moringa* torréfié à (180°C/10MN)

YMOT (180°C/20MN) : yaourt+probiotiques+ poudre de *moringa* torréfié à (180°C/20MN)

IV.5. Analyse physico-chimique du yaourt

IV.5.1. Mesure du PH

On a mesuré le PH aux cours du stockage des différents yaourts préparés le 1^{er}, 7^{ème}, 14^{ème}, 21^{ème} et le 28^{ème} jour.

IV.5.2. Détermination de l'acidité en °Dornic

L'acidité dornic des yaourts est calculé chaque semaine jusqu'au 28^{ème} jour, Il est exprimé conventionnellement en degrés DORNIC (D0) (Shori et Baba., 2013).

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

$$\text{Acidité (°D)} = \text{TTA} * 100$$

TTA (g/ml) : Acidité TITRABLE.

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

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

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

100 : le pourcentage.

0.0090 : Coefficient correspondant à l'acide lactique

IV.5.3. la synérèse (S)

- **Principe**

La synérèse est un phénomène physique fréquent au cours du stockage du yaourt qui affecte l'acceptabilité de celui-ci par le consommateur. Il est défini par la séparation du lactosérum du gel ou caillé (Tseng et Zhao., 2013).

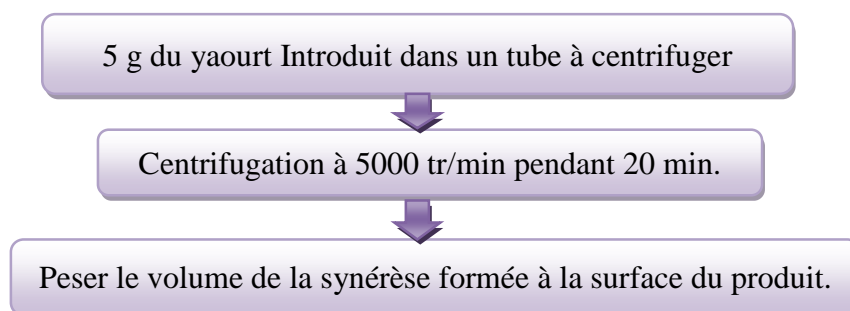


Figure N°19 : Protocole de mesure de la synérèse (Purwandari et Vasiljevic (2007)

- **Expression des résultats :**

$$S(\%) = (\text{poids de lactosérum collecte} / \text{prise d'essai}) * 100$$

IV.5.4. Brix ou Taux de sucre

La méthode de détermination de brix pour les yaourts a été déjà citée précédemment (dans la partie de la poudre).

IV.5.5. La densité de yaourt (D)

La densité des différents yaourts a été déterminée selon le protocole décrit par (Pointurier *et al.*, 2003).

IV.5.6. détermination de la Matière sèche (MS)

- **Principe**

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

IV.5.7. Teneur en sucres totaux

IV.5.7.1. Extraction

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

- **Principe**

Dissout en milieu perchlorique 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**

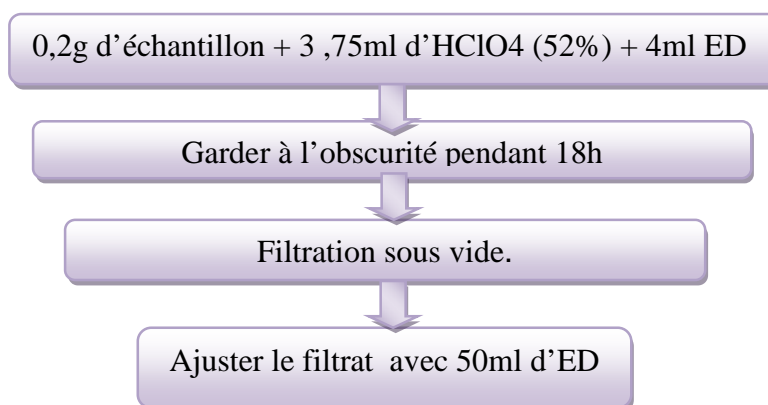


Figure N°20 : Protocole d'extraction des sucres

IV. 5 .7.2. Dosage

On a utilisé l'extrait collecté pour le dosage de sucres totaux

- **Mode opératoire**

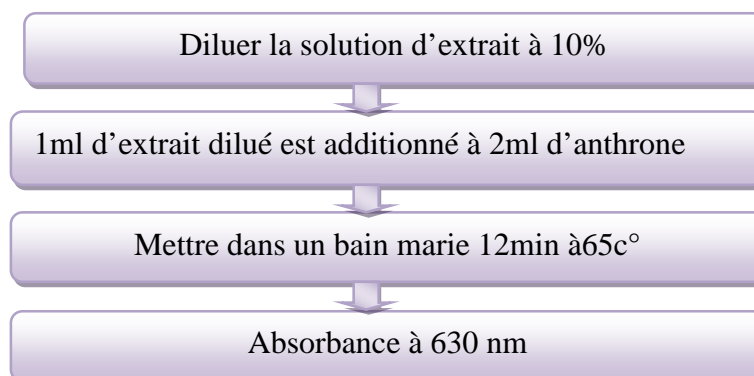


Figure N°21 :Protocole de dosage des sucres totaux (osborne et voogt ,1986).

IV.5.8.Dénombrement des probiotiques de yaourt

Le dénombrement des colonies (détermination en triple) a été effectué au 1^{er}, 7^{ème}, 14^{ème} et le 28^{ème} jour pour chaque lot à différentes dilutions (10^{-1} ; 10^{-2} ; 10^{-3} ; 10^{-4}). 10µl de chaque deux dernières dilutions ont été étalés par la méthode en masse (Espirito-Santo *et al.*, 2010). Pour le dénombrement des probiotiques nous avons utilisés la gélose MRS au chlorhydrate 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 de ses bactéries 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.

IV. 6. Composés phénoliques et activité antioxydant

IV.6.1.Extraction des composés phénoliques

Nous avons suivi la méthode décrite par (Pereira *et al* 2013). 1g de yaourt a été extrait avec 20 ml d'éthanol à 80% sous agitation à 25 °C pendant 1 h suivi d'une centrifugation à 4000 g pendant 10 min. Après filtration sur papier Wattman le surnageant est récupéré puis stocké à 4°C.

IV. 6. 2. Dosage des polyphénols totaux soluble

- **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**

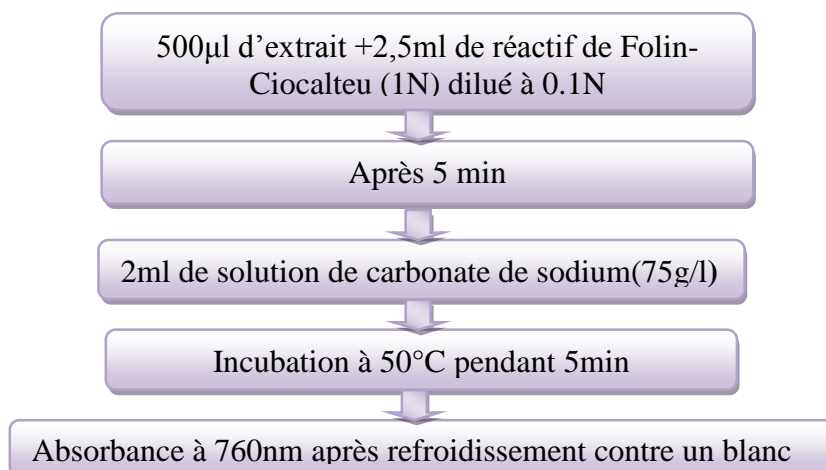


Figure N°22 : Protocole de dosage des phénols totaux solubles (Škerget *et al.* 2005)

Les concentrations en phénols totaux solubles sont déterminées par référence à une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique (figure N°2, annex I). Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'Acide Gallique/100g d'échantillon.

IV. 6.3. Dosage des tanins condensés

Les tannins condensés sont des polyphénols appartenant à la famille du flavonoïde définis comme étant des oligomères ou des polymères d'unités de flavonoïdes

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 500nm (Hagerman, 2002).

- **Mode opératoire**

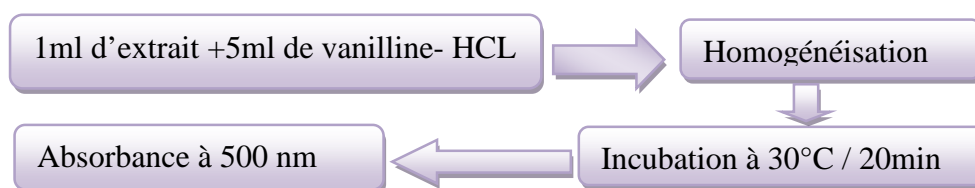


Figure N°23 : Protocole de dosage des tanins condensés (Deshpande *et al.*,1986)

Les résultats sont exprimés en mg équivalent de catéchine par 100 g de matière sèche (mg EC/g MS), par référence à une courbe d'étalonnage (figure N° 3, annexe1).

IV. 6. 4. Dosage des flavonoïdes

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 possèdent un

groupement hydroxyle (OH) libre. La coloration jaune produite est proportionnelle à quantité de flavonoïdes présente dans l'extrait (**Ribéreau-Gayon, 1968**)

- **Mode opératoire**

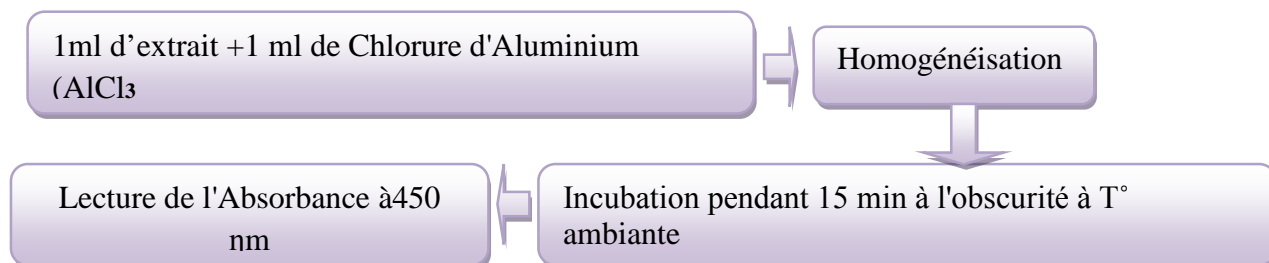


Figure N°24 : Protocole de dosage des flavonoïdes

Les résultats sont exprimés en mg équivalent de quercétine par g de matière sèche (mg EQ/g MS), en se référant à une courbe d'étalonnage (figure N°1, annexe 1).

IV.7. Activités antioxydants des différents extraits

IV. 7 .Pouvoir réducteur

IV.7.1. Réduction du chlorure ferrique

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**

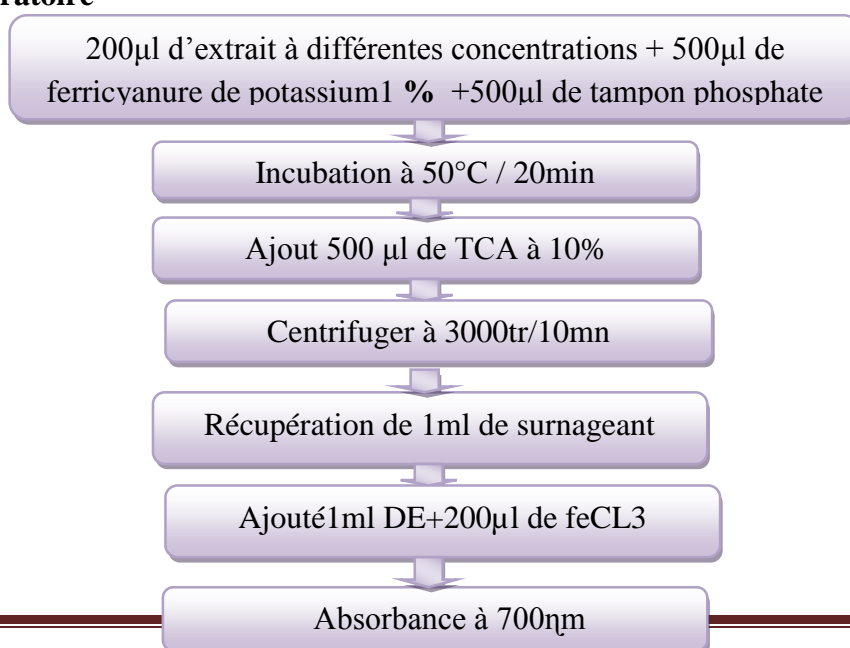


Figure N°25 : Protocole de mesure du pouvoir réducteur du fer (Li *et al.*, 2009).

Les résultats exprimés par l'IC50 seront interprétés par comparaison à l'activité antioxydant des standards tels BHA, BHT et α -tocophérol réalisée dans les mêmes conditions.

Le pouvoir réducteur est estimé en pourcentage de réduction selon l'équation suivante :

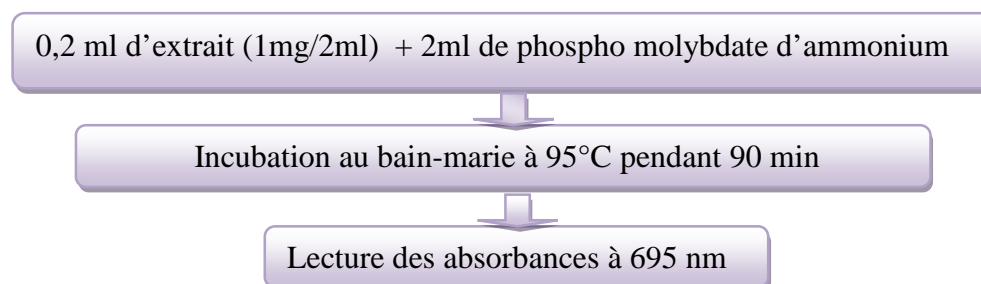
$$\text{PI \%} = ((\text{AEch} - \text{AT}) / \text{AEch}) \times 100$$

Avec:

- AT : Absorbance de témoin (sans l'extrait) ;
- AEch : Absorbance de l'extrait.

IV.7.2. Phospho molybdate d'ammonium

Le test phospho molybdate (PPM) est basé sur la réduction, en milieu acide, de l'ion MO^{+6} en ion Mo^{+5} par des substances réductrices présentes dans l'extrait végétal qui forment avec le phosphate- Mo^{+5} des complexes de couleur verdâtre. (Prieto *et al.*, 1999)

• Mode opératoire**Figure N°26 : Protocole de test du phospho molybdate d'ammonium (Prieto *et al.*, 1999)**

Les résultats exprimés par l'IC50 seront interprétés par comparaison à l'activité antioxydant des standards tels BHA, BHT et α -tocophérol réalisée dans les mêmes conditions.

Le pourcentage du pouvoir réducteur du phospho molybdate est calculé par la relation suivante :

$$\text{PI \%} = ((\text{AEch} - \text{AT}) / \text{AEch}) \times 100$$

Avec:

- AT : Absorbance de témoin (sans l'extrait) ;
- AEch : Absorbance de l'extrait.

IV.8.Évaluation de l'activité anti-inflammatoire

- **Principe**

La dénaturation affecte presque toutes les propriétés physico-chimiques des molécules ; elle varie considérablement avec les divers agents physiques et chimiques qui l'entraîne et aussi selon le caractère et la concentration des solutions protéiniques (**Mizushima et Kobayashi, 1968**). Cette dénaturation est souvent associée à une inflammation ; par conséquent, l'inhibition de la dénaturation des protéines a été largement utilisée comme modèle de dépistage *in- vitro* pour l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire (**Chaiyana et al., 2016**).

- **Mode opératoire**

On prépare des solutions de 0.5 ml qui consistent en 450µl de solution d'albumine bovine sérique à 2% préparé dans le tampon phosphate a (0,1M ;PH 6,6) et 50µl des différentes concentrations croissantes (125, 250, 500 et 1000µg/ml) des extraits et de standards (12.5, 20, 50 et 100µg/ml): le celebrex et diclofenac de sodium. Les échantillons ont été incubés à 37C° dans le bain marie pendant 20 min, puis chauffer à 70 C° pendant 5 min. Après refroidissement des échantillons ; 1.5 ml du tampon phosphate a été ajouté à chaque tube.

La turbidité de la solution d'albumine est suivie par la lecture de l'absorbance à 660 nm.

- **Expression des résultats.**

Le pourcentage d'inhibition est calculé par la formule suivante (**Buithanh et al. ,2016**) :

$$\text{Pourcentage d'inhibition\%} = \frac{\text{AbsC} - \text{AbsT}}{\text{AbsC}} \times 100$$

- Abs C : absorbance de control
- Abs T : absorbance de test

IV.9.Analyses microbiologique

Une solution physiologique est utilisée comme diluant dans la préparation des différentes dilutions décimales (9g de Na Cl / 1l d'eau distillé). La préparation d'une solution mère par prélèvement de 1g d'échantillon dans 9ml d'eau physiologique, et les dilutions destinées à l'analyse sont réalisées à partir de la solution mère.

Tableau N°VIII : Dénombrement et recherche des bactéries dans le yaourt . :(Guiraud et Galzy, 1980).

Germe recherche	Milieux de culture	Dilution	Ensemencement	Incubation T°/t
Coliforme totaux	VRBL	10 ⁻¹ 10 ⁻²	En masse	37°C/24-48h
Coliforme fécaux	VRBL	10 ⁻¹ 10 ⁻²	En masse	44°C/24-48h
Flore totale mésophile	PCA	10 ⁻³ 10 ⁻⁴	En surface	30°C/24h
Levure et Moisissure	OGA	Solution mère	En surface	25°C/5jours
Staphylococcus aureus	Chapman	Solution mère	En surface	37°C/24-48h
Salmonelle	Hecktoen	Solution mère	En surface	37°C/24-48h

UFC/ml = Nombre de colonies/Volume étalé (ml) x facteur de dilution (Sun-Waterhouse *et al.*, 2013).

IV.10. Analyses sensorielle

Une analyse des experts a été, également, réalisée pour évaluer les différentes caractéristiques des yaourts élaborés qui sont la couleur, la sérosité, l'acidité, l'amertume, l'odeur et de donner leur préférence. Six (6) échantillons codés A, B, C, D, E, F ont été présentés ; les échantillons A correspond au yaourt témoin et l'échantillon B correspond au yaourt avec la poudre de *moringa* non torréfié et les échantillons C, D, E, F correspondent au yaourt avec la poudre de *moringa* torréfié à 160°C/ 10 min, 160°C/20min, 180°C/10min, 180°C/20min . L'analyse sensorielle de ces yaourts a été réalisée au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle de l'université de Bejaia par 8 experts. Les panélistes ont été appelés à analyser les échantillons en respectant les étapes décrites dans le questionnaire (annexe IV).

Les données rassemblées à partir des questionnaires distribués aux panels, ont été traitée en utilisant le logiciel XLSTAT, qui est un outil complet d'analyse de données et de statistiques. Les principales fonctionnalités de ce logiciel, utilisées pour interpréter les résultats comme suite : Plan d'expérience, Caractérisation de produits, Analyse en

composante principale (ACP), Classification ascendante hiérarchique (CAH) et Préférence MAPPING (PREFMAP).

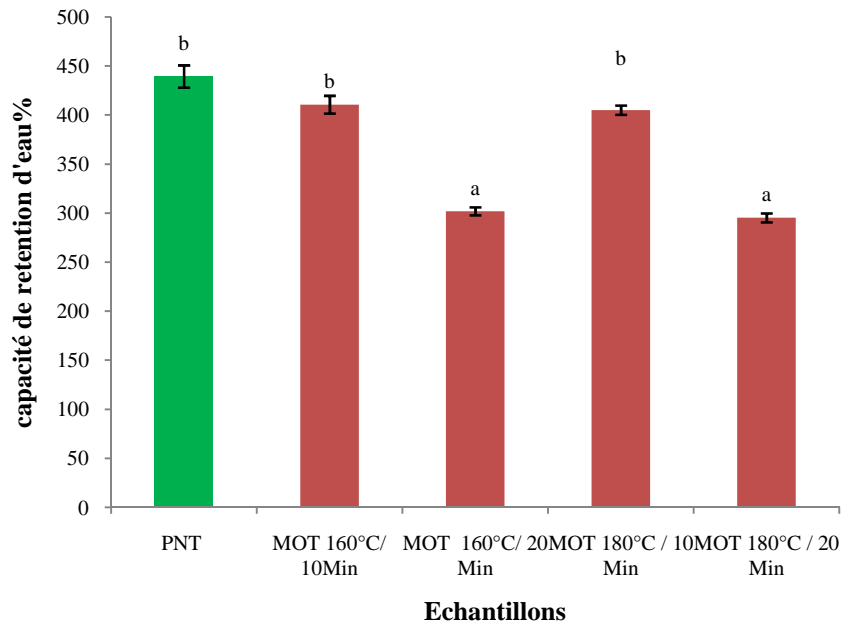
IV.11. Analyse statistique

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 (FACTORIAL ANOVA), suivie d'une comparaison multiple des moyennes (Test LSD) au moyen du logiciel Statistica version 5.5. Les différences sont significatives à $p < 0,05$. Les valeurs des IC50 ont été calculées en utilisant Excel.

V. Résultats et discussion

V.1. Propriété fonctionnelle des poudres

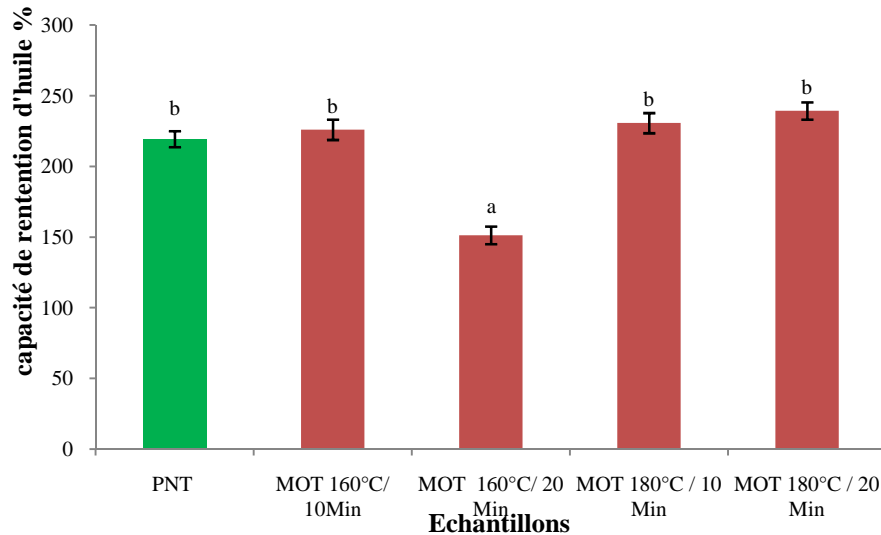
V.1.1. La capacité de rétention d'eau (CRE) et de rétention d'huile (CRH)



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

Figure N°27 : capacité de rétention d'eau (CRE)

Nos résultats expérimentaux de capacité de rétention d'eau (figure N°27) montrent qu'il y a pas de différence significatives entre la poudre non torréfié et la poudre torréfié à (160°C/10min) et (180°C/10min), pareil pour les poudres torréfié à (160°C/20min) et (180°C/20min).

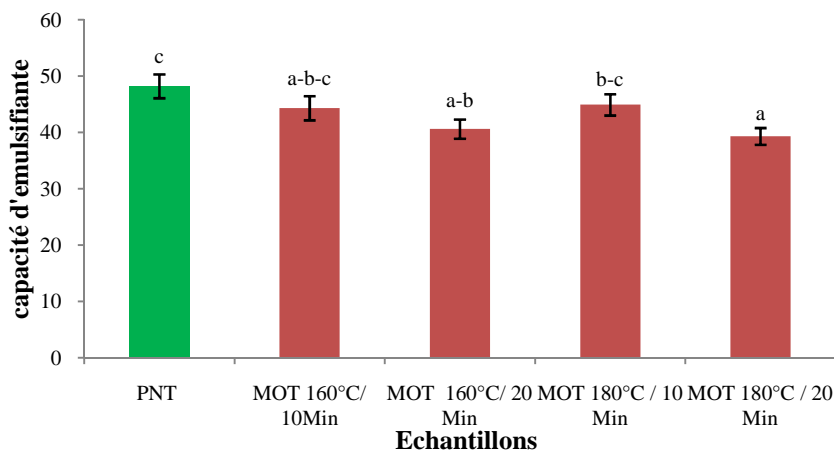


Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$)

Figure N°28 : capacité de rétention d'eau (CRH)

Les résultats illustrés dans la figure N°28 pour la capacité de rétention de l'huile ne sont pas significativement différents entre la poudre non torréfiée et les poudres torréfiées à (160°C/10min), (180°C/10min) et (180°C/20min). Par contre, la poudre torréfiée à (160°C/20min) présente la valeur la plus inférieure de (151,33±46,23).

V.1.2. La capacité émulsifiante des poudres

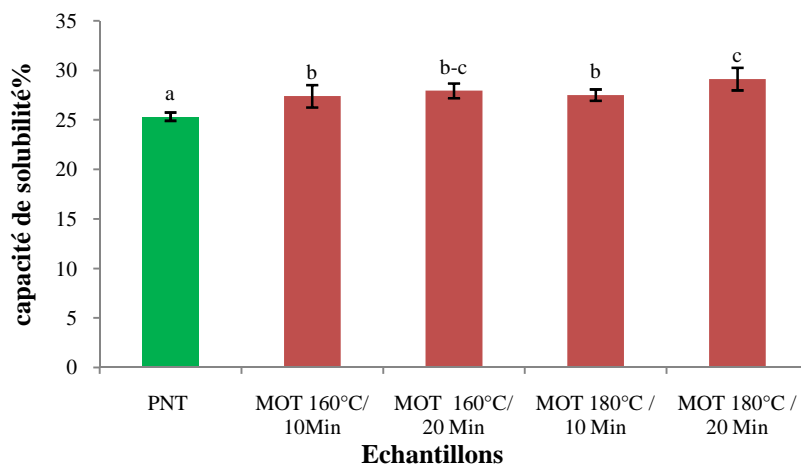


Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$)

Figure N°29 : capacité d'émulsifiante des poudres

La figure N°29 résume nos données de capacité émulsifiante des échantillons qui sont significativement différentes. La poudre non torréfié présente la plus grande valeur ($48,19 \pm 3,12$).

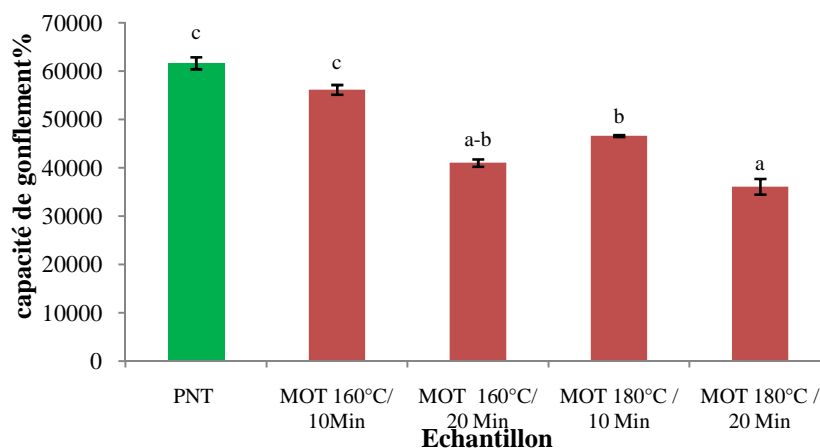
V.1.3. La capacité de solubilité et de gonflement des poudres



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

Figure N°30 : capacité de solubilité des poudres

La capacité de solubilité des poudres des feuilles de *MO* sont représenté dans la figure N°30, d'après ces données obtenues, nos poudres torréfiées augmentent d'une manière significative ($p < 0.05$) par rapport à la poudre non torréfiée.



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

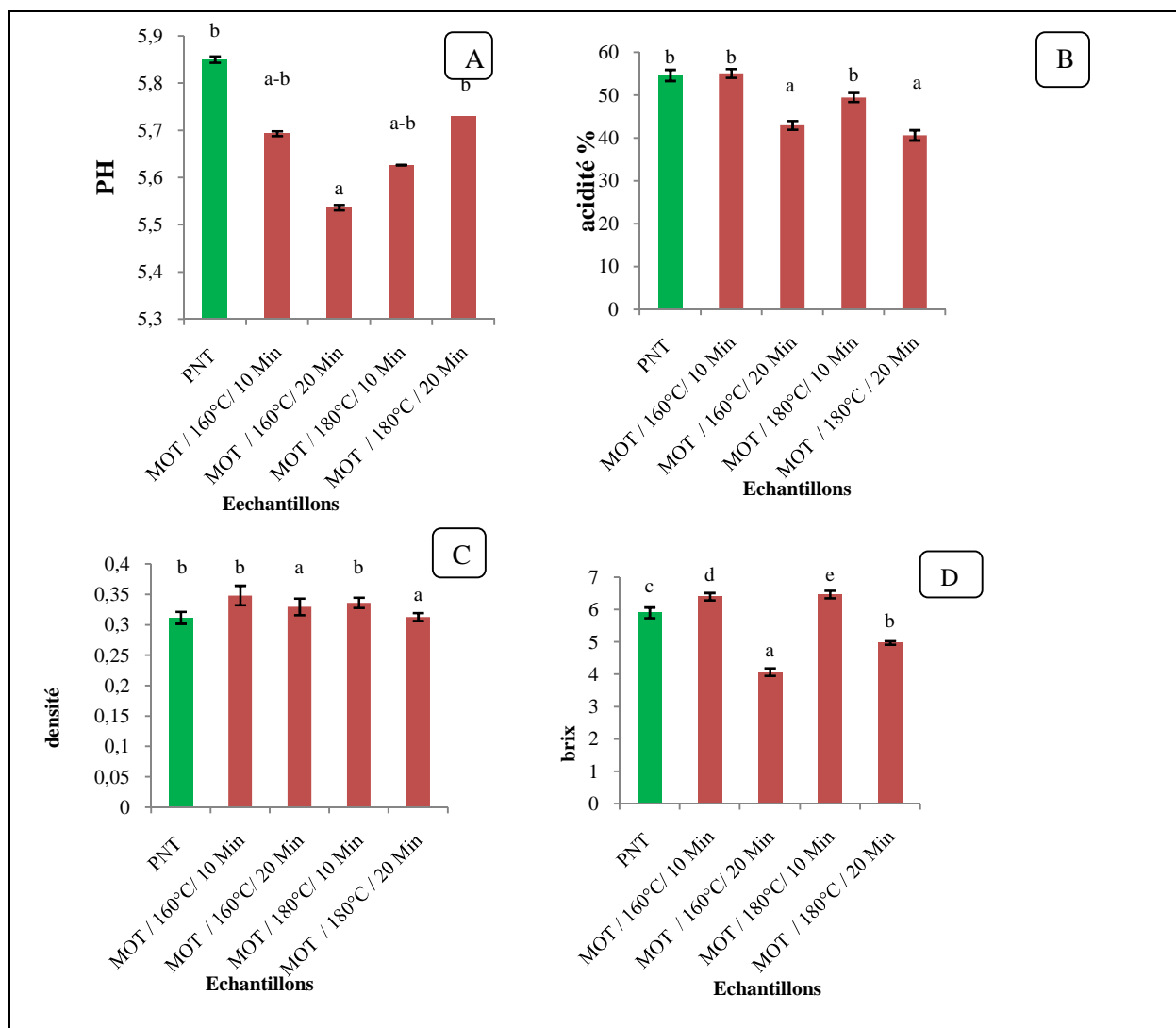
Figure N°31 : capacité de gonflement des poudres

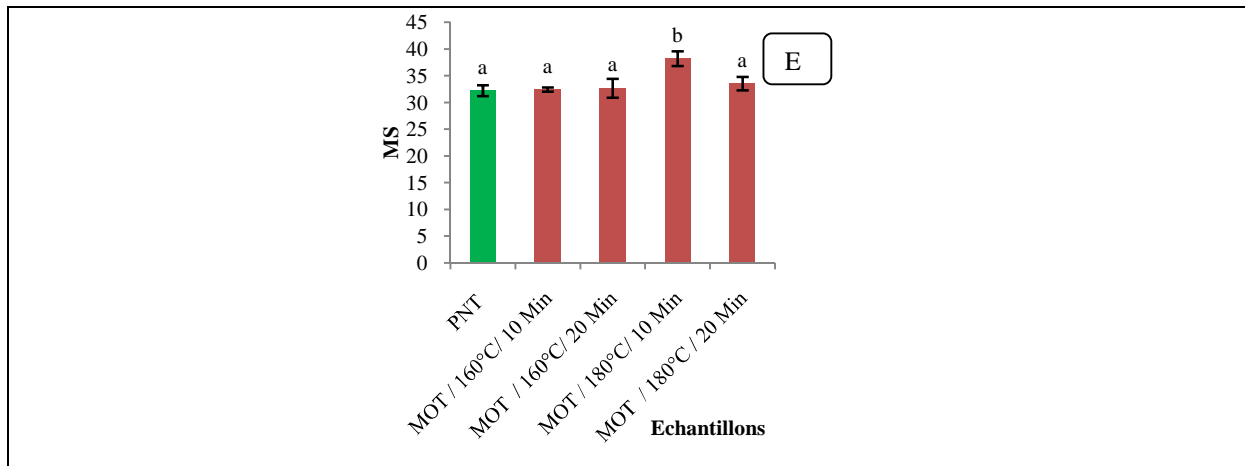
Les valeurs de capacité de gonflement de nos poudres sont illustrées dans la figure N°31, qui montre une différence significative ($p < 0.05$), la poudre non torréfiée et la torréfiée à 160/10min présentent les pourcentages les plus élevés par rapport autres poudres torréfiées.

V.1.4. La capacité de gélification des poudres

Dans nos conditions de travail, nous notons que toutes les poudres de *MO* étudiées affichent une reprise de la capacité gélifiante à une concentration de 14%, à part la poudre torréfiée à (180°C/20min), qui n'a repris la gélification même à la plus grande concentration utilisée dans cette étude (18%).

V.2. Propriété physicochimique des poudres



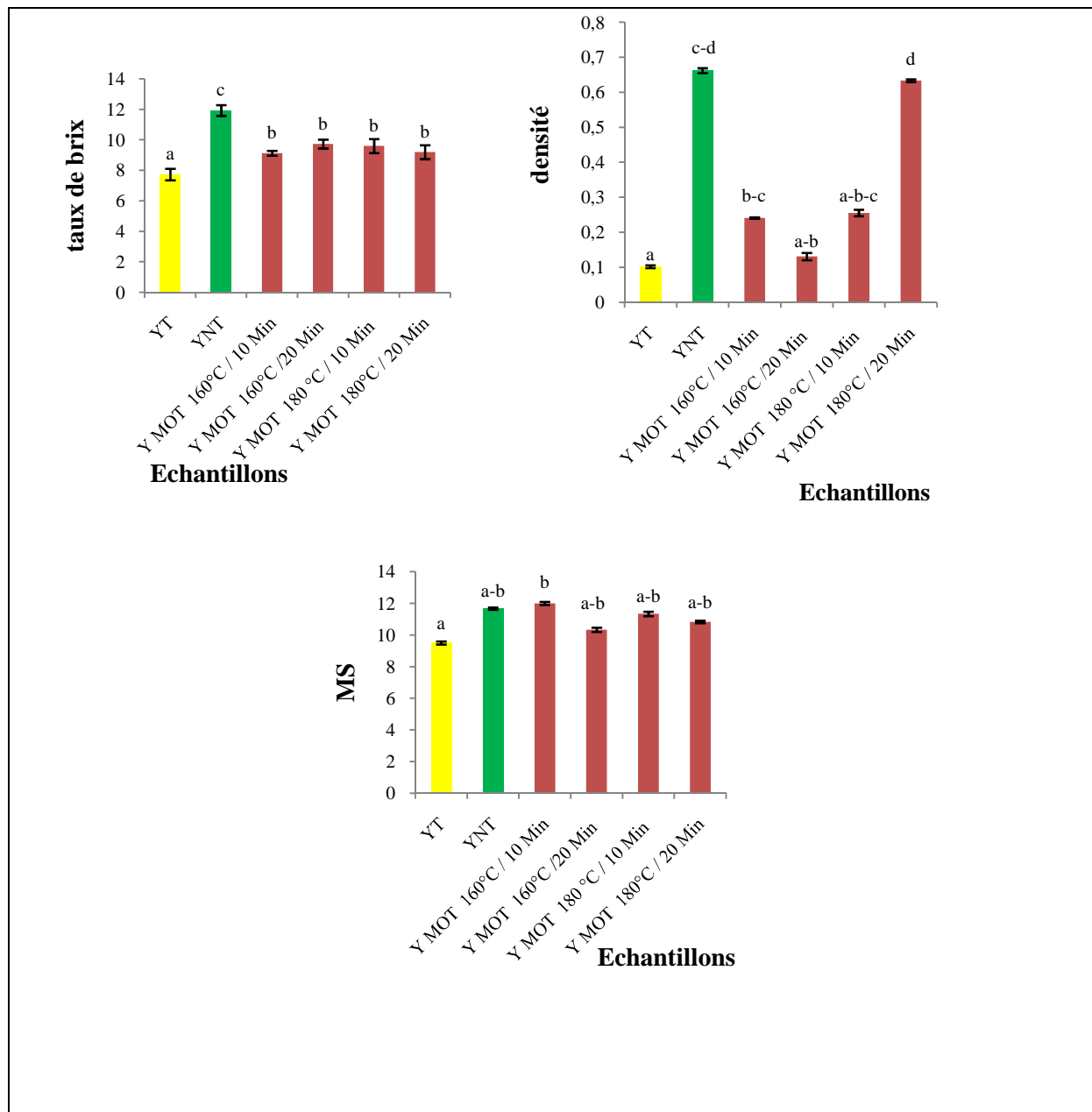


Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$)

Figure N°32 : Propriétés physico-chimiques des différentes poudres étudiées

- Les taux d'humidité des poudres de nos différents échantillons ne présente pas de différence significative ($P < 0,05$), à l'exception la poudre torréfié à 180°C pendant 10min qui a un taux plus élevé que les autres figure 32 (E)
- La Figure N°32 (A) présente les valeurs de pH de nos échantillons, les résultats montrent une différence significative entre les poudres ($p < 0.05$). Le PH de la poudre non torréfié présent une valeur supérieure de $(5,81 \pm 0,15)$ par rapport aux poudres torréfiées.
- Nos valeurs de taux d'acidité sont illustrées dans la figure N°32 (B), Les teneurs de l'acidité des poudres ne sont pas significativement différentes pour la poudre non torréfié et les poudres torréfié à (160°C /10min) et (180°C/10min).
- Les résultats de densité de nos différents échantillons ne présentent pas de différence significative ($p > 0.05$) entre la valeur de la poudre non torréfié et les poudres torréfié à (160°C /10min) et (180°C/10min).
- D'après la figure N°32 (D). on constate que le degré de brix est significativement différent pour tous les échantillons.

V. 3. Analyses physico-chimique du yaourt



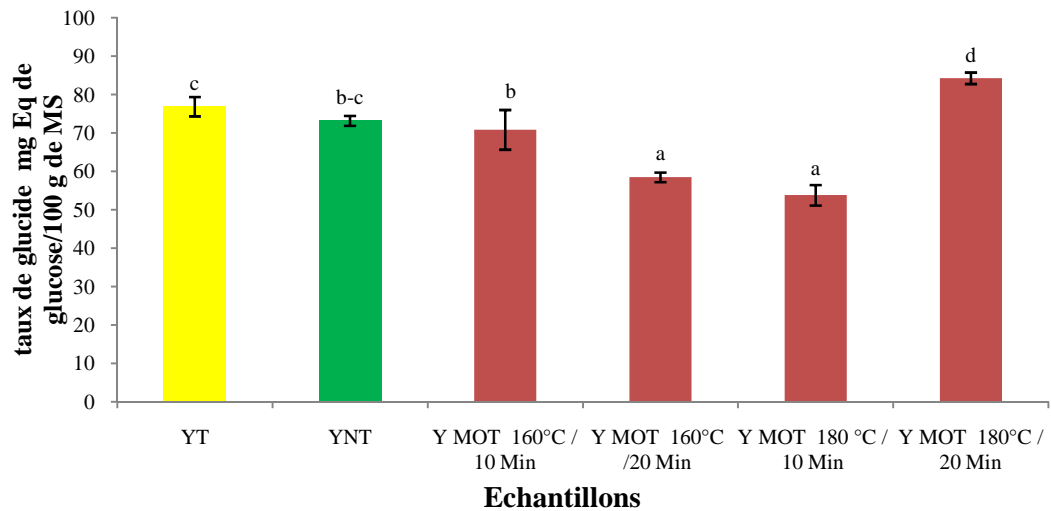
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$)

Figure N°33 : Analyses physico-chimiques du yaourt

- D'après nos résultats expérimentaux de l'humidité on marque une différence significative ($p < 0.05$) pour tous yaourts préparés.
- La Figure N°33 nous permet de comparer le degré de brix entre le yaourt témoin et le yaourt enrichi en poudres de *MO*. D'après nos résultats on note que le degré de brix de yaourt avec les poudres torréfié ne présente pas de différence significative (p

>0.05), contrairement au yaourt avec la poudre non torréfiée qui présente la valeur la plus élevée.

- Les résultats de la densité apparente de nos échantillons sont illustrés dans la figure N°33, qui montre une différence significative ($p > 0.05$).les yaourts incorporés de moringa présentent une densité supérieures à celle du yaourt blanc (témoin).



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

Figure N°34 : Teneur en sucres totaux des différents yaourts préparés

La teneur en sucre totaux des yaourts utilisés est résumée dans la figure N°34 déclare une diminution de 76,88% (yaourt témoin) jusqu'à 53,82% (180°C/10min), à l'inverse on observe une augmentation jusqu'à 84,26% pour le yaourt enrichie avec la poudre torréfiée à 180°C/20min.

V. 3.1. Suive de yaourt

V.3.1.1.Ph des yaourts au cours du stockage

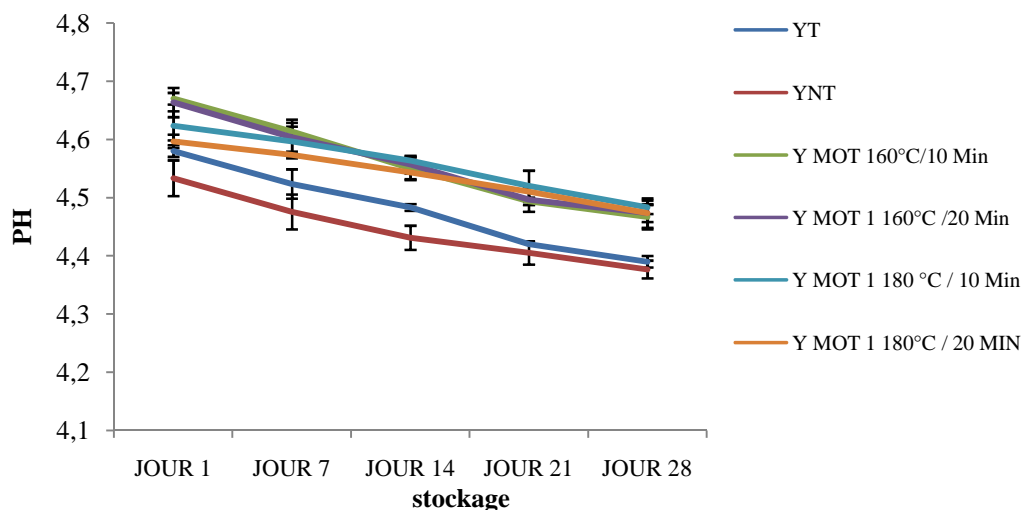


Figure N°35 : Evolution du PH au cours du stockage.

Le pH des yaourts (Figure N°35) diminue progressivement au cours du 28 jours de stockage, l'incorporation de la poudre de *Moringa* dans le yaourt brassé s'accompagne d'une diminution durant toute la période du stockage.

V.3 .1.2.L'acidité des yaourts au cours du stockage

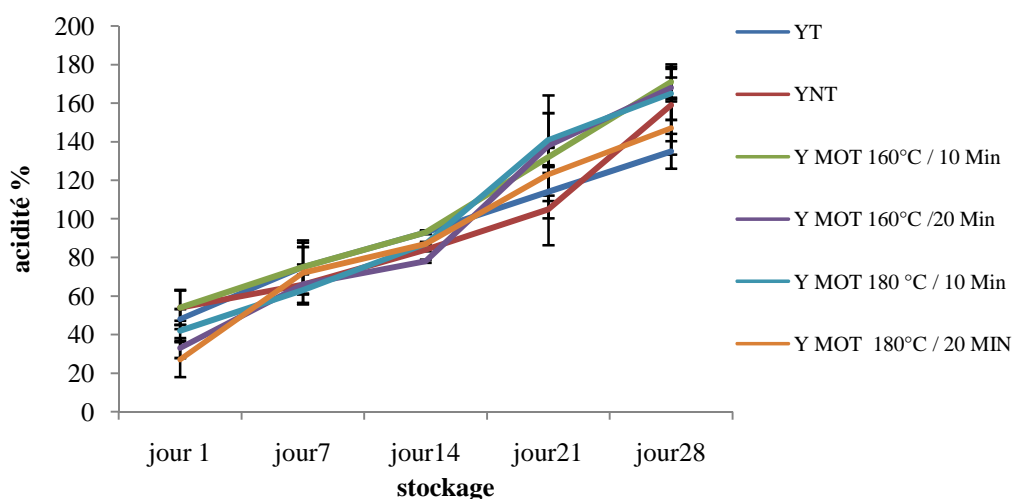


Figure N° 36: Acidité des différents yaourts

La présence de poudre de feuille *MO* dans le yaourt (Figure N°36) modifie l'acidité dès la première semaine, on note une augmentation modérée de l'acidité des différentes

yaourts. au delà de la deuxième semaine (7^{ème} jour) l'acidité continue d'augmenter d'une manière intense (63D°) pour le 7^{ème} jour jusqu'à (171D°) pour le 28 jour .

V.3.1.3. Le taux de synérèse au cours du stockage

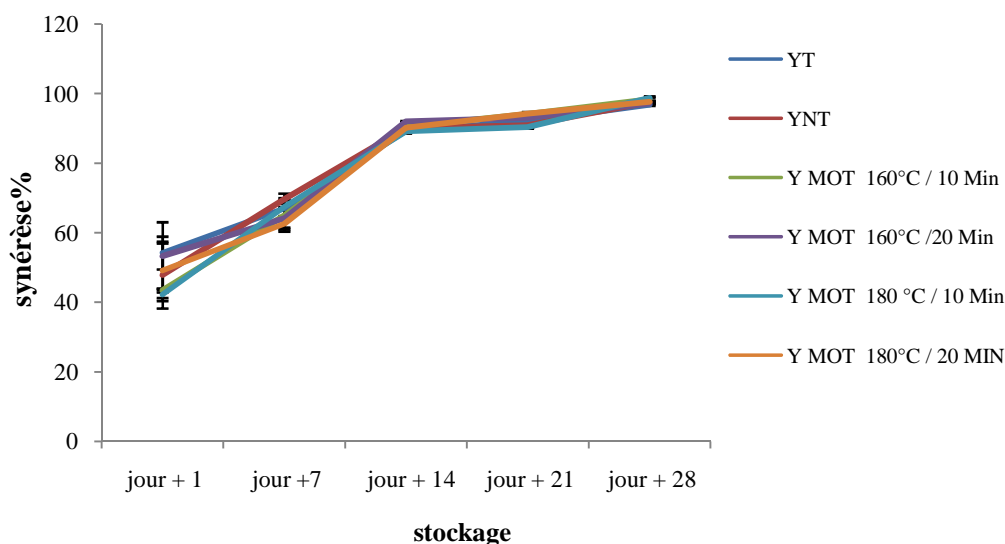


Figure N°37 : Taux de synérèse de yaourt

Les résultats de la **figure N°37** montrent une augmentation brusque du taux de synérèse au cours de l'analyse (42,2 % jour 1 et 92% jour 14) sauf qu'on constate une stabilité au 14^{ème} jour qui se suit par une légère augmentation durant la 4^{ème} (jour 21 au jour 28).

V.3.2. Suivi de la viabilité du probiotique dans les différents yaourts

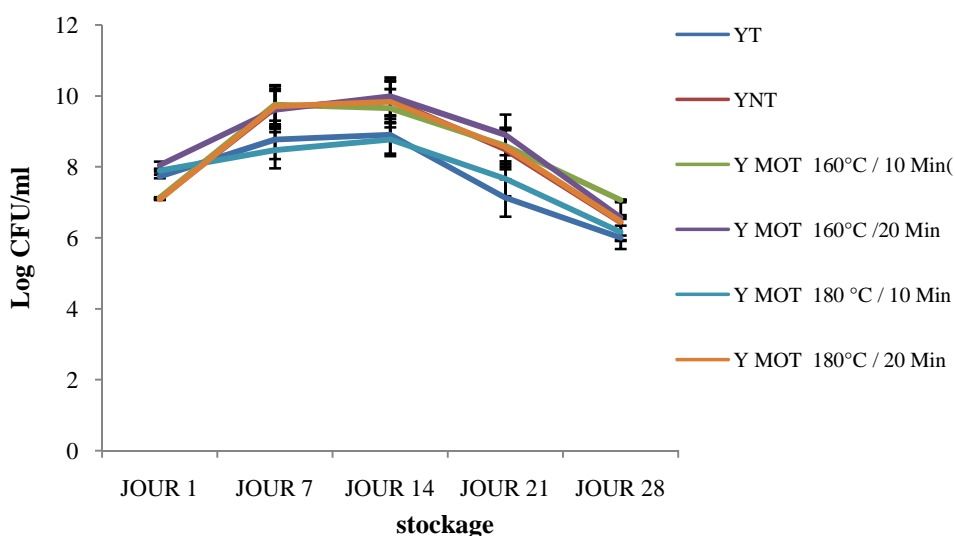


Figure N°38 : variation du probiotique (Bb12) de yaourt au cours de stockage

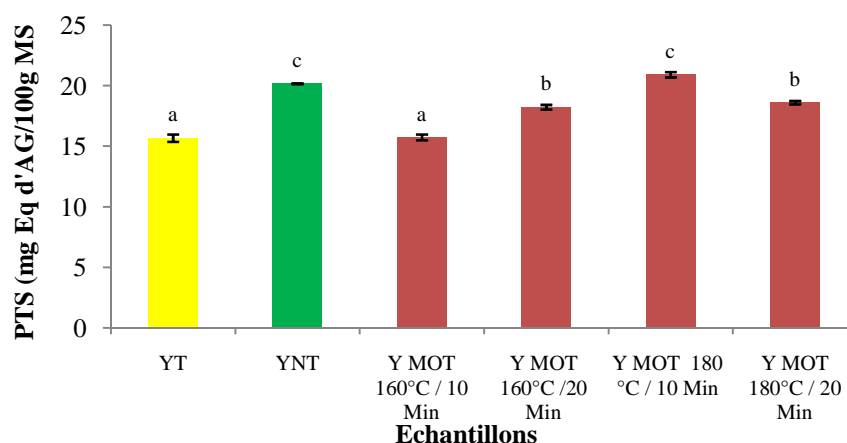
Selon la figure ci-dessus on note que le yaourt renferme la poudre (torréfiée et non torréfiée) affiche des valeurs en colonies bactérienne nettement supérieures à celle de yaourt sans poudre quel que soit la durée de stockage. La croissance du Bifidobactérium (BB12) dans le yaourt contenant de la poudre *MO* décrit une augmentation du 1^{er} au 14^{ème} jour pendant la durée de stockage. Puis une diminution est observée à partir de 21^{ème} jour (7,12 jusqu'à 6 pour le 28 jour).

V.4.Composés phénoliques et activité antioxydant

V.4. 1.teneur en composés phénolique

Nos conditions de travail, nous a permis d'obtenir les taux de composés phénolique présentés dans la figure qui montre une différence significative ($p > 0.05$).

V.4.1.1.teneur en phénols totaux



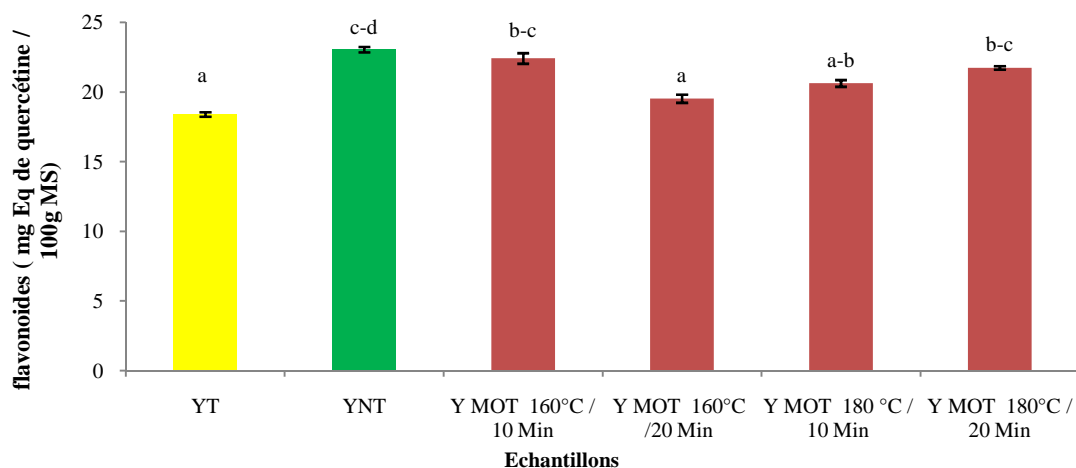
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$)

Figure N°39 : teneur en phénols totaux

Les différents extraits des yaourts testés (figure 39) se caractérisent par une variabilité de teneur en phénols totaux soluble. L'analyse statistique révèle que la teneur en PTS de l'extrait du yaourt témoin est significativement ($p < 0.05$) inférieure aux teneurs des extraits des yaourts incorporés de différentes poudres de *MO*, sauf que l'extrait du yaourt enrichi avec la poudre torréfiée à (160°C/10min) présente une valeur très proche de celle du témoin (15,67 mg Eq d'AG/ 100g MS pour le témoin et 15,73 pour YMOT (160°C/10mn) mg Eq d'AG/ 100g MS).

V.4.1.2 Teneur en flavonoïdes

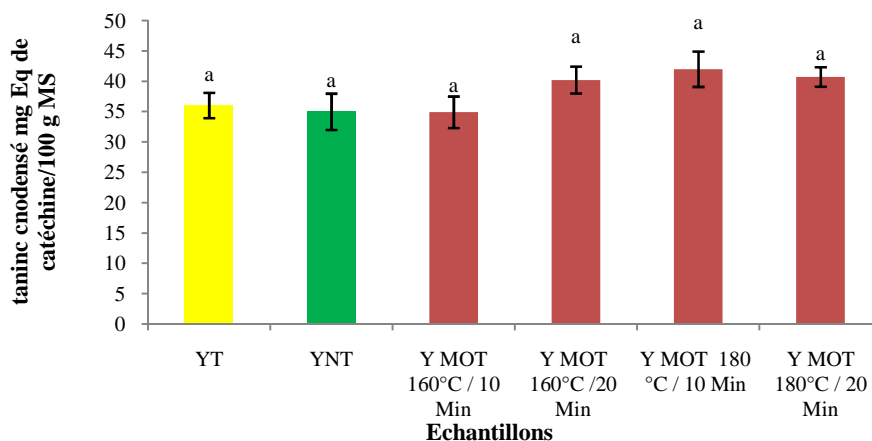
L'analyse statiques des extraits des yaourts étudiés présente une différence significative ($p < 0.05$) des teneurs en flavonoïdes, la valeur maximale de ces derniers est montré par l'extrait du yaourt enrichie avec la poudre non torréfiée (24,89 mg Eq/100g MS).



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

Figure N°40 : Teneur en flavonoïdes

V.4.1.3. Teneur en tannins



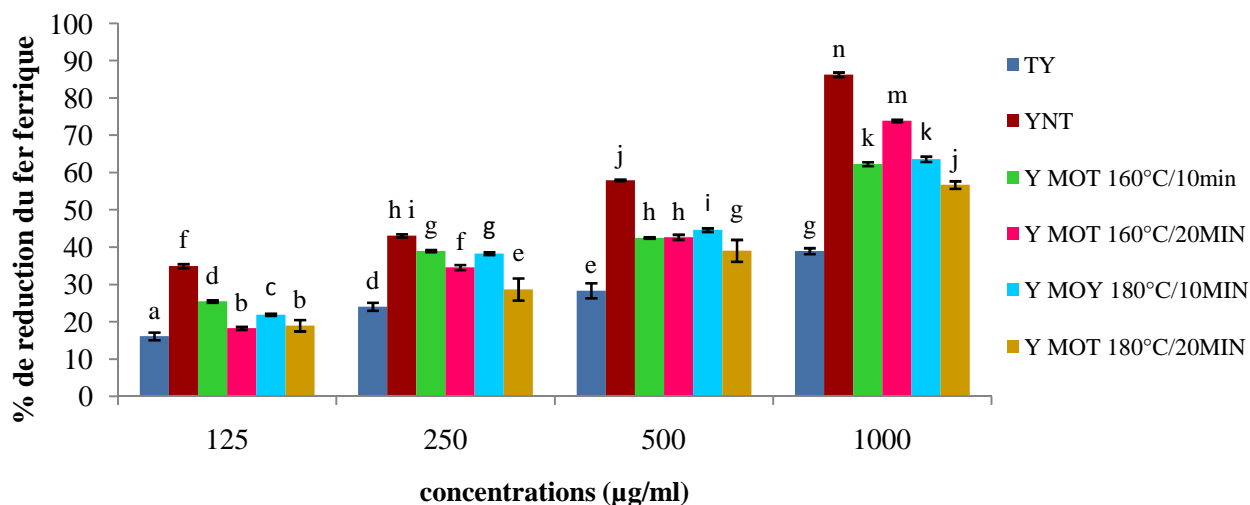
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$)

Figure N°41 : teneur en tanins condensé

La figure N° 41, montre que les teneurs des extraits de yaourts analysés en tannins condensés ne présentent pas de différence significative ($p > 0.05$).

V.4.2. Activité antioxydant

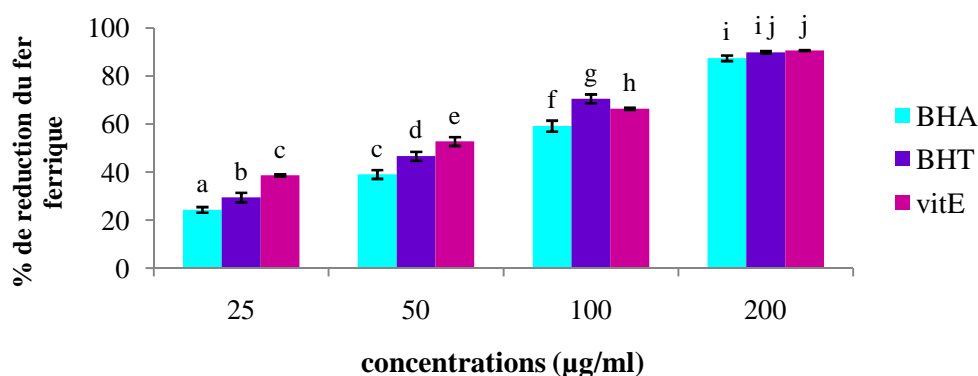
V.4.2.1 : Réduction du fer ferrique



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

Figure N°42 : Pouvoir réducteur du fer ferrique des extraits des yaourts à différentes concentrations

Comme indiqué dans la Figure N°42, les résultats de l'évaluation de la réduction du chlorure ferrique en fer ferreux par les extraits des six yaourts montrent une activité réductrice proportionnelle à la concentration des extraits. Donc l'activité réductrice des extraits testés augmente en augmentant leurs concentrations. Les données obtenues montrent que la capacité des extraits à réduire le fer ferrique (figure N°43) est largement inférieure à celle des standards (BHA, BHT, vit E). En effet, pour une concentration de $200\mu\text{g/ml}$ des standards, le pouvoir réducteur était de l'ordre de 87,45, 89,91 et 90,65 %, respectivement.



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

Figure N°43 : Pouvoir réducteur du fer ferrique de BHA, BHT et vit E à différentes concentrations

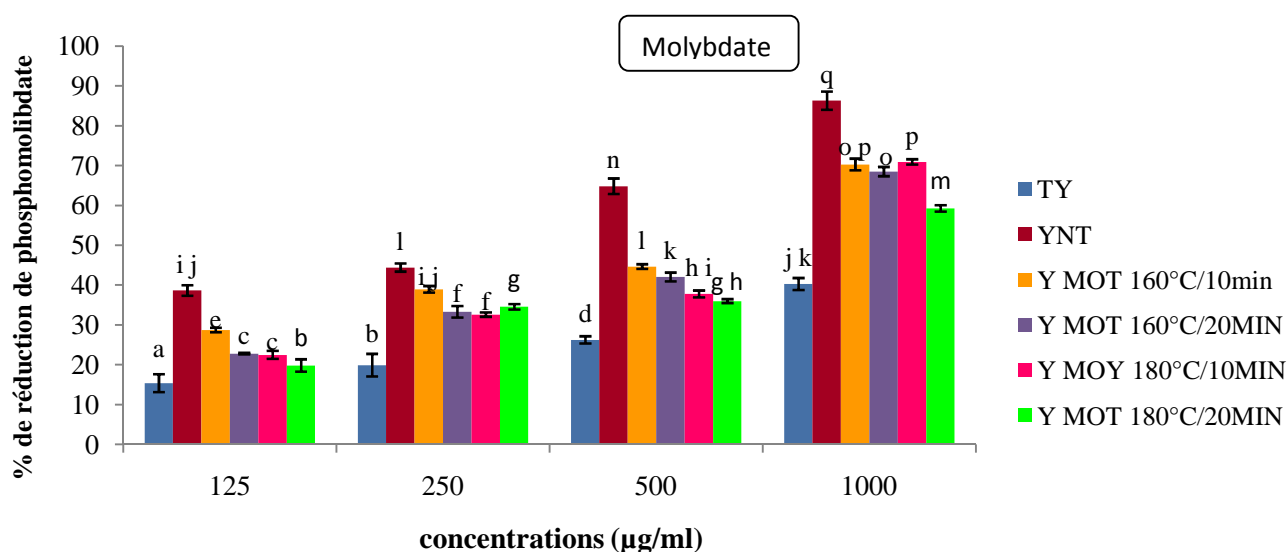
Ces résultats sont aussi confirmés par le calcul des concentrations des extraits inhibitrices de 50% du pouvoir réducteur (Tableau N°IX), l'IC₅₀ le plus bas est celui de l'extrait du yaourt enrichie de poudre de *MO* sans traitement avec 281,339µg/ml, donc il possède le pouvoir réducteur le plus élevé. Il est suivi respectivement par les extraits des yaourts : YMOT 160°C/20min, Y MOY 180°C/10min, Y MOT 160°C/10min, Y MOT 180°C/20min, TY.

Cependant, les IC₅₀ des extraits sont très supérieurs à ceux des standards BHA, BHT et vit E (65,11, 51,94 et 43,09 µg/ml ; respectivement), ce qui signifie que le pouvoir réducteur des différents standards analysés est beaucoup plus important que ceux des extraits.

Tableau N°IX: Résultats des IC₅₀ pour le test du pouvoir réducteur du fer ferrique

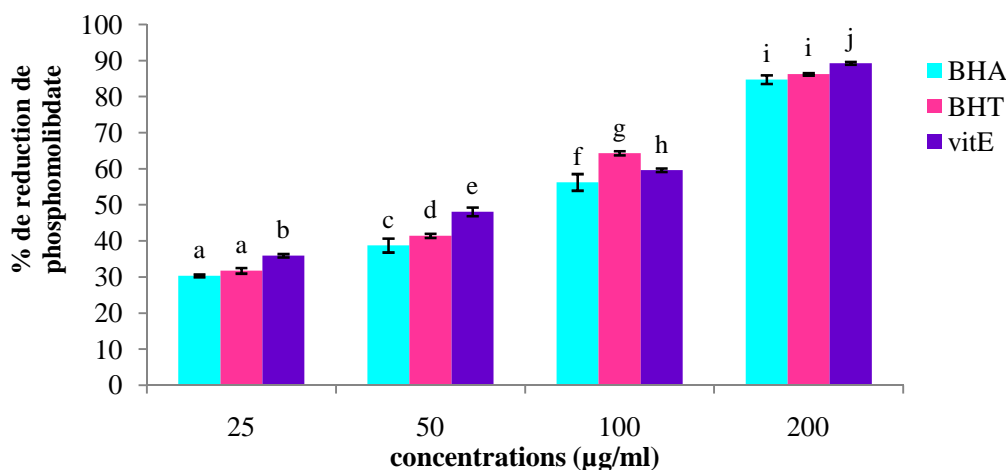
Extraits et standards	TY	YNT	Y MOT 160°C/10min	Y MOT 160°C/20min	Y MOY 180°C/10min	Y MOT 180°C/20min	BHA	BHT	Vit E
IC ₅₀ (µg/ml)	3182,42	281,339	563,46	478,37	535,57	781,66	64,21	56,70	50,72

V.4.2.2.Réduction du phosphomolybdate



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

Figure N°44 : Pouvoir réducteur du phosphomolybdate des extraits des yaourts à différentes concentrations



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

Figure N°45 : Pouvoir réducteur du phosphomolibdate de BHA, BHT et vit E à différentes concentrations

Dans la présente étude le pouvoir réducteur du molybdate a été testé en utilisant les extraits des yaourts préparés à plusieurs concentrations à savoir ; 125, 250, 500 et 1000 µg/ml (Figure N°44).

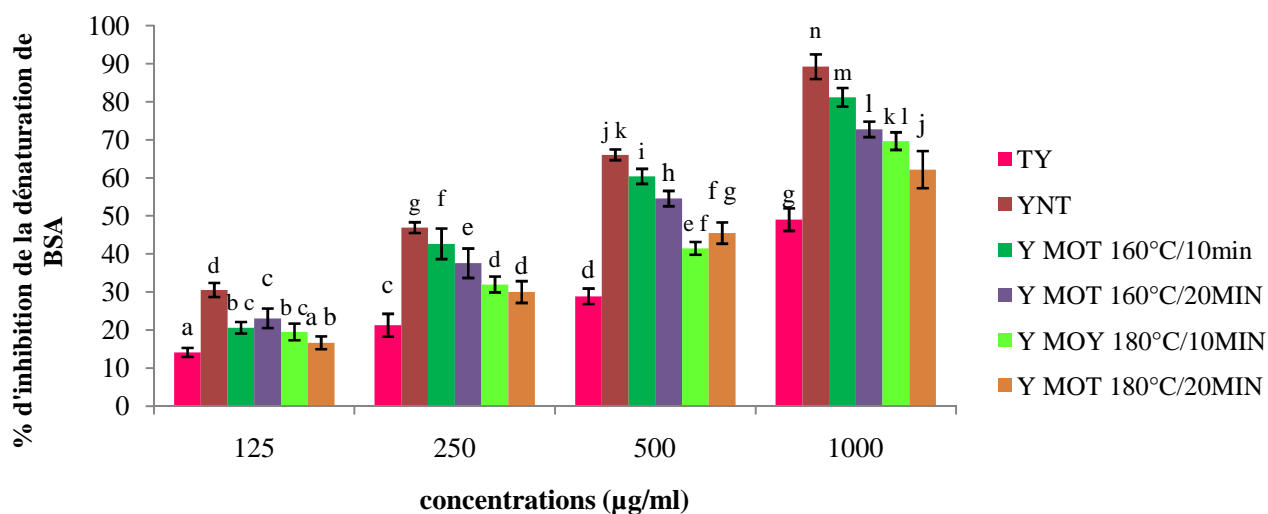
Les résultats du pouvoir réducteur du molybdate des extraits phénoliques de nos yaourts présentent des différences significatives qui varient en fonction de la concentration étudiée ($P < 0,05$), donc cette activité est proportionnelle à la concentration des extraits et on note qu'elle est plus importante dans les yaourts incorporés par rapport au témoin.

Dans ce travail, nous avons comparé le pourcentage de réduction, exprimé en concentration inhibitrice à 50% (IC50) de nos extraits à celui de la BHA, BHT et vit E (Figure 45). Les résultats obtenus en IC50 (**Tableau N°X**) montrent que les standards (BHA, BHT et vit E) présentent une meilleure efficacité réductrice que les extraits des yaourts.

Tableau N°X : Résultats des IC50 pour le test du pouvoir réducteur phosphomolybdate d'ammonium

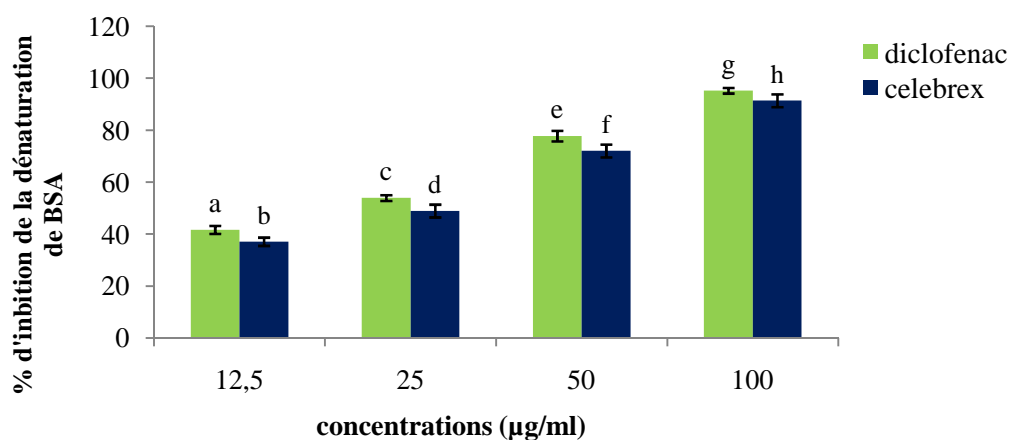
Extraits et standards	TY	YNT	Y MOT 160°C/10min	Y MOT 160°C/20min	Y MOY 180°C/10min	Y MOT 180°C/20min	BHA	BHT	Vit E
IC ₅₀ (µg/ml)	2899,16	246,73	445,69	525,95	536,86	733,236	65,11	51,94	43,09

V.4. 3. Activité anti-inflammatoire



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

Figure N°46 : Pourcentages d'inhibition de la dénaturation de BSA par les extraits analysés.



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

Figure N°47: Pourcentages d'inhibition de la dénaturation de l'albumine par
Le diclofenac et celebrex

Les données expérimentales de nos extraits des yaourts présentés dans la figure N°46. Les pourcentages d'inhibition de la dénaturation de la BSA sont significativement différents ($P < 0,05$) pour tous les échantillons, qui est proportionnel à la concentration de chaque extrait.

Cependant, tous les extraits ont montré une meilleure activité inhibitrice de la dénaturation de la BSA à une concentration de 1000 µg/ml.

Par rapport aux standards on marque toujours une augmentation plus importante que celle de nos échantillons (figure N°47).

Le diclofenac et le celebrex utilisés comme standards (**Tableau N°XI**) ont révélé des valeurs $IC_{50} = 18,56 \mu\text{g/ml}$ et $IC_{50} = 22,30 \mu\text{g/ml}$, respectivement ; donc on constate que leurs effets sont largement supérieurs à ceux des différents extraits testés.

Tableau N° XI: Résultats des IC_{50} pour l'inhibition de la dénaturation de la BSA par les extraits et standards testés

Extraits et standards	TY	YNT	Y MOT 160°C/10min	Y MOT 160°C/20min	Y MOY 180°C/10min	Y MOT 180°C/20min	Diclofena c	celebre x
$IC_{50}(\mu\text{g/ml})$	1347,10	264,44	338,90	401,12	530,21	595,22	18,56	22,30

V.5. Qualité microbiologique des yaourts

Les données d'analyse microbiologique des yaourts enrichis sont résumées dans le tableau N° XII.

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

Germes/ Recherche Yaourt	Coliforme Totaux	Coliforme fécaux	Staphylococcus aureus	Salmonelle	Levure	moisissure
YT	0	0	0	Abs	Abs	Abs
YNT	0	0	0	Abs	Abs	Abs
YMOT (160°C/10min)	0	0	0	Abs	Abs	Abs
YMOT (160°C/20min)	0	0	0	Abs	Abs	Abs
YMOT (180°C/10min)	0	0	0	Abs	Abs	Abs
YMOT (180°C/20min)	0	0	0	Abs	Abs	Abs
Normes	10 /g	1/g	10/g	Abs/25g	10 ₂ /g	Abs/g

Nos données ne mettent pas en évidence de contamination par les bactéries pathogènes qui se sont avérées absentes. Les six yaourts préparés sont de qualité microbiologique satisfaisante,

suivant les normes fixées par le J.O.R.A, 1998, ceci confirme le respect des bonnes pratiques d'hygiène lors de la manipulation.

V.6. Analyse sensorielle

V.6.1 Caractérisation des produits

dans le cadre d'analyse sensorielle (**husson et al., 2009**) à décrit que La caractérisation de produit permet de déduit le produit préférés en fonction de la préférence des jury donc c'est d'identifier les descripteurs qui discriminent mieux les produits afin de déterminer les caractéristiques importantes de ces derniers.

V.6.2. Pouvoir discriminant par descripteur

Ce test permet d'afficher les descripteurs ordonnés de celui qui a le plus fort pouvoir discriminant sur les produits à celui qui a le plus faible. Les valeurs de la p-value sont aussi affichées. Les résultats du test sont présentés dans la figure ci-dessous:

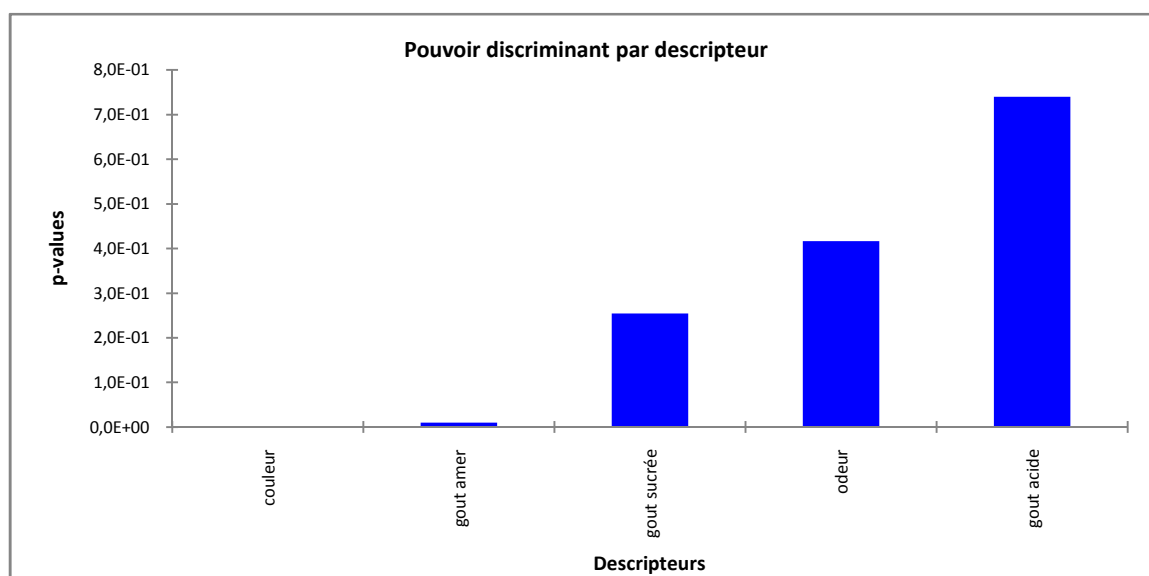


Figure N°48 : Pouvoir discriminant par descripteur

Les résultats de la figure présente les descripteurs ordonnés de plus discriminant au moins discriminant sur les six échantillons de yaourt brassé préparés

Les caractères goût acide, odeur, gout sucré, ont un pouvoir discriminant faible. Alors on déduit que les experts n'ont pas constaté des divergences des descripteurs énumérés pour les six échantillons dégustés.

Se qui concerne les caractères gout amer et couleur la figure montre que ils sont les plus discriminants. Cela prouve que les experts ont constaté des divergences de ces descripteurs pour les six échantillons enrichis avec les différentes poudres torréfiées à des différents de températures et temps de feuille de *MO*.

V.6.3.Coefficient des modèles

Dans ce test, on estime a affichés les résultats du traitement des données effectués pour chaque combinaison descripteur-produit (le coefficient, la moyenne estimée, la p-value ainsi qu'un intervalle de confiance sur le coefficient)

Résultats: Les résultats des coefficients du modèle sont représentés dans la figure suivante

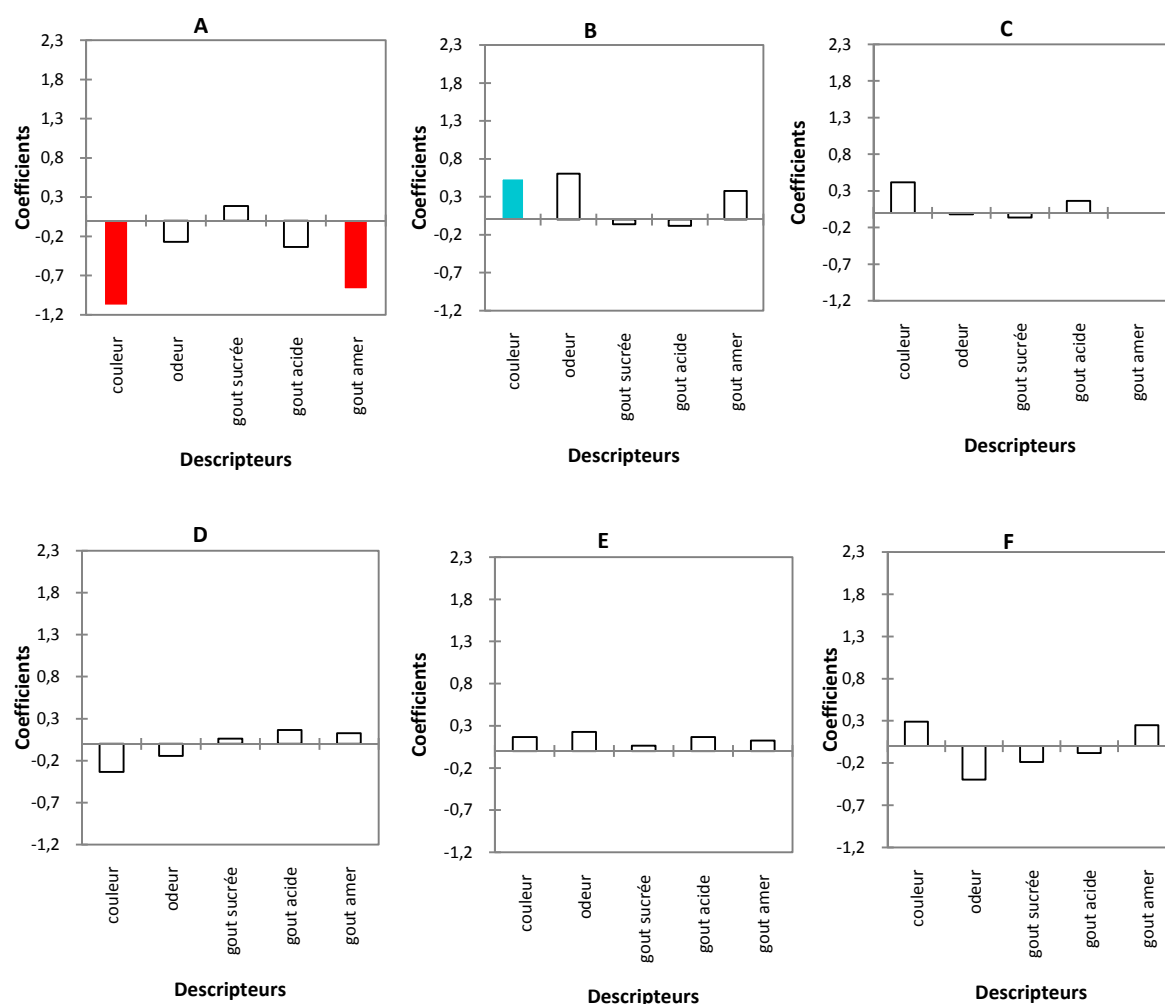


Figure N°49 : Coefficients des modèles des échantillons de yaourt brassé (A, B, C, D, E et F)

Les graphes présentés sur les figures permettent de définir l'appréciation ou le non appréciation des descripteurs des six échantillons de yaourt par les jurys experts. Les résultats sont notés comme suit :

- Bleu : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positifs,
- Rouge : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement négatifs,
- Blanc : les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatifs.

L'échantillon A : les caractéristiques : couleur et le gout amer sont en rouge et les autres caractéristiques (odeur, gout sucré et le gout acide) sont en blanc. Cela montre que l'échantillon A (yaourt témoin) est caractérisé par une couleur intense. Les autres descripteurs ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts et leurs coefficients ne sont pas significatifs.

L'échantillon B : le caractère couleur est en bleu et les autres caractéristiques est en blanc cela déclare que l'échantillon B (yaourt avec la poudre torréfié) est caractérisé par une couleur intense qu'est apprécié par les jurys.

Pour les échantillons C, D, E et F leurs descripteurs ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts et leurs coefficients ne sont pas significatifs.

V.6.4.Moyenne ajustée par produits

Ce test a comme objectif la définition : des moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit

Les résultats des moyennes ajustées par produit sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau N°XIII : Moyennes ajustées par produit pour les sujets experts

	couleur	gout amer	gout acide	odeur	gout sucrée
B	3,125	2,500	3,125	4,000	1,375
C	3,000	2,125	3,375	3,375	1,375
F	2,875	2,375	3,125	3,000	1,250
E	2,750	2,250	3,375	3,625	1,500
D	2,250	2,250	3,375	3,250	1,500
A	1,500	1,250	2,875	3,125	1,625

Le (tableau N°XIII) des moyennes ajustées par produit permet de faire ressortir les moyennes lorsque les différents produits et les caractéristiques sont croisés. Les cellules en

bleu sont les moyennes qui sont significativement supérieure que la moyenne globale, les cellules en rouge sont les moyennes qui sont significativement inférieure que la moyenne globale, les cellules en blanc sont les moyennes qui ne sont pas significatives

Les résultats sont comme suite :

- Le yaourt B : est caractérisé par une couleur intense (verte).
- Les yaourts C, F, E et D : présentes des caractéristiques moyennes
- Le yaourt A : se caractérise par une couleur et un gout amer intense négative et les autre caractéristiques sont moyennes

V.6.5. Cartographie des préférences

Cette méthode permet de relier les préférences exprimées par les consommateurs aux caractéristiques physico-chimiques, sensorielles ou économiques des produits. Cette approche est essentielle car ce n'est pas que sur cette base que les équipes marketing pourront adapter les produits aux goûts des consommateurs. Elle permet de visualiser sur une même représentation graphique (en deux ou trois dimension) d'une part des objets et d'autre part des indications montrant le niveau de préférence des consommateurs en certain points de l'espace de représentation.

V.6.6. Analyse en composantes principales (ACP)

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse de données multi-variées les plus utilisées. Elle permet d'explorer des jeux de données multidimensionnels constitués de variables quantitatives. (Jolliffe, 2002).

La carte ci-dessous présente les corrélations entre les variables et les facteurs par l'ACP.

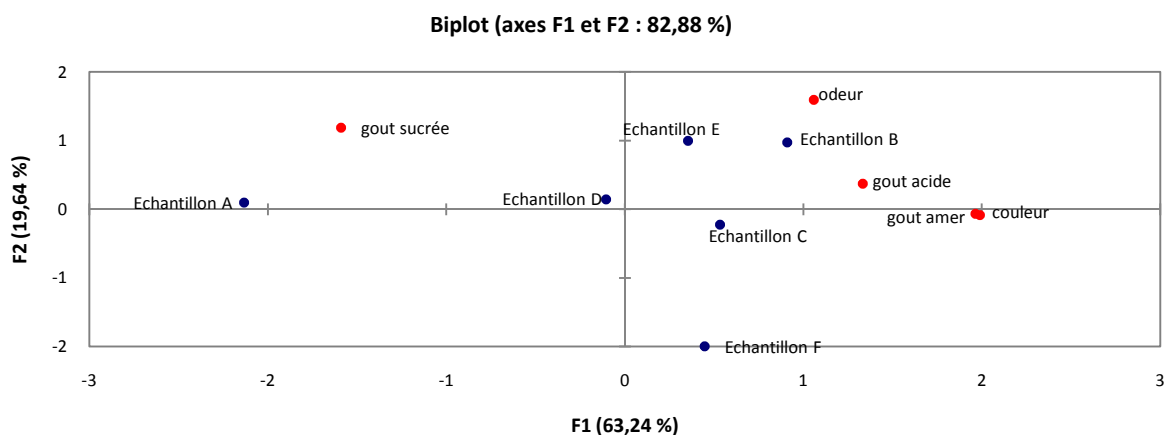


Figure N°50 : Corrélation entre les variables

Il a été constaté que les produits ont été perçus par les dégustateurs comme assez différents vu que tous les descripteurs sont présentés dans le cercle et qu'un niveau de 82,88 % de la variabilité a été enregistré.

V.6.7. Classification Ascendance Hiérarchique (CAH)

La CAH est une méthode de classification. Les résultats permettant de visualiser le regroupement progressif des données produisent un arbre binaire de classification (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus (Eviritt et al., 2001). La figure permet de représenter le profil des classes :

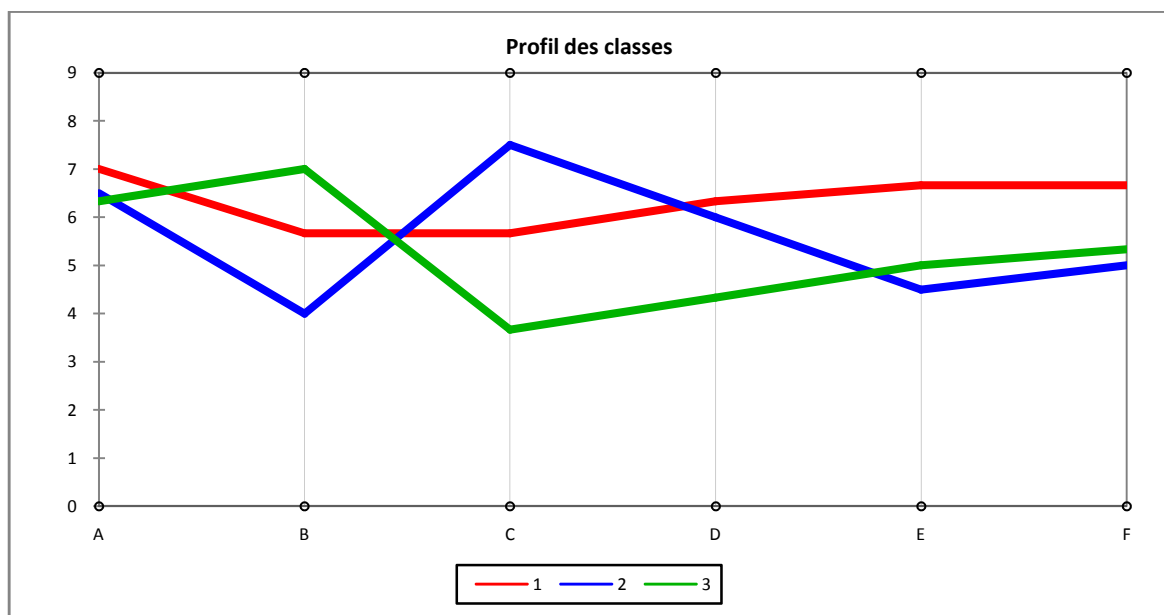


Figure N°51 : Profil des différentes classes créées.

La figure... permet de visualiser et de comparer graphiquement les moyennes des trois classes générées par la CAH

V.6.8.Synthèse de mapping des préférences**a. Les résultats :**

A Objets classés par ordre croissant de préférence :

B Pourcentage de juges satisfaits
Pour chaque objet :

classe 1	classe 2	classe 3
Produit B	Produit B	Produit F
Produit E	Produit E	Produit C
Produit C	Produit C	Produit B
Produit D	Produit D	Produit D
Produit F	Produit F	Produit E
Produit A	Produit A	Produit A

Objet	%
Produit A	100%
Produit B	33%
Produit C	0%
Produit D	100%
Produit E	33%
Produit F	67%

b. Discussion :

Le tableau A correspond à la classification des objets par ordre croissant des préférences. Dans ce tableau les échantillons sont affichés par ordre croissant de préférence pour chaque juge. L'échantillon le plus préféré pour les 3 classes est le produit A et D, par contre le produit C est le moins préférés

Le tableau B correspond au pourcentage de juges satisfait. Dans ce tableau sont affichés pour chaque produit le pourcentage de juges étant au-dessus du seuil fixé. Les échantillons A et D ont un pourcentage de satisfaction de 100%, suivi de l'échantillon E, avec un pourcentage plus petit par rapport aux 1^{er} échantillons qui est égale de 67%, après les échantillons B et E ont un faible pourcentage de 33% enfin on a l'échantillon C avec un pourcentage de 0%

V.6.9. Courbe de niveau et carte des préférences

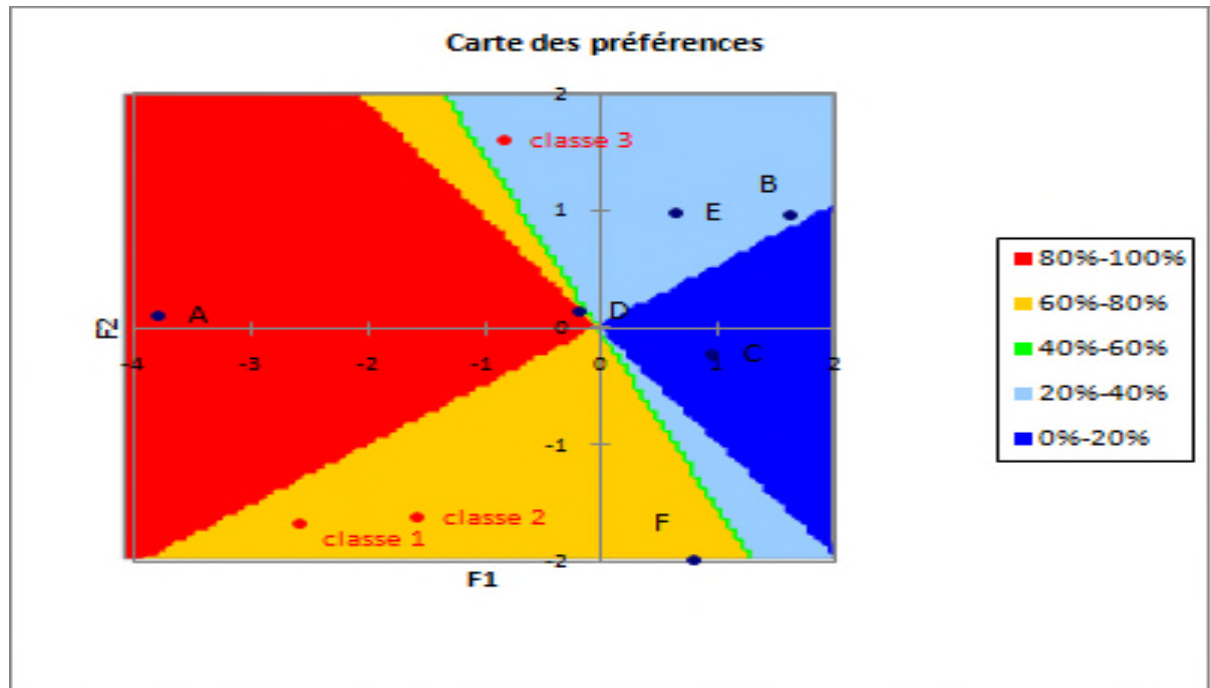


Figure N°52 : Courbe des niveaux et carte des préférences.

D'après la figure N°52 on remarque que les dégustateurs des trois classes favorisent les yaourts A et D sont en première position (80% - 100%) qui correspond au yaourt témoin et au yaourt avec la poudre torréfié a (160°C/20min). car ils ont un gout sucré. ensuite le yaourt F (60% - 80%) qui correspond au yaourt incorporé de *MO* torréfié a (180°C/20min).

Le moins préféré par les jurys sont les yaourts B et E (20%-40%) qui correspond au yaourt avec la poudre non torréfié et au yaourt incorporé de la poudre de *MO* torréfié a (180°C/10min)

Le yaourt c est faiblement préféré (0%-20%) qui correspond au yaourt incorporé avec la poudre de *MO* torréfié a (160°C/10min) parce que il présente un gout amer et une couleur faiblement aimée

Conclusion et perspectives

Notre travail est porté sur l'évaluation de l'effet de la torréfaction sur les paramètres physico-chimiques et les activités biologiques (prébiotique, anti-inflammatoire, antioxydante) des yaourts brassés élaborés à base de poudre des feuilles de *Moringa oleifera* torréfié et non torréfié.

Au terme de cette études nous avons mis l'accent sur les propriétés fonctionnelles de la poudre de feuille de *Moringa oleifera* non torréfié et torréfié et les analyses physico-chimiques (capacité de rétention d'eau, de l'huile, pouvoir gélifiant, capacité émulsifiante pH, brix densité et l'acidité) les résultats trouvé se diffère par rapport au traitement.

Les résultats après l'addition de la poudre de feuilles de *MO*aux yaourts préparés ont montré une diminution de pH (4,53 jusqu'à 4,376 pour le YNT et 4,67 jusqu'à 4,46 pour YMOT (160°C/10MN) accompagner d'une augmentation de l'acidité titrable(54 à 159 D° pour YNT et 54 à 171 D° pour YMOT (160°C/10MN).

La poudre de feuilles de *Moringa oleifera* a manifesté dans les yaourts incorporés un potentiel prébiotique avéré comme en témoigne la survie des bactéries probiotiques (*Bifidobacterium*, Bb12).Le nombre de UFC dans le yaourt contenant à la fois la poudre de *MO*et le probiotique (*Bifidobacterium*) est plus élevé que celui de yaourt contenant que les probiotiques. A l'issu des 28 jours de stockage, l'utilisation de poudre de feuilles de *Moringaoleiferapermis* de maintenir la viabilité des souches bactériennes.

l'incorporation de la poudre de *MO* dans le yaourt brassé a révélé une richesse en composés phénoliques : phénols totaux solubles (20,16 mg Eq AG/100gMS pour YNT et 20,91 mg Eq AG/ 100g MS pour YMOT (180°C/10MN), flavonoïdes (23,05 mg EqQ/ 100MS pour YNT et 22,41 mg EqQ/ 100gMS pour YMOT(160°C/10MN))et tannins condensés (34,98 mg Eq CAT/ 100g MS pour YNT et 101,44 mg EqCAT/ 100g MS pour YMOT (180°C/20MN).

Les différents extraits testés ont manifesté une activité antioxydant importante mesurée in vitro par le test du pouvoir réducteur (fer ferrique et molybdate) .Une forte activité anti-inflammatoire a été exhibée par les extraits des yaourts enrichis par rapport au yaourt témoin.

L'Analyse microbiologie indique que La qualité microbiologique du yaourt brassé enrichi par la poudre de *MO* torréfié et non torréfié est satisfaisante.

Les résultats obtenus pour l'analyse sensorielle nous ont montré une forte appréciation pour le yaourt enrichi en feuille de *Moringa oleifera* torréfié à (160°C/20MN) par rapport au non torréfié ce qui indique que la torréfaction améliore la qualité sensorielle des aliments.

Les résultats obtenus méritent d'être poursuivis et approfondis pour préciser les conditions et modalités d'utilisation de *Moringa oleifera* dans le yaourt brassé et valoriser ses nombreuses potentialités :

- De nombreuses analyses seraient nécessaires pour mieux connaître les valeurs nutritionnelles de ce yaourt
 - Etudier l'effet de taux plus élevés de poudre de *M.O.* sur la qualité du yaourt.
 - Mesure des propriétés rhéologiques des yaourts;
 - Effectuer des recherches plus approfondies sur le pouvoir antioxydant, anti-inflammatoire et d'autres effets thérapeutiques,
 - Améliorer la qualité sensorielle du yaourt enrichi avec *Moringa Oleifera*

A

AbdElmoneim O., Elkhalfa., Rita Bernhardt. (2010). Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour. *Food Chemistry*,121: 387–392.

Adrian J., Potus J. et Frangne R. (2003). La science alimentaire de A à Z. 3^{ème} édition.TecetDoc. Lavoisier. Paris. P: 579.

Afssa.(2005). Effets des probiotiques et prébiotiques sur la flore et l'immunité de l'homme adulte.

Agil, R., Gaget, A., Gliwa, J., Avis, T, J., Willmore, W, G., Hosseeinian, F. (2013). Lentils enhance probiotic growth in yogurt and provide added benefitof antioxidant protection.*FoodScience and Technology*, 50, 45-49.

Alam, M.N., Bristi, N.J., Rafiquzzaman M. (2013). Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21 (2): 143-152.

Al-Sheraji S. H., Ismail A., Manap M. Y., Mustafa Yusof R. M. et Hassan F.A.(2013). "Prebiotics as functional foods: a review." *Journal of functional foods*5(4): 1542-155.

Amaglo, NK, Bennett, IA, Lo Curto, RB, Rosa, EAS, Lo Turco, V., A. Giuffrid, A. Lo Curto, A., Crea, F. et Timp o, GM (2010). Profilage de substances phytochimiques et de nutriments sélectionnés dans différents tissus de l'arbre polyvalent *Moringa oleifera* L., cultivé au Ghana. *Food Chem.* 122, 1047-1054.(

Amrouche T. 2005. Contribution à l'étude du pouvoir immunomodulateur des bifidobactéries : analyse *in vitro* et étude *ex vivo* des mécanismes moléculaires impliqués. Thèse de Doctorat. Université Laval, Québec.155p

Anne-Laure B., Vessela A-P., Jacques G., Barreau C. et Forget-Richard F. (2007).Analyse de facteurs biochimiques interagissant dans le processus de biosynthèse des TCTB.*Colloque Fusariotoxines des Céréales-Arcachon*

Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., and Gilani, A. H. (2007). "Moringa oleifera: a food plant with multiple medicinal uses." *Phytotherapy research*, 21(1), 17-25.

Apilado, O.S., Oliveros, M.C.R., Sarmago, I.G., Magpantay, V.A. & Lapitan, R.M. (2013). Chemical Composition, Sensory Quality and Acceptability of Cream Cheese from Pure Buffalo's Milk Added with Malunggay (*Moringa oleifera* L.) Leaf Powder. *Philippine Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 39(1): 91-98.

Aslam, M., Anwar, F., R. Nadeem, U. Rashid, TG, TG et M. Nadeem (2005). Composition minérale de feuilles et de gousses de *Moringa oleifera* provenant de différentes régions du Punjab, au Pakistan. *Asian J. Plant Sci.* 4, 417–421.

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.

Asante, W. J., Ochire-Boadu, K., and Baatuuwie, N. (2012). "Initial growth response of *Moringa oleifera* seedlings to different soil amendments." *African Journal of Agricultural Research*, 7(45), 6082-6086.

Atakpama, W., Kponor, E. G. E., Kanda, M., Dourma, M., M'tékounm, N., Batawila, K., and Akpagana, K. (2014). "*Moringa oleifera* Lamarck (Moringaceae): une ressource phytogénétique à usage multiple." *Sciences de la vie, de la terre et agronomie*, 2(1).

B

Baba ,M.D.,Yakubu ,G.,Yelwa,J .M.,and Haruna ,L.(2015)."Costs and Returns of moringa (*Moringa oleifera*)Production in Zuru local Government Area of kebbi state ,Nigeria."New York science journal,8(1),36-40.

Bartosch S., Woodmansey E. J., Paterson J. C., McMurdo M. E., & Macfarlane G. T., 2005. Microbiological effects of consuming a symbiotic containing *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium lactis*, and oligofructose in elderly persons, determined by real-time polymerase chain reaction and counting of viable bacteria.*Clinical Infectious Diseases*, 40,28-3.

Benítez, V., Cantera, S., Aguilera, Y., Mollá, E., Esteban, R. M., Díaz, M. F., and Martín-Cabrejas, M. A. (2013). "Impact of germination on starch, dietary fiber and physicochemical properties in non-conventional legumes." *Food Research International*, 50(1), 64-69

Bennett, RN, Mellon, FA, Foidl, N., Pratt, JH, Dupont, MS, Perkins, L. et Kroon, PA (2003). Profilage des glucosinolates et des composés phénoliques dans les tissus végétatifs et reproducteurs des arbres à usages multiples *Moringa oleifera* L. (arbre du raifort) et *Moringa stenopetala* L. *J. Agric. Food Chem.* 51, 3546 à 355

- Berger M. (2006).** Manipulation nutritionnelle du stress oxydant : état des connaissances *.Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20 :50-57
- Bodinier M. et Gourbeyre P. 2012.** Les prébiotiques : une stratégie pour lutter contre les allergies. Prebiotics: a strategy to fight allergies. *La Lettre du Pneumologue*. 15 : 4
- Boizot, N., & Charpentier, J.-P. (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., Zaidi, F., Hosseinian, F., & Oomah, B. D. (2014).** Effects of faba bean (*Vicia faba* L.) flour on viability of probiotic bacteria during kefir storage. *Journal of Food Research*, 3(6), 13
- Bouhnik Y., Flourie B. et D'Agay-Abensour L., (1997),** Administration of transgalactooligosaccharides increases fecal bifidobacteria and modifies colonic fermentation metabolism in healthy humans. *J Nutr* 1997;127:444–8. K.
- Bossu C. M., Ferreira E. C., Chaves F. S., Menezes E. A. and Nogueira A. R. A. (2006).** Flow injection system for hydrolysable tannin determination. *Microchemical Journal*, 84: 88-92
- Broin .M. (2005).** composition nutritionnelles des feuilles de *Morinaga oléifère*. CTA.sp. disponible sur <http://www.morinaga.us.org>
- Brozowaska, J et Hanower, P. (1976).** Sur les composés phénoliques des végétaux et leur rapport avec un déficit hydrique chez des cotonniers. *Annales de l'université d'Abidjan, série C (sciences)*, XII.
- Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales. *Lavoisier*, 367-420.
- Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie-phytochimie, Plantes médicinales. Techniques et documentation. Lavoisier, Paris. P 198-260
- Bruzzone F., Ares G., Gimenez A. (2013).** Temporal aspects of yogurt texture perception. *International Dairy Journal* Volume 29, Issue 2, pp :124-134.
- Buruleanu .L ,Manea .I.(2006)** .influence des traitements thermiques sur la composition des jus végétaux substrats pour la fermentation lactique .Scientific study et research vol.VII

C

- Cai Y.-Z., Sun M., Xing J., Luo Q. and Corke H. (2006).** Structure-radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. *Life Sciences*, 78: 2872-288

- Chaiyana, W., Anuchapreeda, S., Leelapornpisid, P., Phongpradist, R., Viernstein, H., and Mueller, M. (2016).** Development of Micro emulsion Delivery System of Essential Oil from *Zingiber cassumunar Roxb.* Rhizome for Improvement of Stability and Anti - Inflammatory Activity. *AAPS PharmSciTech*, 18: 1332–134
- Charles, M et Benbrook, P.-D. (2005).** Accroître la teneur en antioxydants des aliments grâce à l'agriculture et à la transformation alimentaire biologiques. OrganicCenter for éducation et promotion: 6.
- Chau, C., and Cheung, P. (1998).** "Functional properties of flours prepared from three Chinese indigenous legume seeds." *Food chemistry*, 61(4), 429-43
- 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.
- Cheurfa, M., Allem, L. (2015).** Évaluation de l'activité anti-oxydante de différents extraits des feuilles d'*Aloysia triphylla* (L'Hérit.) d'Algérie in vitro. *Lavoisier, 1-7.*
- (CODEX ALIMENTARIUS, 1975.-Normes n°A 11(A).- Rome : FAO/OMS.- 86p**
- Collin, S et Grouzet, J. (2011).** Polyphénols et procédés. Lavoisier :1-333.
- Corradini C, Cavazza A, Bignardi C (2012)** High-performance anion-exchange chromatography coupled with pulsed electrochemical detection as a powerful tool to evaluate carbohydrates of food interest: principles and applications. *Int J Carbohydr Chem* 2012:487564

D

- Dacosta, E., 2003.** Les phytonutriments bioactifs. Ed. Yves Dacosta, Paris. Pp : 317-322.
- Derrier, M and Mercatello, A. (1997).** Place des anti-inflammatoires non stéroïdiens en période périopératoire. Intérêt et limites. *Ann Fr Anesth Réanim*, 16 :498-520.
- Deshpande S. S., Cheryan M., et Salunkhe D. K. (1986).** Tannin analysis of food products. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 24 (4): 401–449.
- Devillier, Ph., Millart, H and Advenier, C.(1996).** Action anti-inflammatoire des glucocorticoïdes. *Rev.Fr. Allergol*, 36(8) :937-941.
- Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P. and Vidal N. (2006).** Antioxydant activity of some Algerian medicinal plant extract containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, 97: 654-660.

E

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

Everitt B.S., Landau S., Leese M. (2001). Cluster analysis, 4ème édition . Arnold, London.P.35-42.

F

Fahey, J. W. (2005). "Moringa oleifera: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1." *Trees for life Journal*, 1(5), 1-15.

Farooq, Z., and Boye, J. I. (2011). "Novel food and industrial applications of pulse flour and fractions-11.

Femia A.P., Luceri C., Dolara P., Giannini A., Biggeri A., Salvadori M., Clune Y.,Collins K.J., Paglierani M., Caderni G. (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**: 1953-1960.

Fiszman S.M., LuchM.A.,Salvador A. (1999). Effect of addition of gelatine on Micro structure of acidic milk gels and yoghurt andon their rheological properties. *International Dairy Journal*,9,895-901 **Fugliet.J. (2001).**combating malnutrition with moringa the miracle tree:the multiple attributes of moringa –CTA.Publication .wageningen.the Netherland ,117 136.**olson M.E. (2001).**woodn and bark anatomy in moringa (moringareae),*HESELTONIA* .8:85 -121

Foidl, N., Makkar, H., and Becker, K. (2001). "Potentiel de Moringaoleifera 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

Gordon,JI.,klaenhammer ,TR,(2011):A renevons with our microbes .*proc Natl Acadsci U.S .A*; 108 (suppl):4513-5. Guo, W., Kong, E and Meydani, M. (2009).Dietary Polyphenols, Inflammation andCancer. *Nutrition and cancer*, 61(6):807-810.

Grosdemange A. 2014. Impact du microbiote intestinal sur le système immunitaire de l'enfant. Thèse de docteur en pharmacie. Université de lorraine. 101p.

Guo, W., Kong, E and Meydani, M. (2009). Dietary Polyphenols, Inflammation and Cancer. *Nutrition and cancer*, 61(6):807-810.

Gowrishankar, R., Kumar, M., Menon, V., Divi, SM, Saravanan, M., Magudapathy, P., Panigrahi, BK, Nair, KG et Venkataramaniah, K. (2010). Études d'éléments traces sur *Tinospora cordifolia* (Menispermaceae), *Ocimum sanctum* (Lamiaceae), *Moringa oleifera* (Moringaceae) et *Phyllanthus niruri* (Euphorbiaceae) à l'aide de PIXE. *Biol. Trace Elem. Res.* 133, 357-363

H

Habibur Rahman., Chinna Eswaraiah, M., Vakati, K., and Madhavi, P. (2012). *In vitro* studies suggest probable mechanism of *Eucalyptus* oil for anti-inflammatory and antiarthritic activity. *International Journal of Phytopharmacy* , 2(3): 81-83.

Hagerman A. E. 2002. Tannin chemistry. *Tannin Handbook*. 86: 104 -105

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

Hulm F. 2001. La santé de l'intestin. Rapport de synthèse de Fair-Flow Europe concernant l'impact des pro- et prébiotiques sur la santé. Institut National de la Recherche Agronomique. France.

Husson F. and Page J.(2009). Sensorielle. Manuel méthodologique. 3ème éd. Lavoisier, V.23, p.16.

I

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

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): 661-66

Jain, PJ, Patil, Dakota du Sud, Haswani, NG, Girase, MV et Surana, SJ (2010). Activité hypolipémisante de *Moringa oleifera* Lam., Moringaceae, sur l'hyperlipidémie induite par la graisse chez des rats albinos. *Braz. J. Pharmacogn.* 20, 969–973.

Jolliffe I .T(2002). *Principal Component Analysis*, 2ème Ed. Springer, New York, p. 13-18.

K

Kieran M. Tuohy., Hollie M. Probert., Chris W., Smejkal., Glann R., Gibson. (2003). Using probiotics and prebiotics to improve gut health. *Therapeutic focus*. vol. 8

Kim, H.P., Son, K.H., Chang, H.W and Kang, S.S. (2004).Anti-inflammatory Plant Flavonoids and Cellular Action Mechanisms. *J PharmacolSci* ,96 : 229- 245

K.Rebbas,Rbounar,R.Gharzouli,M.Ramadani,y.Djellouli,D.Alatou.(2012).plantes d'intèrèt mèdicinal et ècologique dans la r`egion d'ouanougha (M'sila,Algérie).Article original .10:131 –142.

L

Li H.,Wang X.,Li Y.,Li P.,Wang H. 2009.Polyphenolic compounds and antioxidant properties selected chine wines.*Food Chemistry*,112:454-460.

Lin, X, Racette, SB, Lefevre, M., Spearie, CA, Most, M., Ma, L. et Ostlund, RE Jr. (2010). Les effets des phytost`erols pr`esents dans les matrices alimentaires naturelles sur le m`etabolisme.

M

Manaheji, H., Jafari, S., Zaringhalam, J., Razazadeh, S.,Taghizadfarid, R., 2011. Effets analg`esiques desextraits m`ethanoliques de la feuille ou de racinede *Moringa oleifera* chez le rat. *ZhongJie Xi YiXueBao Il*, 9 (2) : 216-222.

Manguro, LO et Lemmen, P. (2007). Ph`enoliques de feuilles de *Moringa oleifera* . *Nat. Prod. Res.* 21, 56–68 .

Macheix J., Fleuriet A., Jay-Allemand C. (2005). Les compos`es ph`enoliques des v`eg`etaux (un exemple de m`etabolites secondaires d'importance `economique). Edition technique et documentation, *Lavoisie*.

Macheix, J.-J ., Fleuriet, A et Jay-Allemand, C. (2005). Ammie fleuriet christian jay-Allemand, les compos`es m`etaboliques des v`eg`etaux ; un exemple de m`etabolites secondaires d'importance `economique. *Presses polytechniques et universitaires romande* .

Madhuri, V., Dashawn, S.K., and Kent, L.E. (2008). Health effects of foods rich in polyphenols. In: *Wild-type food in health promotion and disease prevention*. HumanaPress Inc., Totowa, pp; 393-412.

Martin L. 2009. Probiotiques, pr`ebiotiques, symbiotiques et « m`etabiotiques » ce qu'il faut savoir. Th`ese de Doctorat d'immunologie, Universit`ede Tours. `Equipe «Cellules Dendritiques, Immunomodulation et Greffes». INSERM .

Martin, S et Andriantsitohaina, R. (2002). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de cardiologie et d'angéiologie ; Pharmacologie et physico-chimie des interactions cellulaires et moléculaires*, 51 : 304–315 .

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

Mizushima, Y., and Kobayashi, M. (1968). Interaction of anti-inflammatory drugs with serum proteins, especially with some biologically active proteins. *J. Pharm.Pharmac*, 20:169-173 .

Morimitsu ,y .,Hayash ,k .,nakagawa ,y .,fujii .,H .,Horio,f.,uchida,k.,andosawa ,(2000) ,Antiplatelet and anticancer isithioyantes in Japanese domestic norseradish ,wasabi .mechanismsofageing and development ,116(2) ,125-134.

Morris ,D.L . (1948).Quantitative determination of carbohydrates with Dreywcd' s hthme reagent .science ,5 mars 1948,107,254-255 .

Mosera M., Sentko A. et Alexiou H. 2014. Inulin and Health Benefits. Polysaccharides. *Springer International Publishing Switzerland*.

Motamed, B et Texier, H.(1999).sources et caractéristiques des composes phénoliques dans l'estuaire de la seine.*Oceanologica Acta ;23* : 167-174.

Mueller-Harvey, I. et Mc Allan, A.B. (1992). Tannins: their biochemistry nutritional properties. *Adv. Plant Cell Biochem. Biotechnol.* p1, 151-217 .

Muster, D. (2005). Médicaments de l'inflammation. *EMC-Stomatologie*,1-21-29.

N

Naczk, M., and Shahidi, F. (2004). "Extraction and analysis of phenolics in food." *Journal of Chromatography A*, 1054(1), 95-111.

Nobre C., Teixeira J.A et Rodrigues L.R. 2012. Fructo-oligosaccharides purification froma fermentative broth using an activated charcoal column. *New Biotechnology*. 29 : 3.

Nweze, N . O. And F . Nwafor . (2014) . Phytochemical ,proximate and mineral composition of leaf extracts of Moringa *oleifera* lam.from nsukka ,sonth-estrem Nigeria .IOSR journal of pharmacy and biological sciences 9(1):99-103.

O

Olson M.E (2001) .Wood and bark anatomy in Moringa (Moringaceae).*Haseltonia*.8:85-121.

Ojeil, A ., El Darra, N ., El Hajj, Y ., Bou Mouncef, B ., Jrizk, T et Gmaroun, R. (2010).Identification et caractérisation de composes phénoliques extraits du raisin château ksara. *Lebanese Science Journal*, 11(2):117-131.

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

Orban, J. (2011). Oxygène, stress oxydant. Désordres métaboliques et réanimation. P428-43 .

osborne,D.R,voogt p. (1986).Anàlisis de los nutrientes de los alimentos Zaragoza . Ed .Acribia . (p258).

P

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

Perinel E., pages J. (2004). Optimal nested cross-over designs in sensory analysis, foodQuality and Preference, vol. 15, N° 5, p. 439-446.

Pincemail, J., M. Meurisse, R. Limet & J. Defraigne (1999) Espèces oxygénées activées, antioxydants et cancer. Medi-Sphere, 97, 29-33.

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.

Purwandi U., Shah N P and Vasiljevic T. 2007. Effets of exopoly saccharide producing strains of streptococcus thermophilus on technological and rheological properties of set-type yoghurt. International Dairy journal.

R

Rada-Mendoza, M., Sanz, M. a. L., Olano, A. n., & Villamiel, M. (2004). Formation of hydroxymethylfurfural and furosine during the storage of jams and fruit-based infant foods. Food chemistry, 85(4), 605-609

Revel,j,e al.Gajer ,p. ,Abdo , Z .,schneider ,GM ,koennig . ,MCCulle ,SL .,et al .(2011)., vaginal microbiome of reproductive –age women proc Natl ACad SCi USA;108(supp 1) :4680-7.

Ribéreau-Gayon P. (1968). Les composés phénoliques des végétaux. Paris: Dunod.173-201p .

Rousseau V. 2004. Evaluation d'oligosaccharides a effet prébiotique vis-à-vis de la microflore vaginale. Thèse de Doctorat. Microbiologie et Biocatalyse Industrielle. L'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse.186p.

Roussos, P. A., Sefferou, V., Denaxa, N.-K., Tsantili, E., & Stathis, V. (2011). Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load. *Scientia Horticulturae*, 129(3), 472-478 .

S

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

Saint sauveur A., et broin .M.(2010). produire et transformer les feuilles de moringa in Moringa Association of Ghana .

Salma ,W.M.,S.S.Aida and T.V.Eman ,(2014) .Development of innovative beverage based on milk permeate fortified with dried leaves of moringa oliefera .Arab Univ .J.Agric .Sci.,22:3-12.

Sanjeeva, W. T., Wanasundara, J. P., Pietrasik, Z., and Shand, P. J. (2010)."Characterization of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flours and application in low-fat pork bologna as a model system." *Food Research International*, 43(2), 617-626.

Santangelo,C., Vari, R., Scazzocchio, B., Di Benedetto, R., Filesi, C., and Masella, R.(2007). Polyphenols, intracellular signalling and inflammation. *Ann IstSuper Sanità* ,43(4): 394-405

Sako T., Tanaka R.(2011). Prebiotics. Yakult Europe B.V., Almere, The Netherlands and Yakult Central Institute for Microbiological Research. Tokyo, Japan.

Sboui. A, Arroum. S, Hayek. N, Mekrazi. H et Khorchani. T. (2016). Effet du traitement thermique sur la composition physicochimique du lait de chèvre. Napoléone M. (ed.) , Ben Salem H. (ed.) , Boutonnet J.P. (ed.) , López-Francos A. (ed.) , Gabiña D. (ed.) .The value chains of Mediterranean sheep and goat products. Organisation of the industry, marketing strategies, feeding and production systems. Zaragoza : CIHEAM. 2016pages 481- 485.

Singh R.S.G., Negi P.S., et Radha C. (2013). Phenolic composition ,antioxidant and antimicrobial activities of tree and bound phenolic extracts of *Moringa oleifera* seed floor. *Journal Of functional Foods*.5:1883-1891.

Schrezenmeir J. et De Vrese M. 2001. Probiotics, prebiotics, and synbiotics approaching a definition. *American Journal Clinical Nutrition*. 73(2): 361-364.

Shori, A., & Baba, A. S. (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.

- Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonič, M., and Knez, Ž. (2005). "Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities." *Food Chemistry*, 89(2), 191-1.
- Soulama, S., Sanon, H. O., Meda, R., and Boussim, J. I. (2014). "Teneurs en tanins de 15 ligneux fourragers du Burkina Faso." *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 10(4), 180-190 .
- Stoclet, J. et Schini-Kerth, V.(2011). Dietary flavonoids and human health. *Annales pharmaceutiques francaises*. 69(2): 78-90.
- Sumathy,R.,Sankaranarayanan,S.,Bama,p.,Ramachandran ,J.,Vijayalakshmi ,M.,and Deecaraman ,M.(2013).Antibacterial et antioxidant activity of flavonoid rich fraction from the petals of cassia auriculata –an in –vitro study.Int J pharm phrm sci,5(3),492-497.
- Spear ,GT. ,French,AL.,Gilbert,D.,zariffard,MR,Mirmonesf,p.,Sullivan,TH,et al .(2014).humama.amylase presentation lower gen;;;;;;;;;;tract mucosal fluid processes glycogen to supportbvaginal colonization by lactobacillus .J infectbdis;210(7):1019-28.

T

- Tsao, R. (2010). Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols. *Nutrients*, 2:1231-1246.
- Tseng A and Zhao A. 2013. Winegrapepomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry* .

V

- Venema Intestinal fermentation of lactose and prebiotic lactose derivatives, including human milk oligosaccharides** *International Dairy Journal*, 22 (2015), pp. 123-140
- Vongsak B., Sithisarn P., et Gritsanapan W.2013. Bioactive contents and free radical scavenging activity of *Moringa oleifera* leaf extract under different storage conditions. *Industrial Crops and Products*.49:419– 421.
- Vougsak B ,sithisarn p .,Gritsanapam w .(2013) . bioactive contents and free radical scavebgng activity of moringa oleifera leaf extract under different storagre condition industrial cropsand products .49 :419-421.

W

- Wichtl M. & Anton R. 2009. *Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. Édition LAVOISIR, Paris. pp. 38–41.
- . WGO. 2008. *ProbiotiquesetPrébiotiques*. World Gastroenterology Organisation

Global Guidelines.

Wollinger, A., Perrin, É., Chahboun, J., Jeannot, V., Touraud, D., and Kunz, W. (2016). Antioxidant activity of hydro distillation water residues from *Rosmarinus officinalis L.* leaves determined by DPPH assays. *Comptes Rendus Chim*, **19**: 754–765.

Y

Yassa, H. D. et Tohamy, A. F. (2014). Extract of *Moringa oleifera* leaves ameliorates streptozotocin-induced Diabetes mellitus in adult rats. *Acta Histochemica*. 116(5) : 844- 854

Anonyme www.treesforlife.org/project/moringa

.

.

Annexe I

Les courbes d'étalonnage

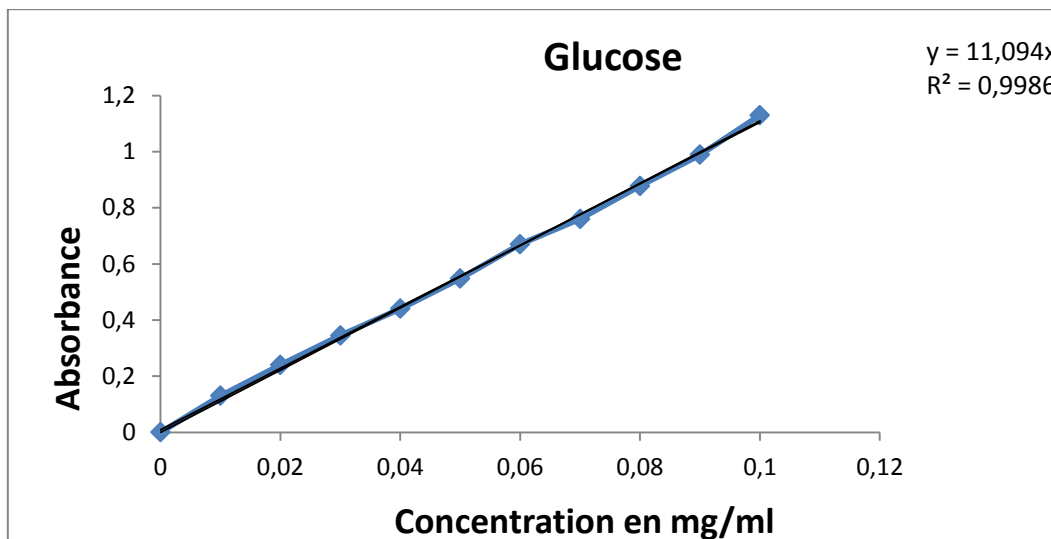


Figure N°01 : Courbe d'étalonnage de dosage de sucres totaux

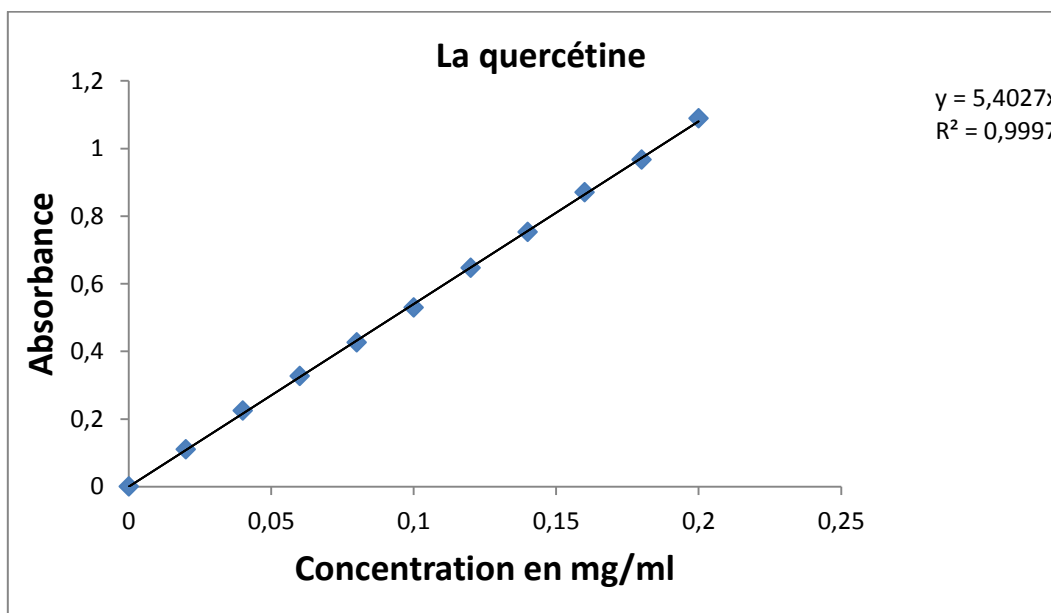


Figure N°02 : Courbe d'étalonnage de dosage des flavonoïdes

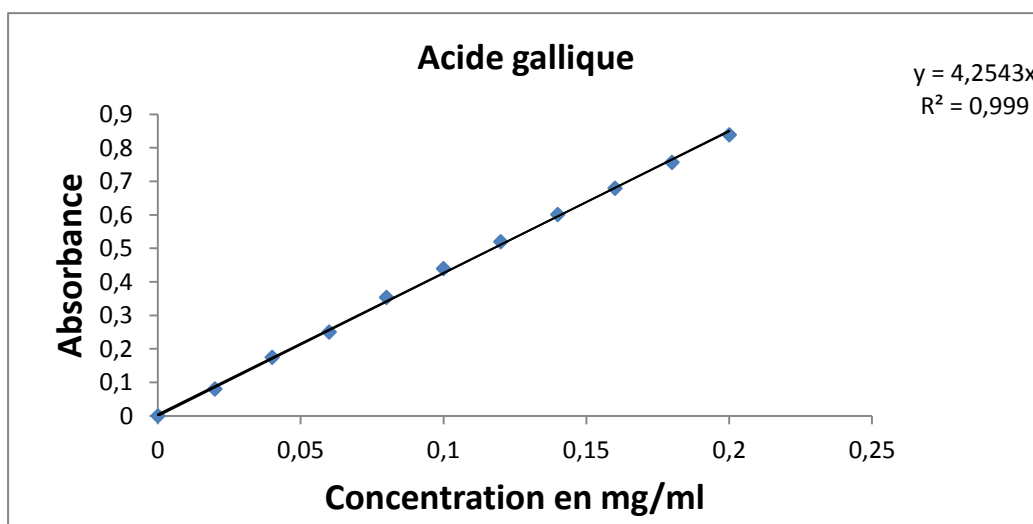


Figure N°03 : Courbe d'étalonnage de dosage des phénols totaux soluble

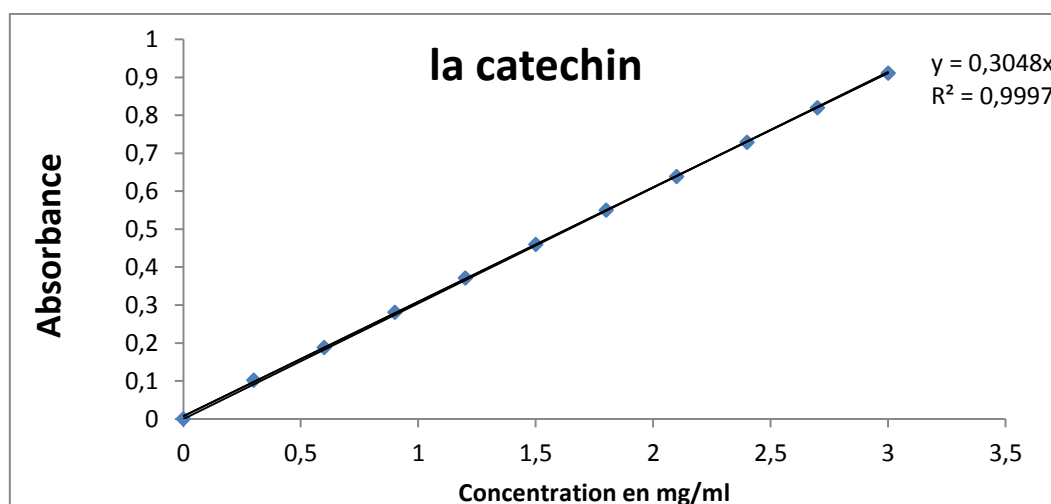


Figure N°04 : Courbe d'étalonnage de catéchine

Annexe II

Préparation des solutions

Solution	Réactifs
Folincioalteau 1/10	10 ml de folincioalteau à +90ml d'eau distillée
Ferricyanure de potassium (K ₃ Fe(CN) ₆) 1%	1 g (K ₃ Fe(CN) ₆) dans 100 ml ED
Acide trichloracétique (TCA) 10%	10 g de TCA dans 100 ml de ED
Solution de NaOH 0.1N	2 g NaOH dans 500 ml d'eau distillée
Ferrozines 5mM	0,123g ferrozines dans 50 ml d'eau distillé
Solution vanilline-HCl	5,8 g vanilline + 100 ml méthanol 64,86 ml + 100 ml de ED
Chlorure ferrique (FeCl ₃) à 0,1%	0.1g de FeCl ₃ dans 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
Acide sulfurique (H ₂ SO ₄) à 0.255N	7ml H ₂ SO ₄ 96-98% ajustés à 1000ml avec l'eau distillée
Chlorure d'Aluminium (AlCl ₃ 2%)	2g AlCl ₃ .6H ₂ O dans 100ml de méthanol
Solution NaCl	9 g dans 1000 ml l'eau distillée
Solution de carbonate de sodium 7,5%	7,5 g de la poudre de Na ₂ CO ₃ dans 100ml de ED
Ethanol 80%	100ml du éthanol pure + 28.59 ml d'eau distillée.
Tampon phosphate (0.2 M, pH 6.6)	0.68 gde KH ₂ PO ₄ (acide) dans 100ml d'eau distillée 0.87 g de K ₂ HPO ₄ (basique) dans 100ml d'eau distillée La solution acide est ajustée avec la Solution basique jusqu'a l'obtention d'un PH=6.6
Réactif de bouchardat	2g de l'iode bisubliné (I ₂) +2 g de KI ajusté a100 ml de l'eau distillée.
FeCl ₂ a 2 mM	0.025g de ml de FeCl ₂ 2H ₂ O dans 100 ml ED
BHA	0.0002 mg dans 100 ml d'éthanol
BHT	0.0002 mg dans 100 ml de d'éthanol
Vitamine E	0.0002 mg dans 100 ml de d'éthanol

Annexe III

Préparation des milieux de culture

PCA : Plate count agar : suspendre 23.5 g dans 1l d'eau distillé, chauffer jusqu'à dissolution complète, autoclave à 121°C/ 15 min.

OGA : Dissoudre 33g dans un litre d'eau distillé, autoclaver 15 min à 121°C.

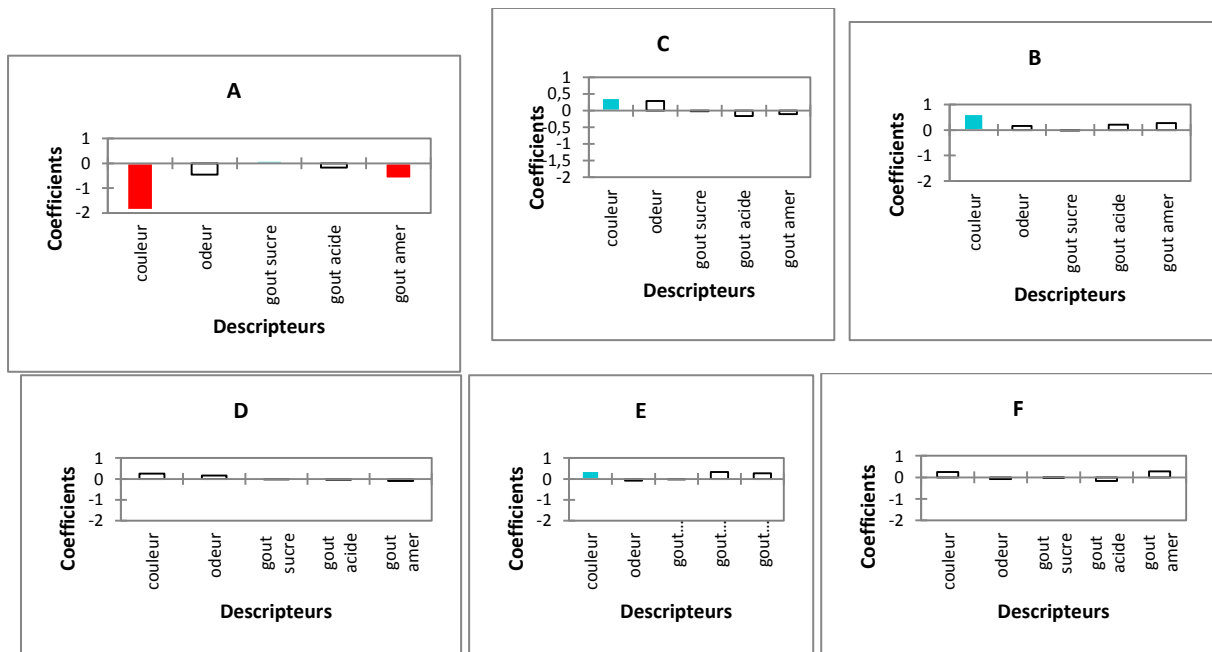
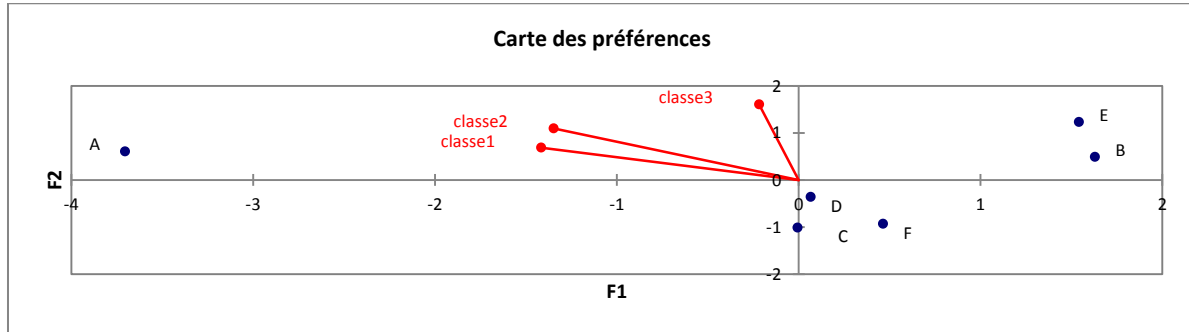
VRBL : Violet red bile agar, suspendre 48.25g dans 950 ml d'eau distillé, chauffer jusqu'à ébullition, autoclaver à 121°C / 15 min.

Hecktoen : Mettre en suspension 75.1g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée ou déminéralisée ; ébullition sous agitation constante jusqu'à dissolution, ne pas autoclaver, refroidir et maintenir le milieu à 44-47°C

Chapman : Dissoudre 111g dans 1L d'eau distillé jusqu'à ébullition, repartir en flacon puis autoclaver à 121°C/15 minute.

Annexe IV

Analyse sensoriale



**Questionnaire d'évaluation sensorielle de six échantillons
Du yaourt brassé**

Nom :..... ; Prénom :..... ; Age : ; Date :...../...../..... ; Sexe :.....

Six échantillons de yaourt brassé vous sont présentés, il vous demandé d'évaluer la couleur, l'odeur et la consistance quand on mélange de chaque échantillons en attribuant une note de 1 à 5 selon l'échelle présentée.

Analyse sensorielle :

1- Couleur :

- a. Selon l'intensité de la couleur verte, attribuez une note de 1 à 5 sur l'échelle suivante pour chaque échantillon et cocher la case correspondante :

1 très faiblement intense ; 2 faiblement intense ; 3 moyennement intense ; 4 fortement intense ; 5 très fortement intense

Echantillon	Note de 1 à 5	Couleur foncé	Couleur moyenne	Couleur clair
A				
B				
C				
D				
E				
F				

- b. Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la couleur :

A	B	C	D	E	F

2- Odeur :

- a. Selon le degré d'appréciation de l'odeur, attribuez pour chaque échantillon une note de 1 à 5 sur l'échelle suivant et cocher la case correspondante:

1 Absente ; 2 faible ; 3 moyenne ; 4 forte

A	B	C	D	E	F

b. Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à l'odeur :

A	B	C	D	E	F

3-gout :

a- Gout sucrée :

1 absent ; 2 faible. ; 3 moyenne. ; 4 fort. ; 5 très fort.

A	B	C	D	E	F

b- Gout acide :

1 absent ; 2 faible ; 3 moyenne ; 4 fort ; 5 très fort.

A	B	C	D	E	F

c- Gout amer :

1 absent ; 2 faible ; 3 moyenne ; 4 fort ; 5 très fort.

A	B	C	D	E	F

Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport au gout :

A	B	C	D	E	F

Merci pour votre participation.

Résumé

Le but de ce travail est la détermination de l'effet de la torréfaction sur la composition chimique et les propriétés fonctionnelles de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* ainsi que son effet sur les paramètres physico-chimiques et les activités biologiques des yaourts enrichie.

Les résultats obtenus montrent une différence significative ($p < 0,05$) pour tous les analyses effectuées qui se diffère par rapport au temps et aux températures de la torréfaction. L'activité antioxydant et anti inflammatoire des extraits des yaourts a été étudiée en évaluant leur pouvoir réducteur du fer ferrique et molybdate, mesurent leurs pourcentages d'inhibition de la dénaturation des protéines. Pour suivre l'évaluation du potentiel prébiotique de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* sur la viabilité des Probiotiques. En présence de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* torréfié et non torréfié 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*, la torréfaction, propriétés fonctionnelles, activité antioxydant, anti inflammatoire, prébiotique.

Abstract

The aim of this work is to determine the effect of roasting on the chemical composition and functional properties of *Moringa oleifera* leaf powders as well as its effect on the physicochemical parameters and biological activities of enriched yogurts.

The results obtained show a significant difference ($p < 0.05$) for all analyzes carried out which differs with respect to the time and temperatures of roasting. The antioxidant and anti-inflammatory activity of yoghurt extracts was studied by evaluating their reducing power ferric iron and molybdate, measure their percentage inhibition of denaturation of proteins. To follow the evaluation of the prebiotic potential of *Moringa oleifera* leaf powder on the viability of Probiotics. In the presence of roasted and unroasted *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.

Keywords: *Moringa oleifera*, roasting, functional properties, antioxidant activity, anti-inflammatory, prebiotic.