

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

Université A. MIRA – Bejaia



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires

Réf.....

Filière : Sciences Alimentaires

Option : Production et transformation laitière

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

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

Présenté par:

Sabati Amel et Ait Mouhoub Ouardia

Soutenu le 29/06/2019

Devant le jury composé de:

Mr. ZAIDI F.	Professeur	Président
M ^{me} AOUDIA H.	MCB	Encadreur
M ^{me} Boudjou	MCB	Examinatrice

Année universitaire : 2018 / 2019

Remerciement



Remerciement

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

*Nous présentons nos sincères remerciements à notre Promotrice **M^{me} AOUJJA H.** pour son aide, ses précieux conseils et son suivi qu'il nous a prodigués tout au long de notre recherche.*

*Nos remerciements s'adressent à **Mr ZAJDJ, F** pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.*

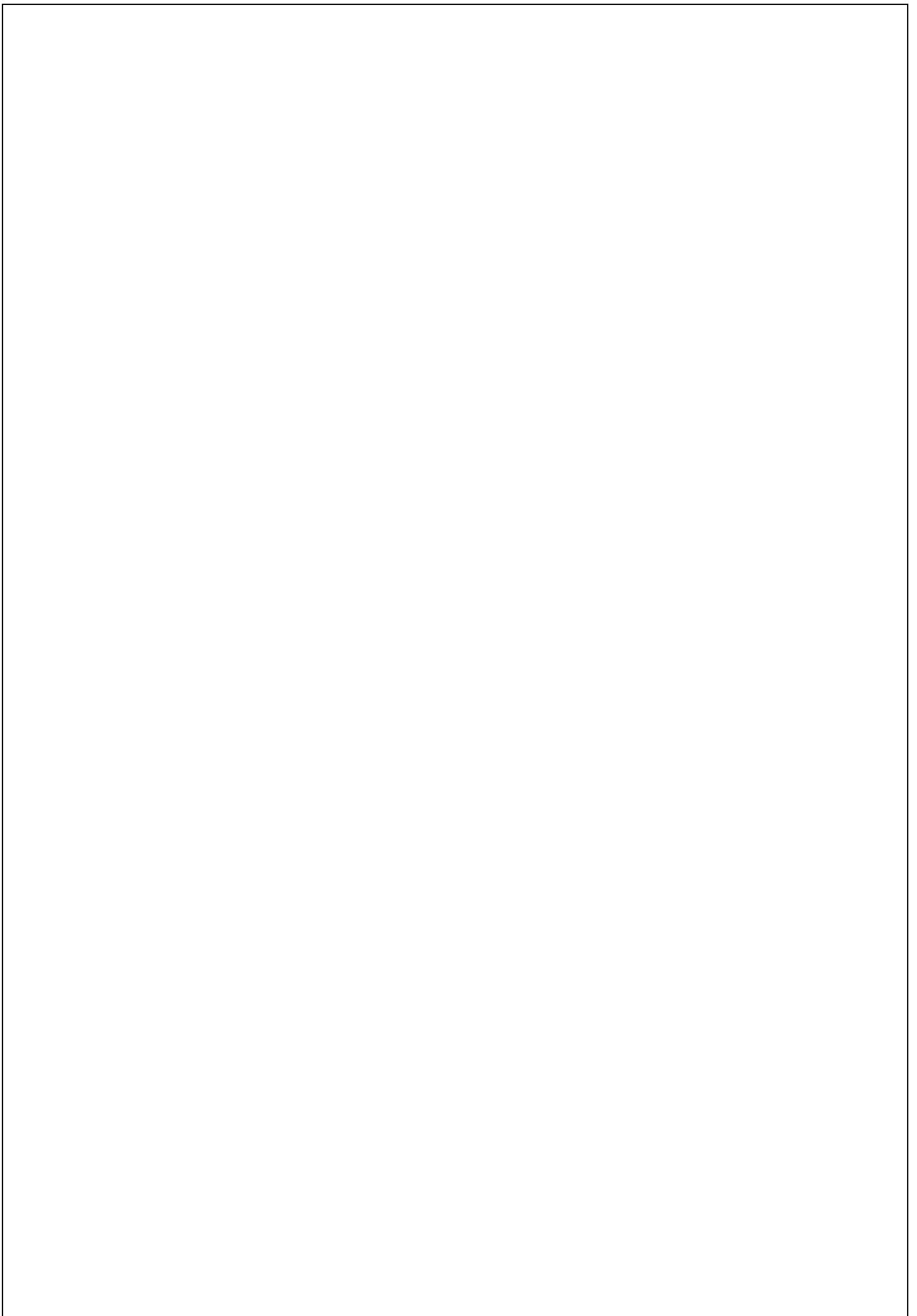
*Nous remercions également M^{me}: **BOUJOU S.** d'avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce présent travail.*

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

*Nous remercions également à **M^{me} audia** bloc 11 et **M^{me} ben ameur Sabrina** pour leurs précieuses aides.*

*A toute l'équipe du laboratoire de Nutrition et Alimentation
Enfin, que tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouve ici notre profond gratitude.*





Dédicace

À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon coeur, ma vie et mon bonheur, Ma mère à qui je souhaite une longue vie pleine de bonheur et de santé.

À la mémoire de Mon père : ton souvenir toujours vivace dans mon coeur m'a soutenue tout au long de ce travail.

*À mes très chers frères qui ont été toujours à mes côtés
Sofain, Adel et Massinissa*

À ma très chère soeur Nissa et son époux fahim

À mon oncle AMAR, école de mon enfance, qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager à me donner l'aide et de la protection. Que Dieu les garde et les protège.

À mes chères cousines : salima, nacira, yamina, nassima et dida.

Toute ma famille SABITI sans exception.

À mes chères amies Nassima, Hanane, kahina, karima.

Enfin à toute ma promotion de Master2 PTL 2018.

Tous mes proches de près et de loin.

Amel

*D*édicace

Je dédie cet humble travail

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

A tous les membres de ma famille mes chers frères : Hafid, Hicham.

A mes chères sœurs : Sara, et ma grande mère Marbouha.

*Mes très chères tante Nadia, Hayat, Koko et Zahia pour tout ce qu'elles
ont fait pour moi durant toutes mes années d'études ; pour leur
encouragement et leur soutien, que dieu vous bénisse.*

A toute la famille Aitmouhoub

*A mes chères amies SAADIA SOURYA, FAFI, SILYA, Samia, Abla,
RABIA, hanane*

*A mes chers amis Pali, Yani, Bob, Chibalou et à tous les membres de
l'association OMNISCIENT.*

*A mes chers collègues Zouzou, Sonia, Thiziri, Amina, Warda
Amel, Hamza, Walid.*

A mon binôme Amel et à toute la famille Sabati.

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

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

Enfin à toute ma promotion de Master2 PTL 2018

OUARDIA

*Listes des figures
et des tableaux*

Liste des figures

N° de figure	Titre de la figure	page
Figure N°01	Zones au monde où pousse la plante <i>Moringaoleifera</i>	04
Figure N°02	L'arbre de <i>MoringaOleifera</i> lam	05
Figure N°03	Quelques parties de la plante <i>Moringaoleifera</i>	05
Figure N°04	Plusieurs produits chimiques alimentaires et des composés trouvés dans le <i>Moringaoleifera</i>	07
Figure N°05	Utilisation de la poudre des feuilles de <i>Moringaoleifera</i> en alimentation humaine	07
Figure N° 06	Coloration du jaune d'oeuf des poules pondeuses nourries aux rations contenant respectivement 0% (1R1), 5% (2R3), 10% (3R3) et 20% (4R2) de farine de feuilles de <i>Moringaoleifera</i>	08
Figure N°07	Purification de l'eau avec des graines de <i>Moringaoleifera</i>	09
Figure N°08	Aspect des cellules de <i>St. thermophilus</i> sous le microscope électronique	11
Figure N°09	Aspect des cellules de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> sous microscope électronique	11
Figure N°10	Proto-coopération entre <i>St. thermophilus</i> et <i>Lb. Bulgaricus</i>	12
Figure N°11	Broyage des feuilles et tamisage de poudre de feuille de <i>Moringaoleifera</i>	17
Figure N°12	Diagramme de fabrication de yaourt brassé	18
Figure N°13	Protocole de la synérèse	19
Figure N°14	Protocole de mesure de l'acidité titrable	19
Figure N°15	Protocole de Détermination de la Matière sèche (MS)	20
Figure N°16	Protocole d'extraction des glucides	21
Figure N°17	Protocole de dosage des sucres totaux	22
Figure N°18	Extraction des composés phénoliques	23
Figure N°19	Protocole de dosage des phénols totaux solubles	24
Figure N°20	Réaction du Chlorure d'Aluminium avec les flavonoïdes	24
Figure N°21	Protocole de dosage des flavonoïdes	24
Figure N°22	Protocole de dosage des tanins condensés	25
Figure N°23	Activité antioxydant de chélation du fer ferreux	26
Figure N° 24	Protocole de pouvoir réducteur	27
Figure N°25	protocole pouvoir anti-radicalaire du DPPH	28
Figure N°26	Test d'inhibition de blanchiment β -carotène par les extraits phénoliques de <i>Moringaoleifera</i>	29
Figure N° 27	Protocole des dilutions décimales	30
Figure N° 28	Evolution des paramètres physico-chimiques aux cours de la conservation	33
Figure N°29	Evolution de taux de sucre	34
Figure N°30	Evolution de la densité des yaourts enrichis avec la poudre de feuille de <i>Moringa</i> .	35
Figure N°31	taux de condre dans différent concentration de yaourt	35
Figure N° 32	teneur en glucose	36
Figure N°33	Résultats de test mise en évidence de quelque métabolite secondaire	37

Figure N°34	Teneur en phénols totaux des yaourts incorporé de poudre de MO	38
Figure N°35	Teneur en flavonoïdes des yaourts incorporé de poudre de MO	39
Figure N° 36	Teneur en tanins des yaourts incorporés par MO	39
Figure N° 37	% d'inhibition d'activité anti radicalaire	40
Figure N° 38	Chélation de fer ferreux	41
Figure N° 39	absorbance de Pouvoir Réducteur en fonction de la concentration	41
Figure N° 40	% d'inhibition du blanchiment de β -carotène par l'extrait phénolique de <i>moringaoleifera</i>	42
Figure N° 41	Pouvoir discriminant par descripteur	43
Figure N° 42	Courbe des niveaux et carte des préférences.	45

Liste des tableaux

Tableau	page
Tableau N° I: Représente la position systématique de <i>Moringa oleifera</i>	03
Tableau N° II: Différentes nomenclature de <i>Moringa oleifera</i> selon divers langue.	04
Tableau N° III : Composition moyenne des feuilles de <i>Moringa oleifera</i> .	06
Tableau N°IV: Résumé de l'ensemble des bacteries recherchés et dénombrées.	32
Tableau N°V: Résultats des analyses microbiologiques des échantillons.	41
Tableau N°VI : Rprésente les resultants des moyennes ajustées par produit	43

*Liste des
abréviations*

Liste des abréviations

- **Abs** : Absorbance.
- **Abs C** : Absorbance du contrôle.
- **Abs Ech** : Absorbance de l'échantillon.
- **DPPH** : 1,1 diphényl-2-picryl hydrazyle.
- **BHA** : Butyl Hydroxyl Anisole.
- **BHT** : Hydroxytoluène Butylé.
- **D°** : Degré Dornic.
- **Ech** : échantillon.
- **ED** : Eau distillée.
- **Eq Q** : Equivalent quercetine.
- **Eq. AA** : Equivalent Acide Ascorbique.
- **Eq. AG** : Equivalent Acide Gallique.
- **Eq CAT** : Equivalent Catéchine.
- **YT** : yaourt témoin.
- **C1** : yaourt avec *Moringaoleifera* à 1%.
- **C2** : yaourt avec *Moringaoleifera* à 0.75%.
- **C3** : yaourt avec *Moringaoleifera* à 0.5%.
- **C4** : yaourt avec *Moringaoleifera* à 0.25%.
- **MO** : *Moringa oleifera*.
- **MS** : matière sèche.
- **OGA** : Ordinary Gélose Agar.
- **PCA** : Plate Count Agar.
- **PH** : Potentiel d'hydrogène.
- **TTA** : Acidité titrable.
- **UHT** : ultra haut température.
- **UFC** : Unité formant colonie.
- **VRBL** : Gélose Biliée au Cristal Violet et au Rouge neutre.
- **PTS** : composé phénolique totaux.
- **MRS** : Man Rogasa Sharpe.
- **Min** : minute .
- **Tr** : tour .

Introduction

Introduction

Depuis longtemps, l'Homme s'est nourrit et s'est soigné avec les plantes qu'il avait à sa disposition contre différentes maladies. **Ibn khaldoun (1958)**, dans son introduction dit que « l'Homme est le fils de son environnement », par conséquent l'Homme serait influencé par les composantes de son environnement, cette influence s'appuie sur ses comportements, ses traditions, sa culture ainsi que les ressources végétales (**Iserinet al.,2001**).

Aujourd'hui, l'innovation dans la technologie alimentaire joue un rôle crucial dans la traduction de l'information nutritionnelle en produits de consommation pour fournir de nouveaux ingrédients alimentaires et des ingrédients nutritifs ou fonctionnels spécifiques (**Hsieh et Ofori 2007**). Dans le domaine de la transformation des aliments, les fabricants d'aliments ajoutent de la valeur à leurs produits répondant à la demande actuelle des consommateurs de produits alimentaires plus sains (**Hsieh et Ofori 2007**).

L'enrichissement des aliments implique l'ajout de nutriments essentiels tels que les vitamines et les minéraux aux aliments de base afin d'améliorer leur valeur nutritionnelle. (**Allen et al., 2006**).

L'enrichissement des aliments en micronutriments est une technologie intéressante pour réduire la malnutrition, dans le cadre d'une approche nutritionnelle lorsque les faibles ressources en denrées alimentaires et leur manque d'accessibilité ne permettent pas d'assurer des apports alimentaires suffisants. Dans de tels cas, l'enrichissement des aliments renforce et appuie les programmes d'amélioration nutritionnelle et doit être envisagé comme élément à part entière d'une approche intégrée de plus grande ampleur visant à prévenir la malnutrition par carence en micronutriments, en complément d'autres approches (**Khalafalla et al., 2010**).

Le yaourt ou yoghourt est le lait fermenté le plus connu. Il est obtenu par la fermentation lactique du lait. Le lait, préalablement pasteurisé, ensemencé avec un levain lactique, constitué par le mélange *Streptococcus thermophilus*, et *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. Il n'y a pas d'élimination des constituants du lait. Seule une partie du lactose est transformée en acide lactique (**LARPENT, 1997**).

Les plantes ont récemment gagné un grand intérêt en raison de leurs multiples applications (**Ncube, 2008**). Beaucoup de plantes, ont été ajoutées dans plusieurs aliments

pour améliorer leur valeur nutritionnelle et qualité sensorielle et prolonger la durée de vie (**Shahidiet al., 1992**).

Moringa Oleifera Lam., originaire du sous-continent indien, appartient à l'une des 14 espèces de la famille des Moringaceae (**Iqbal et Bhanger 2006**). Elle s'est adaptée à un large éventail de conditions environnementales.

Toutes les parties de la plante (feuilles, graines, fleurs, gousses (fruits), l'écorce et les racines) sont consommées par les humains et incorporées tout au long du siècle dans diverses préparations culinaires (**Iqbal et Bhanger 2006**).

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

Cette plante était traditionnellement utilisée pour ses vertus médicinales. Chaque partie de l'arbre de *Moringa* possède un énorme potentiel et des propriétés bénéfiques pour l'humanité. IL a des vertus diététiques, agronomiques et médicinales (**Marie, 2015**).

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

Synthèse

bibliographique

I. Monographie de *Moringa oleifera*

La plante *Moringa oleifera* est considérée comme l'un des arbres les plus utiles au monde, elle possède de nombreuses propriétés intéressantes qui lui confèrent un grand intérêt scientifique, elle est décrite comme l'arbre miracle, l'arbre de vie et le don de Dieu à l'homme (Ijarotomi *et al.*, 2013 ; Haldar et Kosankar., 2017).

I.1. Dénomination et taxonomie

I.1.1. Position systématique de *Moringa oleifera* :

Moringa appartient à une famille monogénérique dont on connaît 14 espèces. Neuf d'entre elles sont africaines, deux malgaches, deux indiennes et une en Arabie. Les espèces les plus courantes sont: *Moringa oleifera* (tableau I), *Moringa stenopetala*, *Moringa conxanensis*, *Moringa drouhardii*, *Moringa longituba* et *Moringa peregrina* (Malo, 2014).

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

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

I.1.2. Dénomination :

L'arbre porte différents noms (tableau II) selon les régions.

Tableau N°II: différentes nomenclatures de *Moringa oleifera* selon diverses langues.

Nom scientifique	<i>Moringa oleifera</i> Lamark 1795(Agroconsult, 2016).
En anglais	connue sous « west Indian tree », ou « DrumstickTree », ou encore « Never die tree » en référence à sa résistance à la sécheresse (Hêdji <i>et al.</i> , 2014).
En arabe	« Rawag », ou « Shagara Al Ruwag » (Fuglie, 2001).
En Français	Bèn ailé, Benzolive, Moringa

I.2. Origine, répartition géographique et écologie de la plante

L'arbre *Moringa (Moringa oleifera Lam.)*, originaire des frontières entre l'Inde, le Pakistan et le Népal, est largement cultivé dans d'autres parties des tropiques de l'ancien et du nouveau monde, notamment l'Asie, l'Afrique et l'Amérique du Sud et Centrale (Ravindra *et al.*, 2016). Aujourd'hui, le *Moringa* a une extension géographique très développée et on le retrouve dans la plupart des pays subtropicaux ou tropicaux à saison sèche, voir en zone aride en raison de son adaptabilité à un large éventail de types de sols. Il peut être trouvé même dans les sols les plus durs et les plus secs (Minaiyan *et al.*, 2014 ; Leone *et al.*, 2016 ; Mashela, 2017) et elle supporte des températures de 22-35°C Maximum 48 °C à l'ombre, la pluviométrie est comprise entre 250-1500 mm/an, au mieux 700-840 mm/an (Freire *et al.*, 2015 ; Neto *et al.*, 2017).



Figure N° 01: Zones au monde où pousse la plante *Moringa oleifera* (Trees For Life, 2013).

1.3. Description botanique de la plante :

Moringa oleifera, est un arbuste ou un petit arbre pouvant atteindre une hauteur maximale de 7 à 12 m et un diamètre de 20 à 60 centimètre (Sandeep.;2019)



Figure N° 02 : L'arbre de *Moringa Oleifera* lam (Rolaff *et al.* 2009).

Ses feuilles (Figure 03-a) sont duveteuses, bi ou tripennées, et se développent principalement dans la partie terminale des branches. Ses fleurs (Figure 03-b) mesurent 2,5 cm de large et se présentent sous forme de panicules axillaires de 10 à 25 cm, elles sont blanches ou couleur crème, avec des points jaunes à la base. Est normalement droite et atteint une hauteur de 1,5 à 2,0 m avant de commencer à se ramifier et elle peut atteindre 3,0 m (Sandeep.;2019)



a

b

c

Figure N° 03: Quelques parties de la plante *Moringa oleifera* .

a- Les feuilles de *Moringa oleifera* (Price, 2007) b-Vue d'une Fleur de *Moringa oleifera* (Rolaff *et al.* 2009). c- Gousses et graines (Atakpama *et al.* 2014)

Les fruits sont en forme de gousses à trois valves allongées, déhiscentes et mesurant 20 à 60 cm de long (Figure 03-c) les gousses sont situées au sommet des branches et renferment chacune environ 12 à 35 graines (Foidl *et al.* 2001). Ces dernières sont sphériques, noires, entourées d'un péricarpe qui forme trois ailes (Delpha I., 2011).

I.4. Composition chimique des feuilles de *Moringa oleifera* et valeurs nutritionnelles :

Les analyses nutritionnelles indiquent que les feuilles de Moringa contiennent une quantité de nutriments essentiels (**tableau III**), susceptibles de prévenir des maladies. Elles contiennent même tous les acides aminés essentiels (**Balbir S.mathur., 2005**).

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

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

La comparaison entre le contenu nutritionnel de Moringa et celui d'autres aliments montre comment le Moringa est d'une haute valeur sur le plan nutritionnel. Ce sont généralement les différences énormes observées qui sont au centre de la promotion faite au Moringa à travers le monde.



Figure N° 4 : Plusieurs produits chimiques alimentaires et des composés trouvés dans le *Moringa oleifera* (Fahey, 2005).

I.5. Domaines d'utilisation de *Moringa oleifera*

I.5.1. Alimentation et nutrition humaine :

Le Moringa est un légume vert parmi les plus grands en taille et les plus vivaces. Il contient des quantités importantes de fer, de phosphore et d'autres éléments nutritifs. Les poudres de feuille et de graines de Moringa et les feuilles fraîches apportent des protéines et vitamines à l'organisme. Les jeunes gousses sont aussi utilisées sous forme de pois tendre. Une consommation soutenue et régulière de la poudre de feuille et d'autres parties de la plante aide à combattre l'anémie (Agroconsult, 2016). Elles peuvent également être préparées en soupe ou en salade (Foidl et al. 2001).



Figure N°5 : Utilisation de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* en alimentation humaine (ECHO, 2007).

I.5.2. Alimentation et nutrition Animale :

Les qualités nutritives de *Moringa* sont excellentes, ce qui en fait une source de fourrage de très bonne qualité (Foidel et al. 2001). Les effets positifs sur le taux de croissance chez le mouton (Ben Salem et Makkar, 2009) et un double rendement de lait chez des vaches ont été rapportés par Reyes, (2006). Aussi l'incorporation de farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans les rations des poulets a montré une amélioration significative de la coloration jaune du jaune d'œuf et de la productivité chez les poules pondeuses (Kakengi et al. 2007; Tendonkeng et al. 2009 ; Paguia et al. 2014).

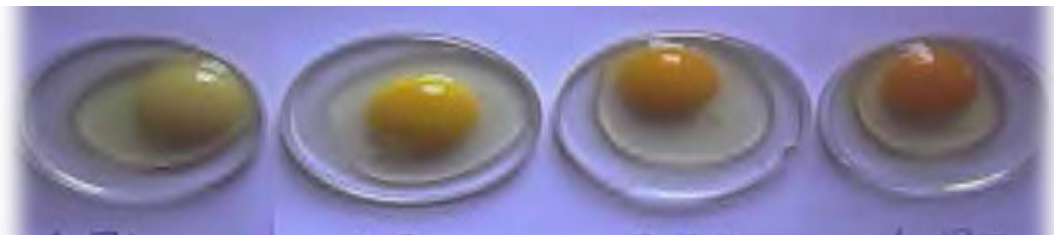


Figure N°6: Coloration du jaune d'œuf des poules pondeuses nourries aux rations contenant respectivement 0% (1R1), 5% (2R3), 10% (3R3) et 20% (4R2) de farine de feuilles de *Moringa oleifera* (Bello, 2010).

I.5.3. Utilisation médicales :

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

I.5.4. Cosmétiques et produits de beauté :

Dans le domaine de la cosmétologie, des parties de la plante *Moringa*, particulièrement les graines (desquelles sortent une huile riche en vitamines A qui aide à bâtir le collagène de la peau, en vitamine C qui réduit les rides et les ridules, en vitamine E et minéraux ; potassium et calcium qui fournissent des propriétés antiseptiques et inflammatoires) sont indispensables dans la fabrication des produits comme le savon pour améliorer la texture de la peau, la pommade et l'huile pour donner une nouvelle allure aux cheveux, etc ... (Agroconsult, 2016).

I.5.5. Utilisation industrielle :

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

I.5.6 Autres utilisations

Moringa oleifera possède d'autres pouvoirs; ses graines sont utilisées pour purifier le lait et le miel. En raison de sa teneur en composés phytohormones de type cytokinines *Moringa* peut être utilisé comme un engrais pour activer la croissance des arbres et les rendements des plantes (Pamo *et al.* 2002; Gnangle *et al.* 2010). *Moringa oleifera* a été employé aussi comme une barrière de phase et coupe-vent (Morton, 1991).

Les graines de *M. oleifera* contiennent un poly électrolyte cationique qui a montré son efficacité dans le traitement primaire de l'eau (élimination de la turbidité) en remplacement du sulfate d'alumine ou d'autres flocculant (Lea, 2010). Elles sont aussi utilisées comme polypeptides naturels non toxiques qui neutralisent les matières colloïdales et provoquent la sédimentation des particules minérales et organiques (Foidl *et al.* 2001).



Figure N°7 : Purification de l'eau avec des graines de *Moringa oleifera* (ECHO, 2007)

II. Présentation des laits fermentés :

II.1. Définitions :

Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus de lbrueckii* subs *bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* à partir du lait (pasteurisé, concentré, partiellement écrémé ect...) (FAO, 1975), ces bactéries lactiques sont cultivées sur le lait préalablement pasteurisé, dans le but d'éliminer la plus grande partie ou la totalité de la flore microbienne préexistante. Après la fermentation, le yaourt est refroidi à une température comprise entre 1 et 10°C, il est donc prêt à être consommé (Luquet, 1990).

Le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) vient de « yoghurmark » mot turc signifiant « épaissir ». Selon la définition établie par la FAO (organisation agro-alimentaire 1975) et l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé en 1977), ces bactéries doivent se retrouver vivantes à la concentration de 10^7 /g de produit.

II.2. Classification des différents types de yaourts :

➤ Yaourts fermes :

Ce sont les yaourts coagulés en pots, généralement des yaourts nature ou aromatisés, dont la fermentation s'opère après la mise en pot à une température comprise entre 42 et 44°C (Keddar et Koubich, 2009).

➤ Yaourts brassés :

Ce sont les yaourts coagulés en cuve et brassés avant la mise en pot.

➤ Yaourts à boire :

C'est des yaourts dont la texture est liquide.

II.3. Caractéristiques des bactéries du yaourt :

Les deux bactéries associées dans la préparation du yaourt ont pour rôle principal d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel (ou coagulum). Outre le goût acidulé qu'elles donnent au gel, elles lui assurent une saveur caractéristique due à la production de composés aromatiques (acétaldéhyde principalement, cétone, acétoïne, diacétyle). Enfin, par la production de polysaccharides (FAO., 1995).

II.3.1. *Streptococcus Thermophilus* :

C'est une cocci Gram positif, anaérobie facultative et immobile La (figure 01) illustre l'aspect microscopique des cellules de *St. Thermophilus* (Roussel *et al.* 1994).



Figure N° 08 :Aspect des cellules de *St. thermophilus* sous le microscope électronique (Durso et Huktins, 2003).

Cette bactérie dépourvue d'antigène du groupe D, thermorésistante, sensible au bleu de méthylène (0.1%) et aux antibiotiques. Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50 °C. Son métabolisme est du type homofermentaire. Le rôle principal de *Streptococcus thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnose, arabinose et de mannose), (Afferet *al.* 2013).

II.3.2. *Lactobacillus bulgaricus* :

C'est un bacille Gram positif, immobile, asporulé, micro-aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes. La (figure 02) illustre l'aspect microscopique des cellules *Lactobacillus bulgaricus*.



Figure N°09: Aspect des cellules de *Lactobacillus bulgaricus* sous microscope électronique (Corrieu et Luquet., 2008).

Cette dernière possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final. (Marty-Teyssset et Garel, 2000). *Lactobacillus bulgaricus* est une bactérie thermophile, sa température optimale de croissance est d'environ 42°C (Afferet al., 2013).

II.3.3. Symbiose entre les souches du yaourt :

Les deux espèces, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* sont micro-aérophiles et vivent ensemble en symbiose dans le yaourt. Pour se développer, ces bactéries ont besoins d'acides aminés et de peptides. Or, le lait n'en contient que de faible quantité permettant seulement d'assurer le démarrage de leur croissance. Sauf que le *Lactobacillus bulgaricus* par son activité protéolytique, attaque les caséines du lait en libérant les peptides permettant au *Streptococcus thermophilus* de poursuivre sa croissance. De plus le CO₂ issue de la décarboxylation de l'urée à un rôle stimulateur vis-à-vis des *lactobacillus* (Driessen et al., 1982). (Figure 1).

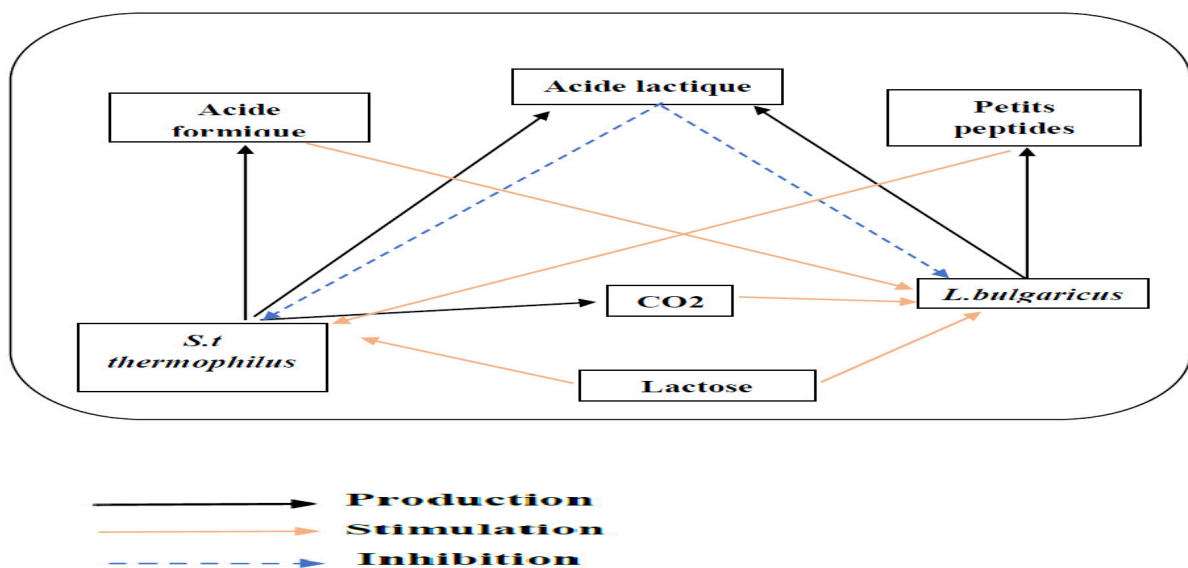


Figure N° 10: Proto-coopération entre *St. thermophilus* et *Lb. Bulgaricus*. (Driessen et al., 1982).

II.4. Intérêt et fonction des bactéries lactiques

II.4.1. Aptitude acidifiante :

La fermentation lactique du yaourt est de type homo-fermentaire, c'est-à-dire qu'une mole hydrolysé par la β -D-galactosidase en glucose et galactose s'accumule et le glucose est utilisé pour la production d'acide lactique. L'acidité d'un yaourt est communément exprimée en degrés Dornic (0,1 g/l acide lactique). L'acidité recherchée se situe entre 100 et 130°D. Par ailleurs, la production d'acide lactique a un effet inhibiteur sur les bactéries lactiques et plus particulièrement sur *Streptococcus thermophilus* (Loones, 1994).

II.4.2. Aptitudes protéolytiques :

La croissance jusqu'à des densités cellulaires permettant aux bactéries lactiques d'assurer les fonctions de fermentation repose sur un système protéolytique capable de satisfaire tous les besoins en acides aminés en hydrolysant les protéines. Les bactéries lactiques démontrent des potentialités différentes, liées à leur équipement enzymatique, pour l'utilisation de la fraction azotée (Monnet et al., 2008 ; Roudj et al., 2009). Il est connu que l'activité protéolytique de *Lb. delbrueckii* sp. *Bulgaricus* est plus élevée que celle du *St. thermophilus* (Gürsoy et al., 2010).

II.4.3. Aptitude texturante

Les cultures lactiques agissent sur la texture d'abord en causant la précipitation des caséines et la formation d'un gel à la suite de la production d'acide lactique par la fermentation du lactose. Certaines cultures peuvent aussi produire des exopolysaccharides (EPS) à partir du lactose (Escalante et al., 1998), ce qui modifie la texture du yaourt et affecte la viscosité, la fermeté et la synérèse (Wacher-Rodarte et Farres, 1993 ; Amatayakul et al., 2006).

II.4.4. Aptitudes lipolytiques :

Les ferments lactiques possèdent des lipases et des estérases qui peuvent hydrolyser les triglycérides en acides gras. Ils peuvent produire certains acides gras volatils, (C - C6), et contribue à la saveur des produits laitiers fermentés, cependant la lipolyse est généralement faible dans le yaourt et elle est donc non significative au terme du flaveur (Béal et al., 2008).

II.5.Fabrication de yaourt

➤ Pasteurisation

Une fois la préparation du lait terminée, celui-ci est soumise à un traitement thermique de pasteurisation (90°C à 95°C pendant 3 à 5 min). Ce traitement permet de créer des conditions favorables au développement des bactéries lactiques, Détruire les bactéries pathogènes et indésirables, et inactiver les inhibiteurs de croissance (**Paci kora, 2004 ; Jeantet *et al.*, 2008**).

➤ Refroidissement

Après chauffage, le lait est refroidi à 45°C cette température est maintenue lors de la fermentation (**Mechtoun, 2014**).

➤ Ensemencement

C'est l'inoculation des deux germes spécifiques du yaourt, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* dans le lait (**Luquet, 1990**).

➤ Conditionnement

Le conditionnement des yaourts s'effectue dans deux types d'emballages, en verre ou en plastique. (**Luquet, 1990**).

➤ Fermentation

En générale les *Streptocoques* assurent le départ de la fermentation lactique. Cette température voisine de 42 à 45°C est considérée comme étant la température symbiotique optimum entre les *Streptocoques thermophilus* et *Lactobacilles bulgaricus* (**Luquet, 1990**).

➤ Arrêt de fermentation

C'est le refroidissement rapide du yaourt à une température de (4 à 5°C) ce qui inhibe l'activité des bactéries lactiques (**Keddar et Koubich 2009**).

➤ Conservation

Le yaourt doit être conservé au réfrigérateur. Sa consommation doit intervenir avant la date de péremption figurant sur l'emballage (30 jours après la fabrication) (**Dupin *et al.*, 1992**).

II.6.Qualité du yaourt au cours de la conservation

Le maintien du yaourt au froid empêche la multiplication bactérienne (**Dave et Shah, 1998**).

II.6.1. Qualité physico-chimique

➤ Post-acidification

La post-acidification a un effet négatif sur la qualité du yaourt et diminue la durée de conservation. Elle est étroitement associée à l'activité métabolique persistante des lactobacilles pendant le stockage à 4° C (**Béalet *al.*, 1999**). Le pH influe la saveur et la texture finale du produit et reflète donc la qualité du produit final. (**Tamime et Robinson, 1999**). *Lb. delbrueckii* sp. *bulgaricus* et *St. thermophilus* sont responsables de la post-acidification du yaourt pendant le stockage au froid (**Donkoret *al.*, 2006**).

➤ Synérèse

La synérèse ou la séparation spontanée du petit lait sur la surface du yaourt est considérée comme un défaut. Ce problème peut être réduit ou éliminé par l'augmentation du niveau des solides du lait à 15% (**Shah, 2003**).

➤ Viscosité

La viscosité du yaourt diminue progressivement pendant le stockage. Cette diminution est due à l'augmentation du temps de stockage (**Shakeel Hanif *et al.*, 2012**). Elle se change en fonction de ferment utilisé grâce à leurs protéases ce qui implique le rôle des microorganismes en affectant la viscosité de yaourt (**Olivera *et al.*, 1996**).

II.6.2. Qualité microbiologique

La qualité microbiologique du lait et les produits laitiers est influencée par la flore initiale du lait cru, les conditions de la transformation, et la contamination après le traitement thermique. Les microorganismes les plus souvent évoqués sont : les coliformes, les levures et les moisissures, *Salmonella*... et les souches pathogènes d' *E. coli* et les souches entérotoxigènes de *Staphylococcus aureus* peuvent également être trouvées en lait et produits laitiers. (**Roginski *et al.*, 2003**).

II.6.3. Qualités organoleptiques

➤ Fermeté

Le maintien d'une texture et d'une dureté uniformes au cours de la fabrication et pendant toute la période de conservation est le principal objectif dans la production du yaourt. (**Shakeel Hanif *et al.*, 2012**).

➤ Arôme

Les composants aromatiques qui contribuent à l'arôme final du yaourt peuvent être divisés en quatre catégories à savoir les acides non volatiles (lactique et pyruvique), les acides volatiles (butyrique et acétique), les composés carbonyliques (l'acétaldéhyde et le diacétyl)

et divers autres composés (acides aminés et les produits formés par la dégradation thermique) (Serra *et al.*, 2009).

➤ **Texture**

Les différences de texture entre les yaourts sont attribuées au type de lait utilisé et leurs différences compositionnelles (Shakeel Hanif *et al.*, 2012). En effet, un taux élevé de matière sèche totale augmente la fermeté de gel et réduit le degré de la synérèse (Mohammed *et al.*, 2004).

➤ **Goût**

La perte du goût du yaourt est le résultat du développement de l'acidité, l'oxydation de graisse ou la protéolyse des protéines (Shakeel Hanif *et al.*, 2012).

II.7. Le yaourt et ses biens faits

Lors de la transformation du lait en yaourt, certains avantages apparaissent (Bronner et Pansu, 1999 ; Roudant et Lefrancq, 2005 ; Vierling, 2008):

- La caséine est partiellement hydrolysée, ce qui améliore la digestibilité .
- La production de certaines vitamines du groupe B par les bactéries lactiques, l'apport vitaminiq ue complémentaire pouvant être de 1 à 20%.
- L'acidité du yaourt favorise l'absorption intestinale du calcium et du fer.
- Par son pH, l'acide lactique inhibe le développement de germes pathogènes et constitue une protection du yaourt lui-même mais aussi du tube digestif du consommateur.
- Les bactéries du genre *Lactobacillus* sécrètent du peroxyde d'hydrogène antiseptique pouvant être efficace *in vivo*.
- La flore du yaourt exerce un effet bénéfique sur certains mécanismes immunitaires de tube digestive.
- *Streptococcus thermophilus* peut empêcher l'implantation de certaines bactéries pathogènes dans l'intestin, telles que les salmonelles.

Partie
expérimentale

III. Matériel et Méthodes

III.1. Matériel végétal

III.1.1. Origine et provenance de l'échantillon

Les feuilles de *Moringa Oleifera* sont récoltées en Novembre 2018 et provenant de la région de Jijel.

III.1.2. Préparation des échantillons

Après nettoyage et triage, les feuilles sont séchées à l'air libre et à l'abri de la lumière sont broyées à l'aide d'un broyeur électrique, puis tamisée afin d'avoir une poudre de taille des particules inférieure à 1.32 μm puis conservée dans des bocaux en verre à l'abri de la lumière pour éviter toute détérioration de l'échantillon. (**Figure N° 11**)



Figure N° 11 : Broyage des feuilles et tamisage de poudre de feuille de *Moringa oleifera* .

III.2. Préparation du yaourt Brassé :

Nous avons utilisé la méthode décrite par **Espirito Santo *et al.* (2010)** résumé dans la (**figure 12**) en utilisant du lait UHT partiellement écrémé.

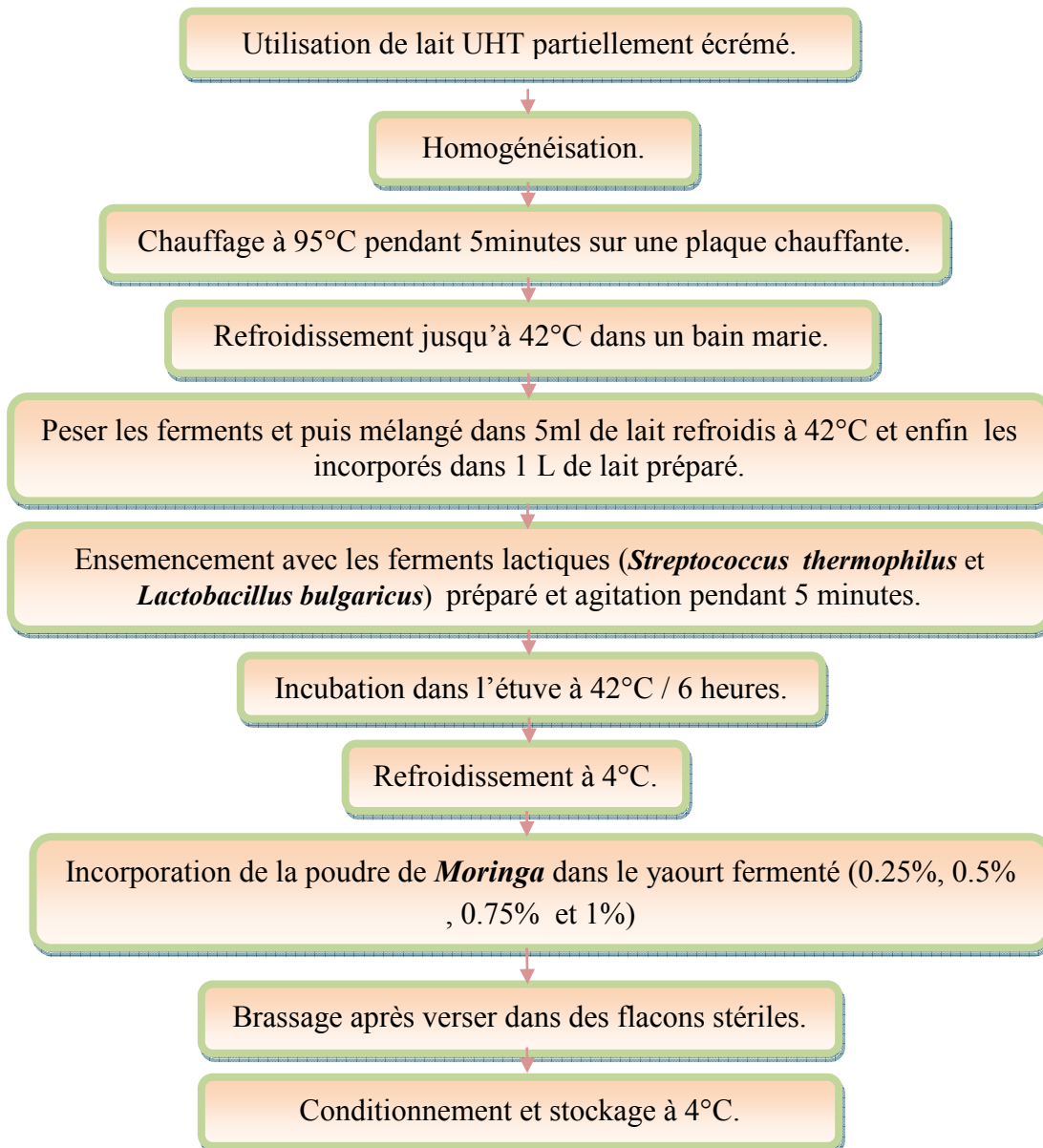


Figure N° 12 : Diagramme de fabrication de yaourt brassé (Espírito Santo *et al.* (2010).

III.3. Analyses physico-chimiques du produits fini « Yaourt Brassé »

III.3.1. Mesure du pH

- **Principe**

Le pH est déterminé par la technique électro métrique ou potentiométrique en utilisant un appareil qui mesure la différence de potentiel entre deux électrodes (Rada-Mendoza *et al.*, 2004). Mesure de pH le 1er, le 07^{ème}, 14^{ème} ; le 21^{ème} et le 28^{ème} jour.

III.3.2. Mesure et suivi de 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. (Figure N°13) représente le phénomène de la séparation de petit lait (lactosérum) du gel ou caillé (Tseng et Zhao., 2013). Elle est mesurée selon la méthode de Purwandari et Vasiljevic (2007).

- **Mode opératoire :**

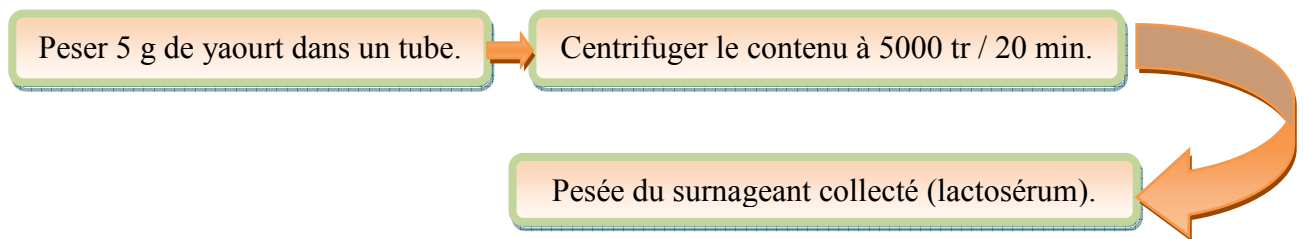


Figure N°13 : Protocole de la synérèse Purwandari et Vasiljevic (2007).

- **Expression des résultats**

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

III.3.4. Détermination de l'acidité en degrés Dornic

- **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 (Figure N° 14). Il est exprimé conventionnellement en degrés DORNIC (D°) (Shori et Baba., 2013)

- **Mode opératoire**

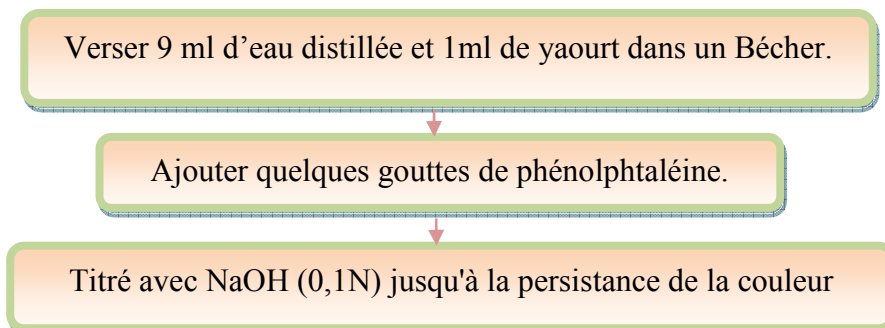


Figure N° 14 : Protocole de mesure de l'acidité titrable (Shori et Baba ,2013).

- **Expression des résultats**

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

$$TTA = V (\text{NaOH}) \times 0,1 \times 100 \times 0,009 \times 10$$

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

Où : 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.

0.009 : Coefficient correspondant à l'acide lactique.

III.3.5. « Brix » ou Taux de sucre

- **Principe**

Le degré 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.

- **Mode opératoire**

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

III.3.6. La densité du yaourt (D)

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

III.3.7. 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 $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. (Figure N° 15)

- **Mode opératoire :**

5 ml de yaourt dans une capsule.

Placée à l'étuve réglée à 105°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

Figure N° 15 : Protocole de Détermination de la Matière sèche (MS)

- **Expression des résultats**

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

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

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

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

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

III.3.8. Teneur en sucre totaux

III.3.8.1. Extraction

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

- **Mode opératoire**

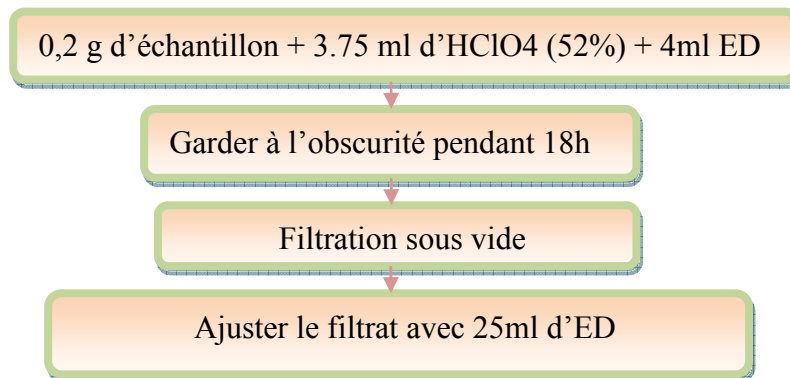


Figure N°16: Protocole d'extraction des glucides (Osborne et Voogt, 1986).

III.3.8.2. Dosage

- **Principe**

Dissout en milieu concentré de l'acide perchlorique, l'antrone donne une couleur jaune claire, et la réaction avec les solutions de glucide (Figure N°16). Une gamme assez lumineuse allant du vert au bleu-vert en fonction de la concentration en glucide (Morris, 1948 ; Bachelier, 1966).

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

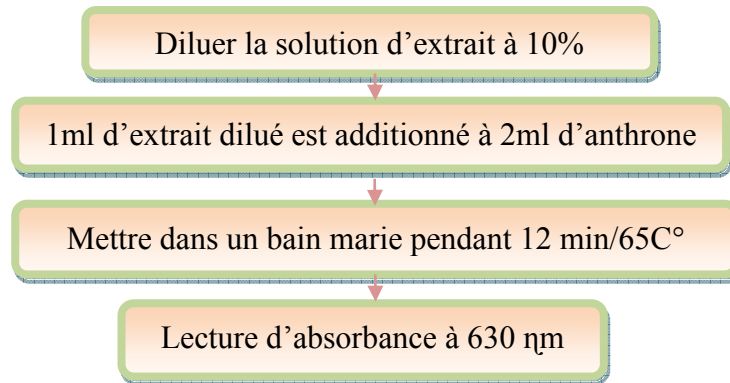


Figure N°17: Protocole de dosage des sucres totaux.

III.3.9. Détermination du taux de cendres brutes.

- **Principe**

Selon l'AOAC (1975), les cendres brutes sont obtenues par incinération au four à moufle à 550°C pendant 5 h.

- **Mode opératoire**

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

suivant :

$$C \% = \frac{P_1 - P_e}{P_2} * 100$$

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

P_1 : la masse (en gramme) après incinération.

P_2 : la masse (en gramme) de poids vide.

III.4. Les composés phénoliques et activité antioxydant

III.4.1. Extraction et dosage des composés phénoliques

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

- **Principe**

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

- **Mode opératoire**

L'extraction des composés phénoliques a été obtenue par macération selon la méthode d'écrite par (Skerget *et al.* 2005).

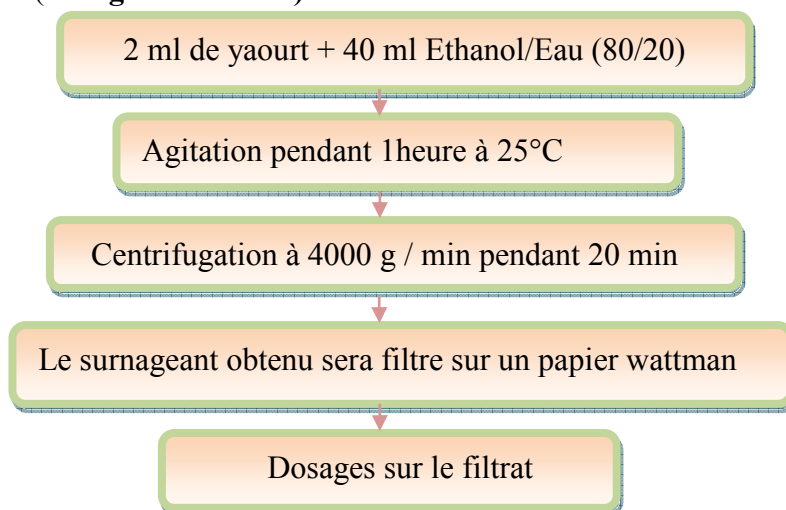


Figure N°18 : Extraction des composés phénoliques (Skerget *et al.*, 2005)

III.4.1.1. Dosage des phénols totaux solubles (PTS)

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

- **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 (**Figure N°19**). La coloration produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (Boizot et Charpentier, 2006)

- **Mode opératoire**

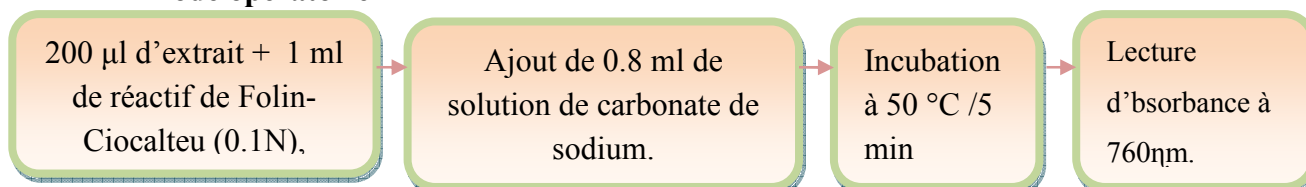


Figure N°19: Protocole de dosage des phénols totaux solubles (Boizot et Charpentier, 2006).

Les concentrations en phénols totaux solubles sont déterminées par référence à une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique (**Annexe II**). Les résultats sont exprimés en mg Eq AG/100 g MS.

III.4.1.2. Dosage des flavonoïdes:

- **Principe**

Le dosage des flavonoïdes est basé sur la formation de complexe jaunâtre par chélation de l'ion Al^{3+} par la réaction chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) avec les flavonoïdes qui possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre (**Figure 20**). La coloration jaune produite est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présente dans l'extrait (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

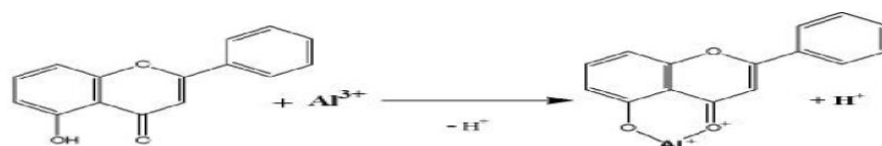


Figure N°20: Réaction du Chlorure d'Aluminium avec les flavonoïdes (**Ribéreau-Gayon, 1968**)

- **Mode opératoire**

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

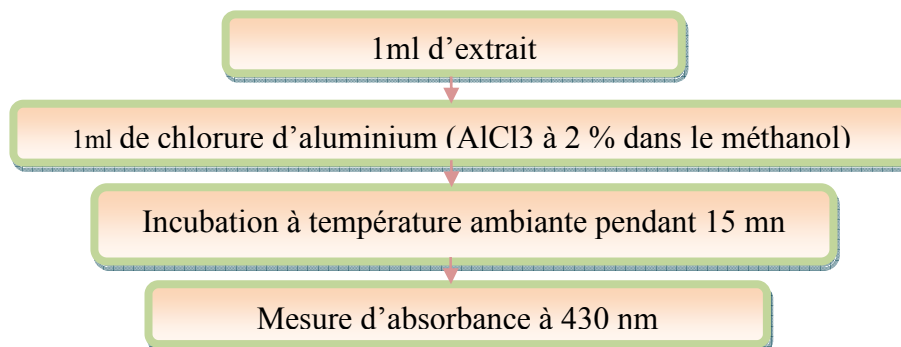


Figure N°21 : Protocole de dosage des flavonoïdes (**Djeridane *et al.*, 2006**)

Les concentrations en flavonoïdes ont été estimées en référant à une courbe d'étalonnage préparée avec la quercétine (**Annexe III**). Les résultats ont été exprimés en mg équivalent de quercétine (mg Eq Q/100 g MS).

III.4.1.3. Dosage des tanins condensés

La méthode à la vanilline décrite par **Deshpande *et al.* (1986)**; est utilisée pour Le dosage des tanins condensés.

- **Principe :**

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

- **Mode opératoire :**

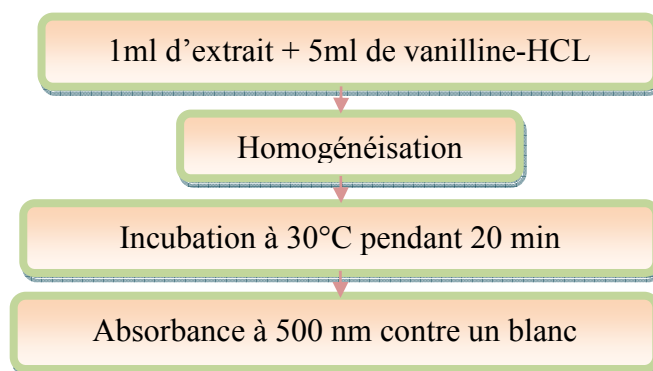


Figure N°22: Protocole de dosage des tanins condensés (**Deshpande *et al.*, 1986**).

La teneur en tanins condensés est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage obtenue avec la catéchine. Les résultats sont exprimés en mg Eq CAT/100 g MS.

III.4.1.2. Etude de l'activité antioxydant

III.4.1.2.1 Test de chélation du fer ferreux

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

- **Principe**

La ferrozine réagit avec les ions divalents pour former un complexe violet ou rouge très soluble dans l'eau. L'absorbance du complexe ferrozine-Fe²⁺ est maximale à 562 nm. En présence d'agents chélateurs, la formation de ce complexe est perturbée aboutissant à une diminution de la couleur qui est suivie au spectrophotomètre. (**Figure N°23**)

- **Mode opératoire**

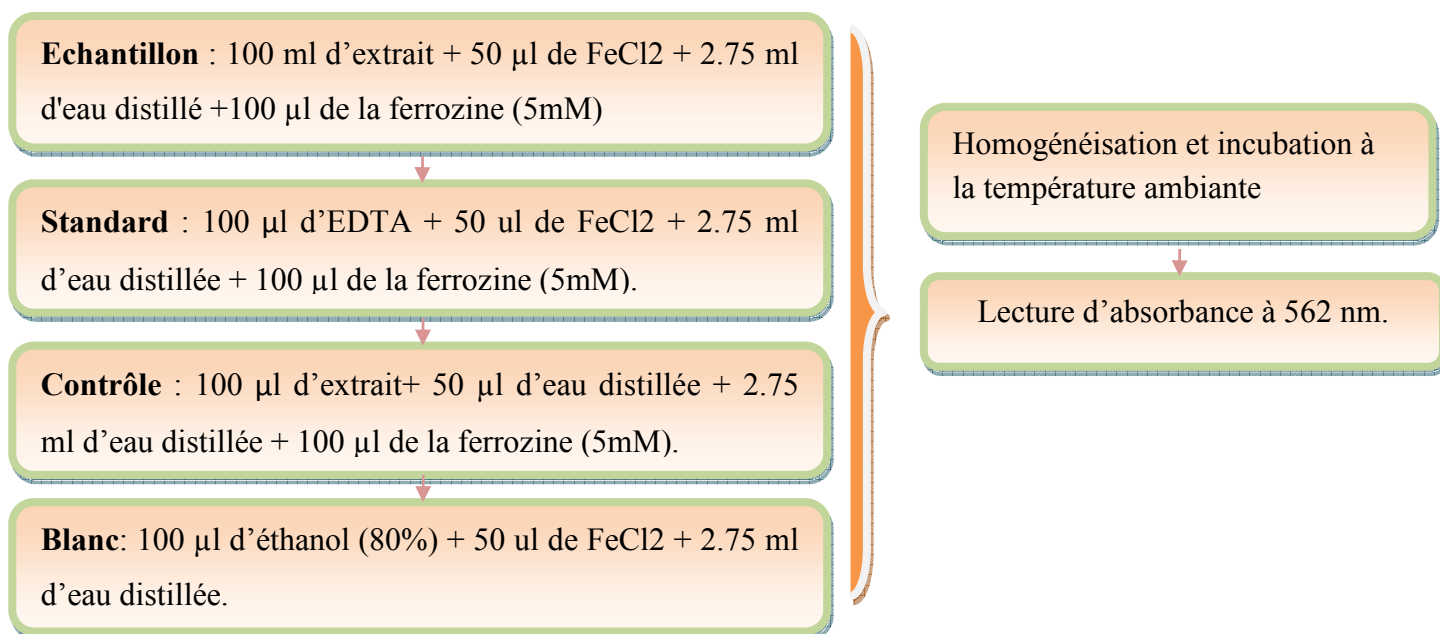


Figure N°23 : Activité antioxydant de chélation du fer ferreux (Bourgou *et al.*, 2008).

- **Expression des résultats**

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

$$\% \text{ d'inhibition} = \frac{\text{abs contrôle} - \text{abs échantillon}}{\text{abs contrôle}} * 100$$

III.4.1.2.2. Pouvoir réducteur du Fer

- **Principe**

La présence d'un composé réducteur dans les échantillons entraîne la réduction du fer ferrique (Fe³⁺) du complexe ferricyanure en fer ferreux (Fe²⁺) (Figure N° 24). 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**

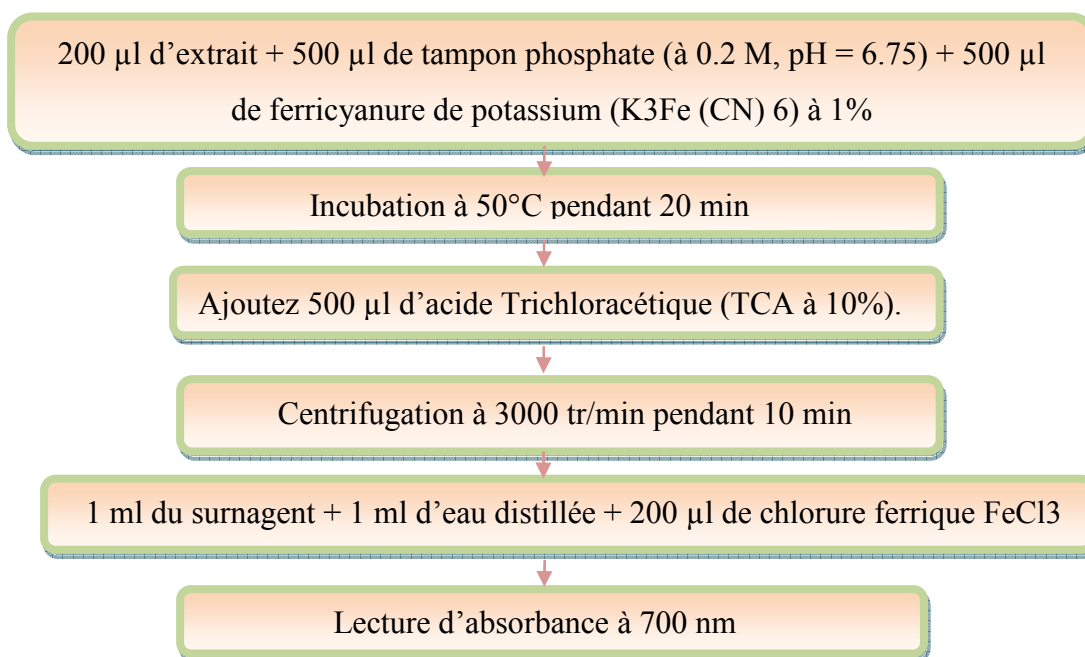


Figure N° 24: Protocole de pouvoir réducteur (Li *et al.*, 2009).

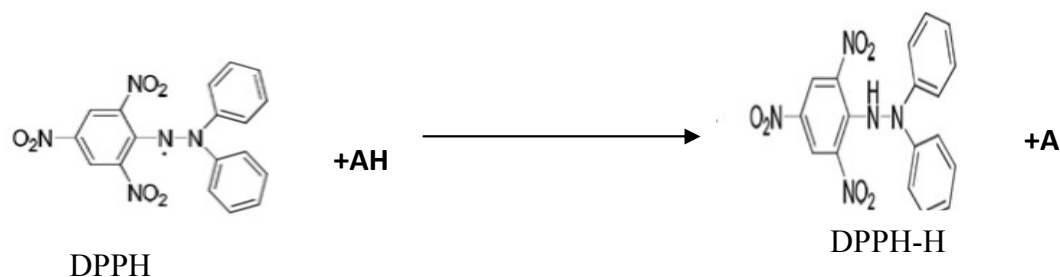
- **Expression des résultats**

L'absorbance lue à 700 nm est comparée à celle du standard BHA. L'augmentation de l'absorbance dans le milieu indique une augmentation de la réduction du fer.

III.4.1.2.3. Pouvoir anti-radicalaire du DPPH

- **Principe**

Le DPPH (**2,2-diphényl-1-picrylhydrazil**) est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale libre et la simplicité de l'analyse. La méthode de DPPH présente plusieurs avantages du fait qu'elle soit indépendante, simple et rapide. Le test consiste à mettre le radical DPPH (de couleur violette) en présence des molécules dites « antioxydantes » afin de mesurer leur capacité à réduire ce radical. La forme réduite (de couleur jaune) n'absorbe plus, ce qui se traduit par une diminution de l'absorbance à cette longueur d'onde (Haddouchi *et al.*, 2016).



Ou **AH** est un composé antioxydant capable de céder un **H⁺** au radical **DPPH**. La forme réduite du radical DPPH (**Haddouchi et al., 2016**).

- **Mode opératoire**

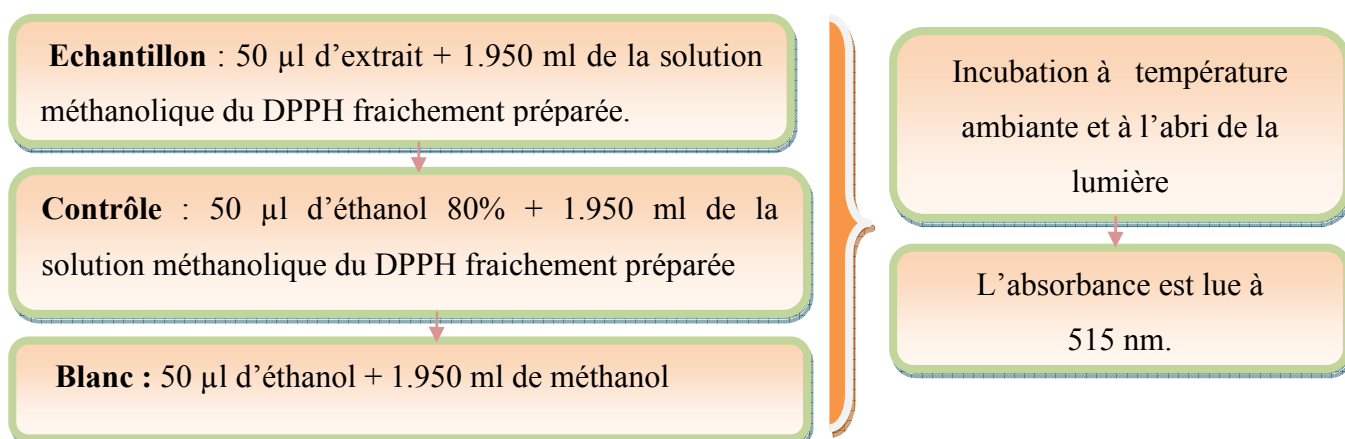


Figure N°25 : Protocole de l'activité anti-radicalaire du DPPH (**Molyneux, 2004**).

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

$$\% \text{ d'inhibition} = \frac{\text{abs controle} - \text{abs échantillon}}{\text{abs controle}} * 10$$

III.4.1.2.4. Test de blanchissement de β -carotène

- **Principe**

Dans le test du blanchiment du β -carotène, la présence des 11 doubles liaisons rend le β -carotène extrêmement sensible aux radicaux libres dérivés d'hydroperoxydes qui sont formés à partir de l'oxydation d'acide linoléique dans un système émulsion aqueuse en résultant le blanchiment du β -carotène (**Belyagoubi, 2011**). La capacité antioxydant est déterminée en mesurant l'inhibition de la dégradation oxydative du β -carotène (décoloration) par les produits d'oxydation de l'acide linoléique (**Liyana-Pathirana et Shahidi, 2006**).

- **Mode opératoire :**

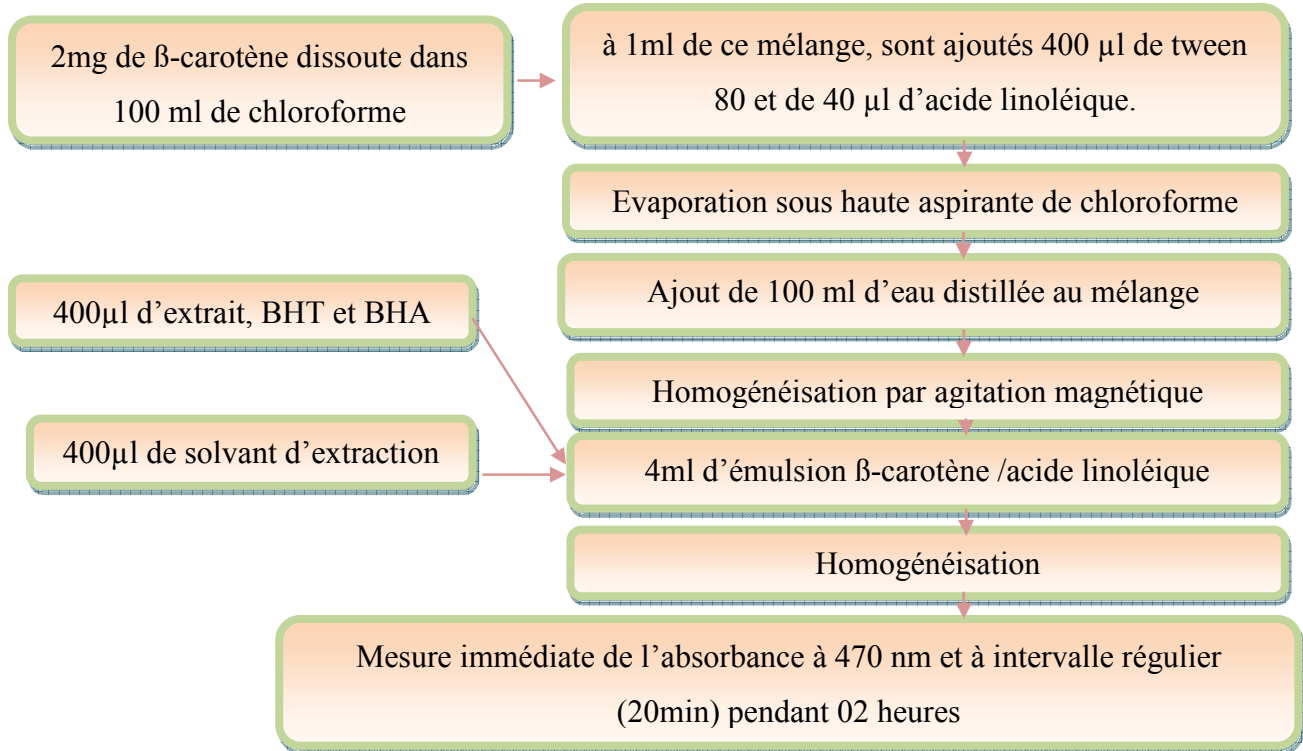


Figure N°26 : Test d'inhibition de blanchiment β -carotène par les extraits phénoliques de *Moringa oleifera*

Le taux de dégradation est donné par la formule suivante :

$$\text{Taux de dégradation de } \beta\text{-carotène} = \text{Ln} (A_{t=0} / A_{t=t}) * 1/t$$

L'activité antioxydant (AA), exprimée en % d'inhibition par rapport au contrôle, est donnée par la formule suivante :

$$\text{AA} = [(\text{taux de dégradation du contrôle} - \text{taux de dégradation de l'échantillon}) / \text{taux de dégradation du contrôle}] \times 100$$

III.5.Mise en évidence de quelques métabolites secondaires

➤ Les saponines :

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

➤ **Les Alcaloïdes :**

La mise en évidence d'alcaloïdes est effectuée par l'ajout de quelques gouttes de réactif de Bouchardât à 2ml d'échantillon. La formation d'un précipité brun-noir, brun-terne ou jaune-brun indique la présence de ces métabolites dans le milieu (Amana 2007).

➤ **Les terpénoïdes :**

2.5 ml d'échantillon sont ajoutés à 1ml de chloroforme. Après homogénéisation 1.5 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) sont ajoutés au mélange. La formation d'une couleur brun-rouge à l'interface indique la présence des composés (Aziman *et al.*, 2012)

➤ **Les tanins :**

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

III.6. Qualité microbiologique des yaourts :

Afin de vérifier la qualité microbiologique de yaourt incorporé et d'éviter la contamination du produit fini, les analyses microbiologiques Le dénombrement des colonies. Est déterminé au 14^{ème} jour pour chaque lot à différentes dilutions (Cinq dilutions de 1/10) dans le but de confirmer la salubrité du produit fini.

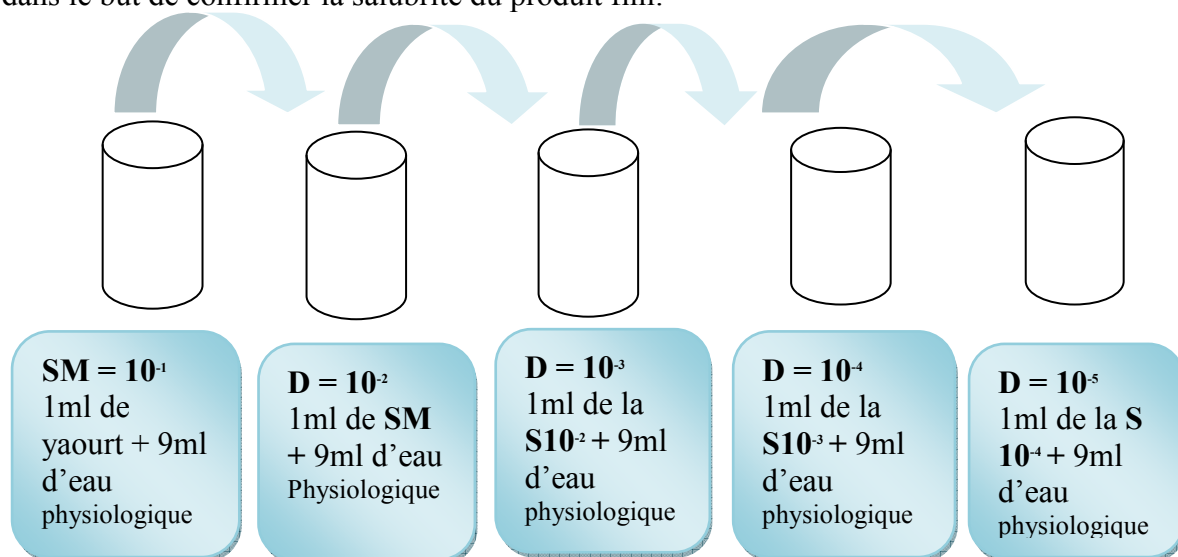


Figure N° 27 : Protocole de préparation des dilutions décimales.

Dénombrement de la flore de contamination selon le (**tableau IV**) résume le mode opératoire suivi pour chaque germe recherché. Les différentes analyses sont portées sur le dénombrement des coliformes totaux, des coliformes fécaux, des bactéries pathogènes (salmonelles et *Staphylococcus aureus*), et des levures et moisissures.

Tableau N° IV : Résumé de l'ensemble des bactéries recherchées et dénombrées : (**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
<i>Staphylococcus aureus</i>	Chapman	Solution mère	En surface	37°C/24-48h
Salmonelle	Hecktoen	Solution mère	En surface	37°C/24-48h
La flore lactique	MRS	10 ⁻⁶ 10 ⁻⁷ 10 ⁻⁸	En masse	37°C/48-72h
	M17	10 ⁻⁷ 10 ⁻⁸	En masse	37°C/48h

III.7. Analyse sensorielle

Dans le but de savoir les préférences des jurys experts en a utilisé le logiciel XL STAT où en a effectué les différentes étapes tel que :

- Caractérisation du produit.
- Analyse en composantes principales (ACP).
- Classification ascendante hiérarchique (CAH).
- Cartographie de préférence.

L'analyse sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et à leur sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits. L'instrument de vérification pour l'analyse sensorielle est le panel de

personnes qui ont été recrutées et formées pour réaliser des tâches précises d'évaluation sensorielle (Watts *et al.*, 1991).

III.8. Analyse statistique

Chaque test est répété 3 fois, la comparaison entre les échantillons est réalisée par une analyse de la variance (ANOVA) effectuée pour comparer les moyennes avec le test LSD sur le Logiciel Statistica 5.1. Les échantillons sont considérés statistiquement différents à $P < 0,05$.

Résultats et discussion

IV-Résultats :

IV.1. Caractéristique physico-chimique du yaourt enrichi

IV.1.1. Evolution des paramètres fermentaires

Quelque soit le paramètre considéré (pH, ATT et synérèse), les données illustrées par la figure N° 28 montrent une variabilité entre les échantillons de yaourt étudiés au cours des 28 jours de conservation à 4°C. L'analyse statistique des résultats montre un effet hautement significatif ($P < 0.05$) (tableaux annexe IV) de chacun des deux facteurs mis en jeu dans notre expérimentation : taux d'incorporation de *Moringa oleifera* et temps de stockage

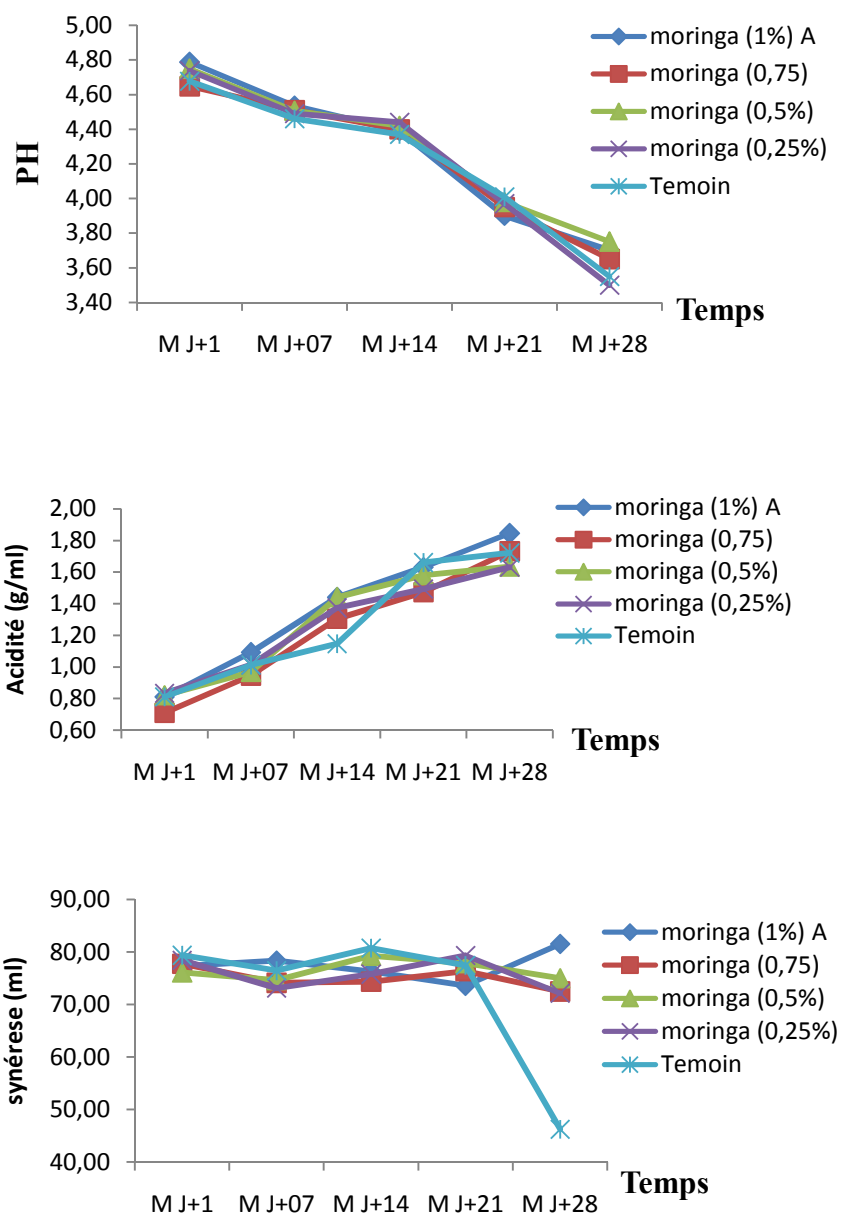


Figure N° 28 : Evolution des paramètres physico-chimiques au cours de la conservation.

D'après les résultats illustres sur la (**fig 28 A**) on trouve une variation de PH entre les échantillon de yaourt au cours des 28 jours de conservation à 4 C°.

Le PH diminue au cours de stockage qui est de 4.78 dans le 1^{er} jour à 3.70 pour le 28^{ème} jour .Les données de l'acidité enrgristré dans la (**fig 28 B**) est noté également que l' évaluation de l' acidité durant la période de stockage a connue une augmentation progressive de 0.9 à 2.0 pour jours 1 et jour 28 respectivement.

L'analyse de nos données (**Fig 28 C**) montre une tendance à la baisse de la synérèse du yaourt témoin ; elle passe de 79.36 (j₁) à 46.24 (j₂₈). Pour les yaourts enrichis, la synérèse montre une variation entre les différentes incorporations exprimées par deux phases. Une 1ère phase (j₁- j₂₁) caractérisées par une stabilité de la synérèse au cours du stockage. Une deuxième phase (j₂₁-j₂₈) exprimée par une diminution de ce paramètre pour les yaourts enrichis à 0.75%, 0.5% 0.25% et le yaourt témoin. A l'exception du yaourt enrichis à 1% qui affiche une augmentation qui va de 77.31 (j₁) à 81.53 (j₂₈).

IV.1.2. Teneur en sucres :

L'incorporation de poudre de feuilles de *Moringa oleifera* améliore significativement (P<0.05) (**tableau annexe IV**), le taux de sucre du yaourt avec un taux de 7.20% pour le témoin contre 7.50 à 9.47% pour le yaourt enrichi.

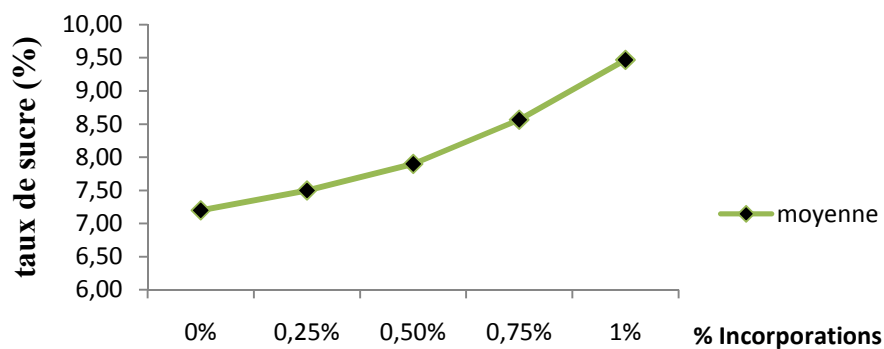
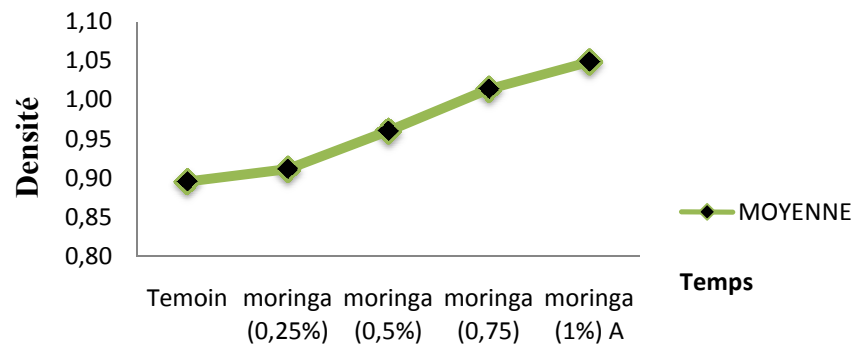


Figure N°29: Evolutionde taux de sucre

IV.1.3. Densité

La figure N°30 montre que la densité du yaourt enrichi augmente significativement avec le taux d'incorporation de *Moringa oleifera*. Le yaourt témoin se caractérise par la plus faible densité (0.90), tandis que pour les yaourts enrichis, la densité varie de 0.91 à 1.05.



Figur N°30 : Evolution de la densité des yaourts enrichis avec la poudre de feuille de *Moringa*.

IV.1.4. Les cendres

L'analyse de la variance montre une différence significative ($p < 0,05$) **tableau annexe IV** entre le yaourt témoin et les yaourts enrichis à de MO.

La figure N° 31 montre que le taux de cendre du yaourt enrichi augmente significativement avec le taux d'incorporation de *Moringa oleifera*. Le yaourt témoin se caractérise par la plus faible taux au cendre (0.15), tandis que pour les yaourts enrichis, le taux de cendre varie de 0.27 à 0.79.

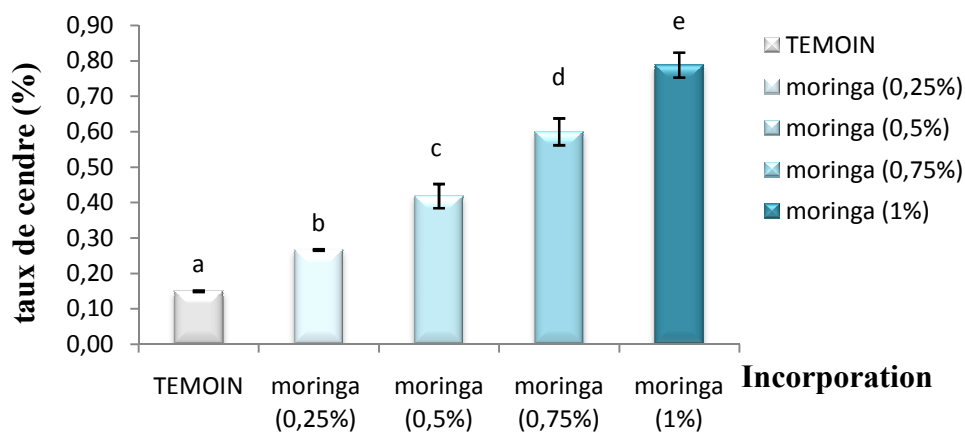


Figure N°31: taux de condres des différents yaourts préparés.

L'analyse de la variance montre une différence significative ($p < 0,05$) entre le yaourt témoin et les yaourts enrichis à de MO.

La figure N°31 montre que le taux de cendre du yaourt enrichi augmente significativement avec le taux d'incorporation de *Moringa oleifera*. Le yaourt témoin se caractérise par la plus faible taux au cendre (0.15), tandis que pour les yaourts enrichis, le taux de cendre varie de 0.27 à 0.79 .

IV.2.Glucose

L'analyse de la variance montre une différence significative ($p < 0,05$) **tableau annexe IV** entre le yaourt témoin et les yaourts enrichis à 0,25% et 1% de MO. À l'exception du yaourt incorporé a 0,5% et 0,75% qui ne montre aucune différence significative ($p > 0.05$).

La figure N°32 illustre une augmentation du taux de glucide avec l'incorporation de poudre de feuille de *Moringa oleifera*. Le taux en glucides le plus faible est affiché par le yaourt témoin (69,00 %) et le yaourt enrichi à 1% caractérisé par le taux le plus élevé (149.82%), un taux qui se voit augmenté de 2 fois par rapport à celui du yaourt témoin.

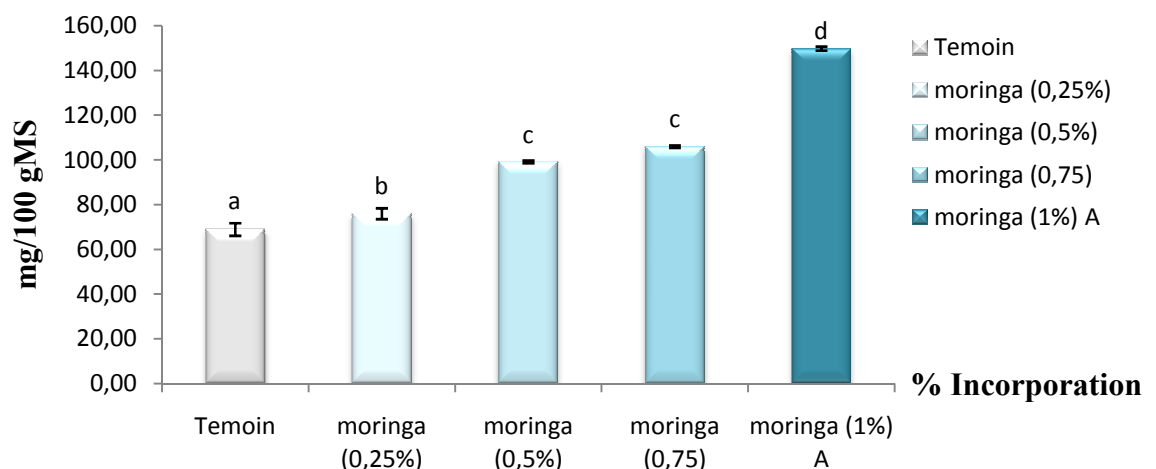


Figure N° 32: teneur en glucose.

IV.3. Mise en évidence de quelques métabolites secondaires

Les résultats de mise en évidence de métabolites secondaires résumés dans La (**figure N°33**) ne montre aucune présence pour toutes les métabolites secondaires recherchées (saponine, terpénoïdes, et tanins ; les alcaloïdes) dans nos échantillons.





Teste	Observations	Résultats
saponine		Absence (-)
Alcaloïde		Absence (-)
terpénoïde		Absence (-)
Tanins		Absence (-)

Figure N°33 : Résultats de test mise en évidence de quelque métabolite secondaire

IV.4. Teneur en composés phénoliques et activité antioxydant de MO

IV.4.1. Teneur en composés phénoliques

Nos différents tests analytiques ont mis en évidence la présence de différentes classes de composés phénoliques (composés phénoliques totaux, tanins et flavonoïdes) dans le yaourt préparé aux concentrations testées.

➤ Teneur en phénols totaux solubles :

L'analyse statistique montre qu'il y a une différence (figure 34) significative ($p < 0,05$) **tableau annexe IV** pour la teneur en PTS pour les extraits des yaourts étudiés, avec le yaourt témoin qui affiche la teneur la plus faible et le yaourt enrichi à 1 % qui exprime la teneur la plus élevée. Tandis qu'il n'y a pas de différence ($p > 0,05$) entre les teneurs des yaourts incorporés à 0,75 et 0,5%.

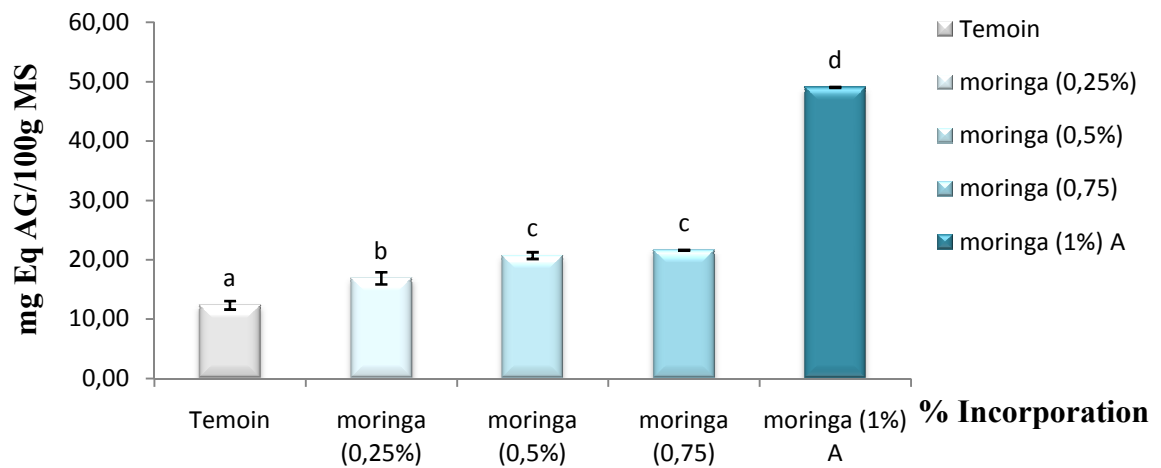


Figure N° 34: Teneur en phénol totaux solubles des yaourts incorporés de poudre de MO

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes entre elles ($p < 0,05$).

Les données analytiques montrent que le taux de phénols totaux solubles des extraits du yaourt préparés est de 12,33 mg équivalent acide gallique (EAG)/100 g de MS pour le yaourt témoin. Cette teneur est augmentée de 3 fois plus pour l'extrait du yaourt incorporé à 1% qui est de 49,02 mg équivalent d'acide gallique (EAG)/100 g de MS.

➤ Teneurs en flavonoïdes :

L'analyse statistique montre une différence significative ($p < 0,05$) **tableau annexe IV** pour la teneur en flavonoïde pour les yaourts incorporés, avec la plus faible teneur présentée par le yaourt témoin (3,82 mg (Eq quercétine /100g de MS)) et la plus élevée par le yaourt enrichi à 1% (50,49 (Eq de quirsitine /100g de MS)).

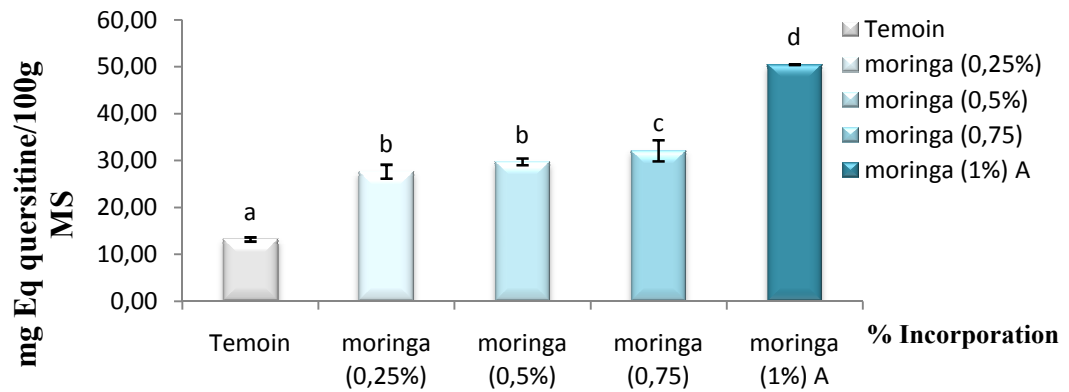


Figure N° 35: Teneur flavonoïdes en des yaourts incorporé de poudre de MO.

Les teneurs pour les yaourts incorporés à 0,25 et 0,5% ne représentent aucune différence significative ($p > 0,05$).

➤ Teneurs en tanins :

L'analyse statistique (**tableau annexe IV**) présente une différence significative ($p < 0,05$) entre l'extrait du yaourt témoin et l'extrait du yaourt enrichi à 0,25 et 1% de MO, et pas de différence ($p > 0,05$) entre 0,5 et 0,75% d'incorporation de poudre MO.

L'incorporation de la poudre des feuilles de MO dans les yaourts préparés augmente la teneur en tanins condensés avec l'augmentation de l'incorporation de MO (figure 35). La teneur de yaourt incorporé à 1% (343,45 mg /100 g MS) est augmenté de 3 fois plus que celle du témoin (141,29 mg /100g MS).

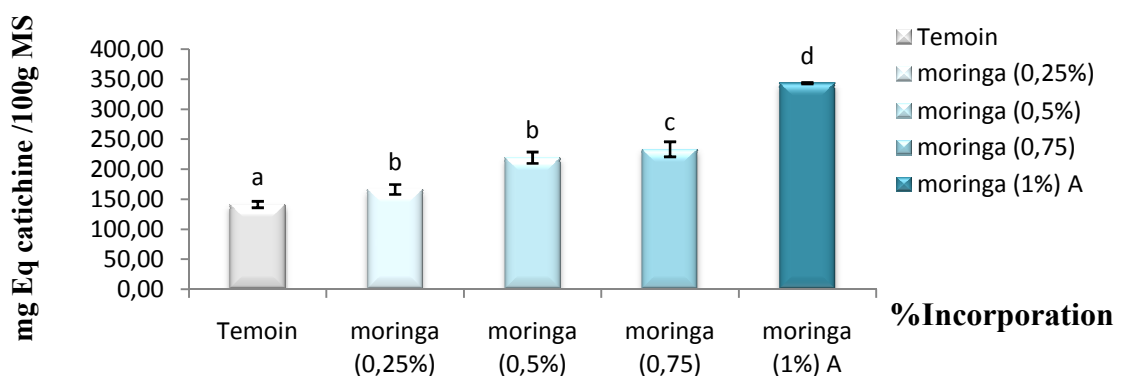


Figure N° 36: Teneur en tanins des yaourts incorporés par MO

Les lettres a, b et d indiquent qu'il y a une différence significative ($p < 0,05$).

IV.4.2. Etude de l'activité antioxydant :

Quelque soit le test considéré le yaourt préparé à des différentes concentrations de poudre de MO manifeste une activité anti-oxydante supérieure à celle du témoin et nettement inférieure aux standards utilisés.

➤ Pouvoir anti-radicalaire du DPPH

L'analyse statistique montre une différence significative ($p < 0,05$) **tableau annexe IV** entre les différents yaourts incorporés.

Nos résultats (figure 37) montrent que l'inhibition de l'activité anti-radicalaire par les extraits des yaourts enrichis varie de 14,22% contre 65,05% pour le yaourt incorporé à 1% de MO et 85,54% pour le standard BHT. L'incorporation de poudre de feuille de MO modifie le pourcentage d'inhibition de DPPH des yaourts enrichis qui est exprimé par une augmentation progressive d'activité.

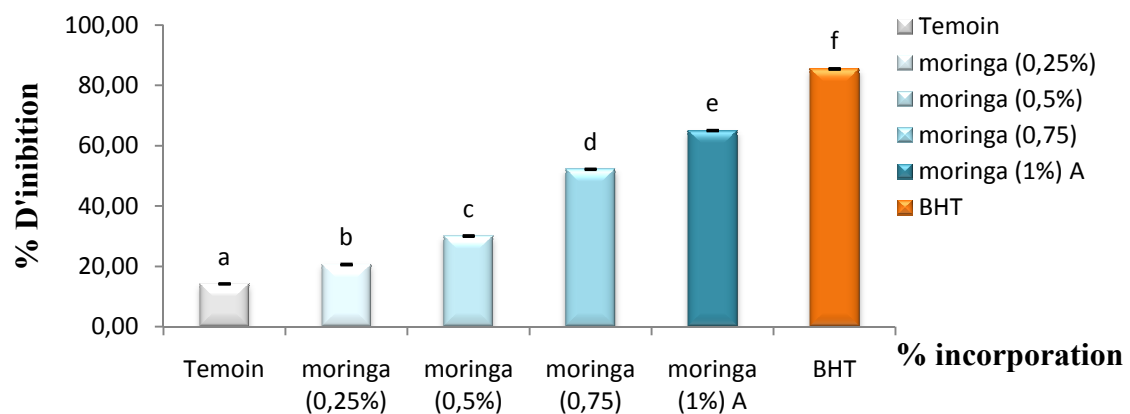


Figure N° 37 : % d'inhibition de l'activité anti radicalaire

➤ Test de chélation du fer ferreux

L'étude statistique montre une différence significative ($p < 0,05$) **tableau annexe IV** entre les cinq échantillons préparés pour les deux tests effectués chélation de fer ferreux et le pouvoir réducteur respectivement.

La figure 38 illustre la variabilité de la capacité de chélation de fer des yaourts préparés. L'activité de chélation du standard (EDTA) est 7,27 fois supérieure à celles de tout les échantillons testés. entre le témoin et le standard EDTA

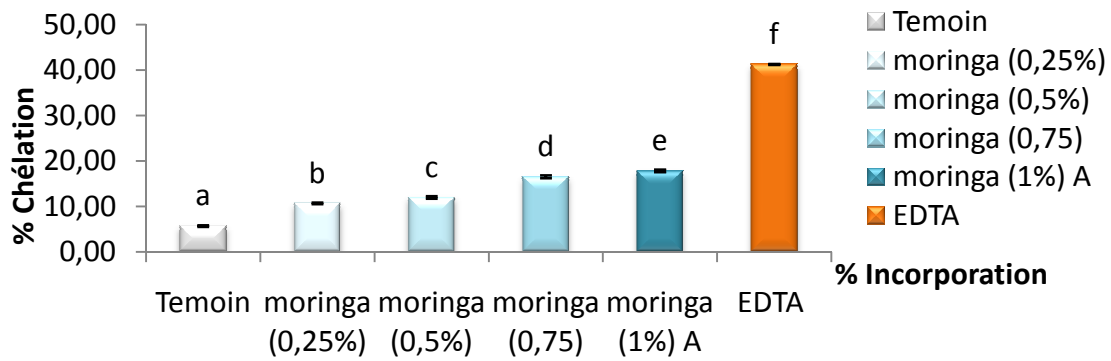


Figure N° 38: Chélation de fer ferreux

Le pourcentage de chélation des yaourts enrichis augmente avec l'incorporation de poudre de feuille de *Moringa oleifera*, avec un pourcentage qui est de 3,14 fois supérieur au témoin.

➤ Pouvoir réducteur du Fer

Tous les extraits manifestent un faible pouvoir réducteur : 0,116 à 0,260 soit moins 28 % du pouvoir réducteur de l'acide ascorbique pris comme standard.

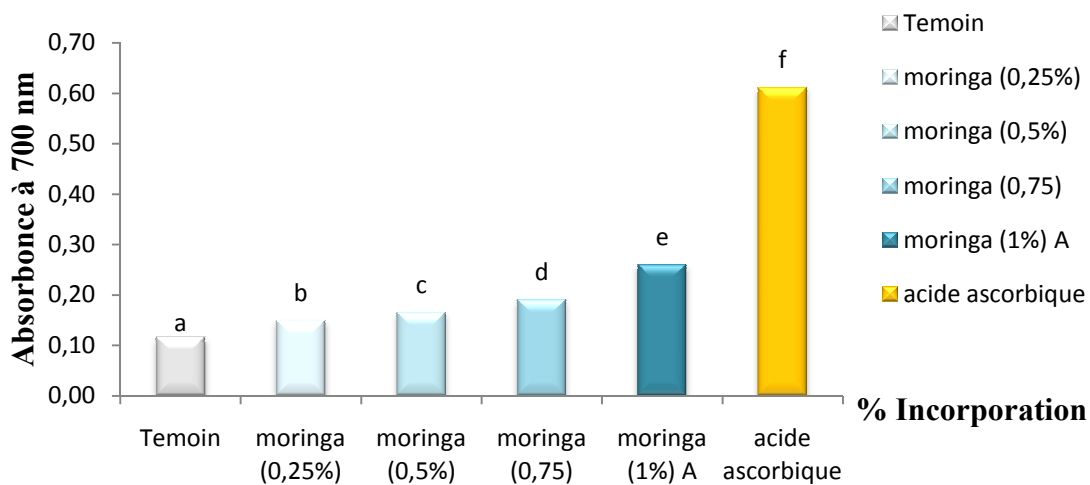


Figure N°39: Absorbance de Pouvoir Réducteur en fonction de la concentration .

➤ Test de blanchiment de β -carotène :

L'analyse statistique a montré une différence significative ($p < 0,05$) **tableau annexe IV** entre tous les échantillons et standards utilisés, à l'exception du yaourt enrichi à 1%, le standard BHT et BHA qui ne représente aucune différence significative ($p > 0,05$) **tableau annexe IV**.

Les résultats d'inhibition de blanchiment de β -carotène illustrés dans la (figure 40) montrent que l'inhibition la plus élevée a été présentée par le yaourt incorporé à 1% (54,44%), un pourcentage d'inhibition qui est similaire à celui de la BHT mais inférieur à celui de BHA (58,00 ; 61,05 respectivement).

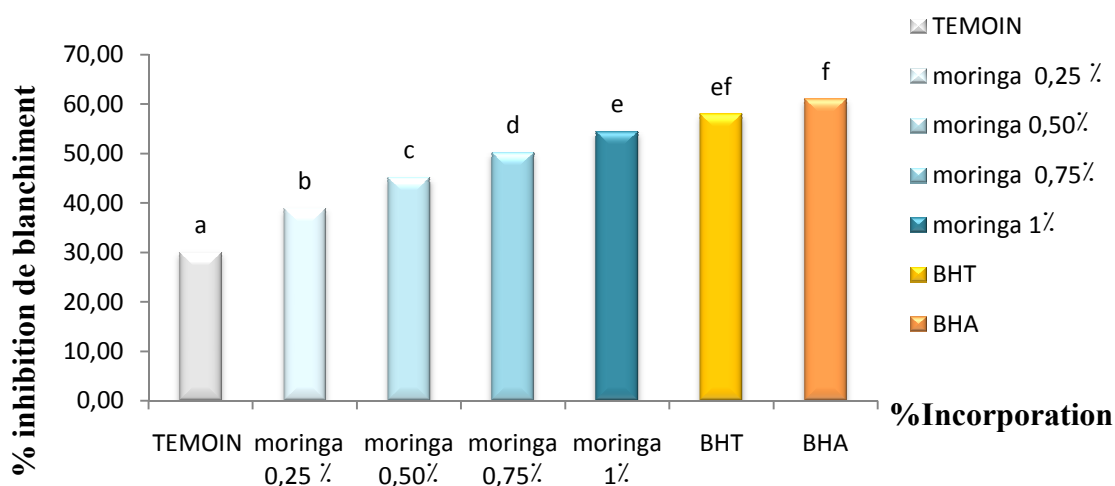


Figure N°40 : % d'inhibition du blanchiment, de β -carotène par l'extrait phénolique de *Moringa oleifera*

IV.5. Qualité microbiologique des yaourts

Au cours de l'expérimentation, les yaourts préparés n'ont révélé aucune présence des ; germes pathogènes, des *coliformes fécaux et totaux*, *salmonelles*, *Staphylocoques*, *levures et moisissures*, ainsi que la flore lactique .

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

Germes Recherche /Yaourt	Coliforme fécaux	Coliforme totaux	Staphylococcus aureus	Salmonelle	Levure et moisissure	Flore totale mésophiles lactique	La flore lactique
Yaourt témoins	0	0	0	Abs	Abs	15 (10 ⁵)	Abs
Yaourt à 1%	0	0	0	Abs	Abs	18,13 (10 ⁵)	Abs
Yaourt à 0.75%	0	0	0	Abs	Abs	18,26 (10 ⁵)	Abs
Yaourt à 0.5%	0	0	0	Abs	Abs	17,66 (10 ⁵)	Abs
Yaourt à 0.25%	0	0	0	Abs	Abs	17,22 (10 ⁵)	Abs
Normes	10 /g	1/g	10/g	Abs/25g	10 ² /g / Abs/g	(3-300) (10 ⁵)	10 ⁵ UFC/ml

IV.6. Analyse sensorielle

IV.6.1. 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:

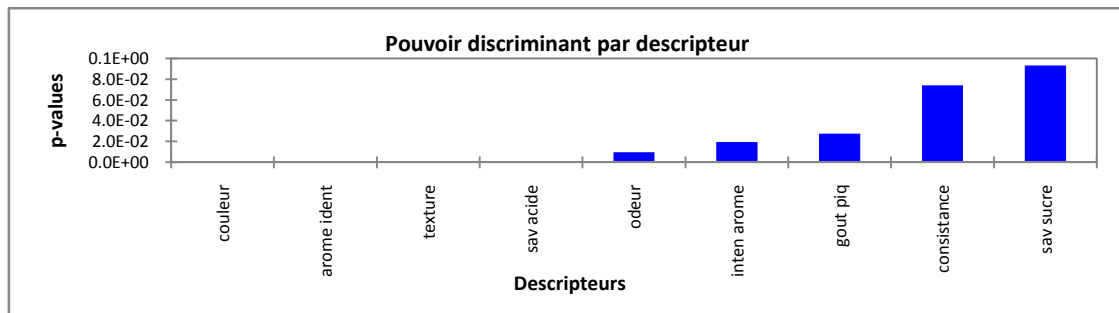


Figure N°41: Pouvoir discriminant par descripteur

La figure montre les descripteurs ordonnés du plus discriminant au moins discriminant sur les cinq échantillons de yaourt brassé préparés.

Les caractéristiques saveurs sucrés, consistance, goût piquant, intensité de l'arôme et l'odeur ont un pouvoir discriminant faible, donc les experts n'ont pas constaté des divergences de ces caractéristiques pour les cinq échantillons dégustés. Alors que la caractéristique saveur acide été légèrement constaté.

Pour la texture, arôme identifié et couleur sont les plus discriminants. Cela prouve que les experts ont constaté des divergences de ces descripteurs pour les cinq échantillons incorporé avec différentes concentrations de poudre de feuille de MO.

IV.6.2. Coefficient des modèles

Dans ce test, les résultats du traitement des données effectués pour chaque combinaison descripteur-produit (le coefficient, la moyenne estimée, la p-valeur ainsi qu'un intervalle de confiance sur le coefficient) sont affichés. Les coefficients des modèles des échantillons de yaourt brassé (A, B, C, D et E) sont représentés dans les figures (**annexe IV**) dont :

- ✓ La couleur bleu : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positives (apprécié)
- ✓ La couleur rouge : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement négatives (non apprécié)

- ✓ La couleur blanche : les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatives (non détecter). Les résultats des moyennes ajustées par produit sont présentés dans le tableau suivant :

➤ **Pour les jurys experts :**

Le tableau VI: Représente Les résultats des moyennes ajustées par produit

	texture	consistance	sav sucre	sav acide	odeur	arome ident	gout piq	inten arome	couleur
C	4,250	4,125	1,375	2,750	2,375	1,750	1,125	1,375	1,500
E	3,750	4,125	1,375	2,750	2,875	4,750	1,375	1,875	3,500
D	3,375	3,875	1,375	3,375	2,625	4,625	1,375	2,375	4,125
A	3,375	4,000	1,250	3,000	2,875	4,875	1,500	2,125	4,125
B	3,250	3,875	1,250	3,000	3,375	4,375	1,625	2,250	4,750

permet de faire ressortir les moyennes quand les différents produits et les caractéristiques sont croisés. Les résultats des moyennes ajustées par produit sont représentés Comme suit :

- ✓ Les cellules en bleu sont les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale,
- ✓ Les cellules en rouge sont les moyennes qui sont significativement plus petites que la moyenne globale,
- ✓ Les cellules en blanc sont les moyennes qui ne sont pas significatives.

Les résultats sont représentés comme suit :

- Pour le yaourt C: il est caractérisé par une texture lisse, saveur acide qui est moyenne, arômes vanille avec une faible intensité, une couleur beige ,absence de sucre et une odeur faible.
- Pour le yaourt B : se caractérise par une odeur moyenne, couleur vert foncé, une texture moyenne, brassé, absence de sucre, saveur acide moyenne, arôme citron qui est faible et un goût piquant faible.

IV.6.3. Courbe de niveau et carte des préférences

La figure suivante présente la courbe des niveaux et la carte des préférences :

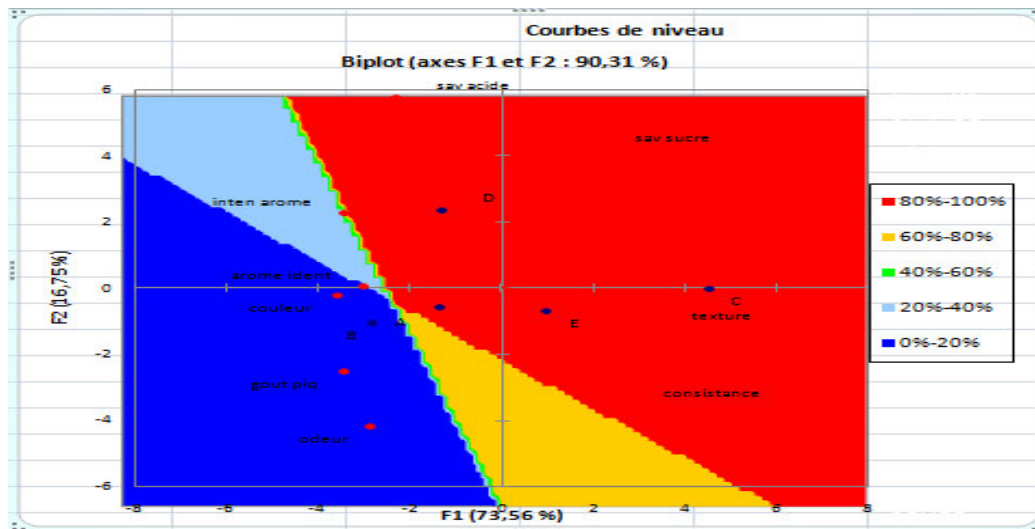


Figure N°42: Courbe des niveaux et carte des préférences.

D'après la figure N° on remarque que les dégustateurs des trois classes favorisent le yaourt C en première position (80% - 100%) qui correspond au yaourt témoin, ensuite le yaourt D (60% - 80%) qui correspond au yaourt incorporé à 0,25%.

Le yaourt le moins préféré par le jury est le yaourt E (20%-40%) qui correspond au yaourt incorporé à 0,50%. Les yaourts A et B sont faiblement préférés (0%-20%) qui correspondent au yaourt incorporés à 0,75 et 1%.

IV.7. Discussion générale :

Les résultats obtenus pour le pH et l'acidité titrable montrent une variabilité significative ($p < 0,05$). Le pH du yaourt enrichi en poudre de feuille de MO diminue au cours de stockage à 4°C, ces valeurs comprises entre 4.72 au J₁ à 3.55 au J₂₈ pour le témoin et 4.79 au J₁ à 3.70 au J₂₈. Par contre l'acidité titrable présente une augmentation au cours de stockage à 4°C. Ces résultats sont en accord avec ceux qui sont rapportés par **Salem et al (2013)** ; **Hassan et al 2016** ; **Fatma et al 2017**).

Nous notons une baisse de la viscosité du yaourt témoin contre une augmentation pour les yaourts enrichis à différentes concentrations qui s'accordent à celle de **Sricuvoret al(2013)**. Ceci est attribué à l'activité protéolytique des bactéries lactiques présentes dans les yaourts préparés qui hydrolyse les micelles de caséine.

La densité du yaourt incorporé qui est comprise entre 0.90 pour le témoin à 1.05 pour le yaourt incorporé à 1% sont proches de la densité du yaourt nature commercialisé (1.03).

L'incorporation de MO dans les yaourts préparés présente un brix qui passe de 7,20% pour le témoin jusqu'à 9,47 % pour le yaourt incorporés à 1%. Nos résultats s'accordent avec les données de **Sodamadeet al(2013)** et **Hassan et al(2016)**).

Le taux des cendres augmente avec l'augmentation de l'incorporation de MO de 0,31 pour le témoin à 0,2 pour le yaourt incorporé à 1%. Nos résultats sont inférieurs à celles rapportés par (**Sodamadeet al 2013**) qui est de $6 \pm 0,63$ pour la teneur en cendre des feuilles de MO. Pour la teneur en glucose qui augmente avec l'augmentation de l'incorporation de la poudre des feuilles MO, nos résultats sont nettement supérieurs à celles apportés par **Sodamade et al(2013)** qui est de $38,2 \pm 0,31$ pour la poudre de *Moringa oleifera*.

L'incorporation de M.O à des taux croissants s'accompagne d'une élévation de la teneur des yaourts en polyphénols totaux solubles; tanins condensés et flavonoïde apportés par M.O.

Les différentes analyses effectuées au laboratoire ont mis en évidence la présence de diverses classes de composés phénoliques dans les poudres de M.O (PTS, tanins condensés et flavonoïdes). La teneur en PTS des yaourts préparés varie significativement ($P < 0.05$) et passe de 12,33 mg Eq A gallique/100g de MS (témoin) 49,02 mg Eq A gallique/100 g de MS pour le yaourt incorporé à 1%, pour les tanins leur teneur augmente de 3 fois plus que celle du

témoin .Ainsi que le taux des flavonoïdes des différents yaourts préparés qui varie de 13,19 pour le témoin à 27.65 - 50,49 mg Eq de quercitine /100g de MS pour les yaourts enrichis.

Nos données traduisent une plus grande richesse en PTS, tannins condensés et falvonoides des yaourts enrichis comparativement au lait fermenté préparé.Ces résultats concordent à ceux rapportés par différents auteurs **Farooqet al (2012) ; Roopalatha et mala(2013) ; Awa et al (2018).**

Nous avons relevé une augmentation dupouvoir antioxydant (pouvoir réducteur, chélation de fer ferreux et test de blanchiment de β -carotène) de tout les yaourts testés avec l'élévation du taux d'incorporation. Nos résultats sont en accords avec ceux rapportés par différents auteurs **Chumarket al (2008) et Awa et al (2018).**Des observations similaires sont rapportées par **Farooqet al (2012** qui notent que les feuilles de M.O possèdent une forte activité antioxydant .

Les différences d'activités relevées entre les extraits de yaourts enrichis s'accordent avec les observations de **Santos-Gomes et al., (2002)** et traduiraient des différence d'activité des composés solubilisés. Les composés phénoliques sont des constituants très importants en raison de leur effet scavenger du radical DPPH due à leur groupement hydroxyle (**Elmastaset al ; 2006)**

Le résultat des analyses microbiologiquesdes cinq yaourts peréparés montrent clairement leur conformité aux **normes et exigences réglementaires** . La production d'un yaourt de qualité sanitaire satisfaisante est évidemment possible à condition de respecter les règles d'hygiènes applicables au niveau de production et de la transformation du lait.

L'incorporation de poudre de feuille de M.O a induit un changement dans les attributs sensoriels des yaourts enrichis. Les plus basses estimations de la saveur sont obtenues avec ces derniers. Nous notons une baisse progressive dans la (texture, saveur, arôme) avec des niveaux croissants de M.O ; Le yaourt naturel est préféré par les dégustateurs. De telles variations ont été observées par **Apiladoo et al (2013) et Adewumi et al (2016)** qui recommandaient de ne pas dépasser le taux de 0.5% de poudre M.O dans les yaourts..

Conclusion

Conclusion

Le travail réalisé nous a permis de produire un yaourt brassé enrichi avec de la poudre de feuille de *Moringa oleifera* (MO). Il s'agit d'un produit de large consommation.

L'incorporation de M.O permis un enrichissement significatif glucidique des yaourts préparé en raison de la richesse des feuilles de M.O : 149.82 mg/100g MS (yaourt enrichi) contre 69 mg/100 g MS (yaourt témoins).

Les yaourts préparés se caractérisent par une densité de (0.90 à 1.05) et d'une richesse en taux de sucres (7.20 % à 9.47%).

Diverses classes de composés phénoliques (PTS, tannins condensés et flavonoïdes) sont présents dans les différents yaourts préparés à des concentrations variables : le yaourt enrichi à 1 % est significativement ($p < 0.05$) plus riches en PTS (49.02 mg/100 g MS), flavonoïdes (50.50 mg/100g MS) et tannins (343.45mg /100g MS) respectivement.

Globalement, l'activité antioxydant des extraits de *yaourts* est inférieure ou égale à celle des composés de synthèse utilisés comme standards. Cette activité antioxydant varie en fonction de l'activité considérée et avec le taux de poudre de feuille de *Moringa oleifera* incorporé.

Tous les extraits de yaourts manifestent également une plus grande activité antioxydante qui augmente avec le taux d'incorporation de la poudre de M.O. Ils manifestent un fort pouvoir anti-radicalaire du DPPH (65.05%) intermédiaire entre celui du BHT (85.54%) utilisés comme standards. Par contre pour le test de chélation du fer ferreux et du test d'inhibition de blanchiment de β -carotène, c'est l'extrait de yaourt 1% qui exprime l'activité la plus élevée (41.28% ,54.44% respectivement) et supérieure ($p < 0.05$) à celle du BHT (58.00%). Le pouvoir réducteur des extraits des différents yaourts utilisés est très faible moins de 28% du pouvoir réducteur de l'acide ascorbique pris comme standard.

Les résultats obtenus montrent qu'il est possible de produire un yaourt de qualité microbiologique.

Tout fois les évaluations sensorielles ne sont pas en faveur des yaourts enrichis, en raison d'odeur, la couleur et goût particuliers.

Néanmoins ces résultats sont encourageants et le présent travail mérite d'être poursuivi et approfondi en :

- Utiliser des concentrations plus faibles que celles utilisées.

- Ou garder les concentrations testés et d'ajouter des additifs ou arômes alimentaires afin d'améliorer la qualité organoléptique des yaourts préparés.
- Utiliser un solvant d'extraction pour les composés phénoliques autre que l'éthanol
- Identifier ces composés phénoliques responsables de l'activitéantioxydante par des méthodes analytiques plus fine.
- Effectué des traitements sur la poudre de feuille de *moringa oleifera* avant son incorporation dans le yaourt.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

Aderemi Oluyinka Adewumi ., Martins Akugbe Arasomwa.,2016. On the performance of particle swarm optimisation with(out) some control parameters for global optimisationInt. J. Bio-Inspired Computation.

Affer .M, Bouziane.T., 2013. L'effet de l'incorporation de la farine de pois chiche sur le lait fermenté type yaourt.

Agroconsult., 2016.Analyse des Potentialités de l'Exploitation du Moringa en Haïti, ministère de l'agriculture, des ressources naturelles et du développement rural (marndr), Haïti, 211p.

Allen, LH, De Benoist, B., Dary, O., Hurrell, R ., 2006. Lignes directrices sur l'enrichissement des aliments en micronutriments. Organisation mondiale de la santé.

Amana K., 2007. Les anacardiaceae du togo: les étudesbotaniques, écologiques et propriétésantifongiques. thèse de doctorat de l'université de reims champagneardenne. 182. Antioxydant activity of stem and root of extract of rhubarb (*Rheum ribes*): An edible medicinal plant. *Food chemistry*, 103: 623-630.

Amatayakul, T., Sherkat, F., et Shah, N. P., 2006. Syneresis in set yogurt as affected by EPS starter cultures and levels of solids. *International Journal of Dairy Technology*, 59(3):216-221.

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

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

ATAKPAMA, W., KPNOR, 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).

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

Awa Ndiaye SY1*, **Alioune DiorFALL2**, **Mamadou NDIAYE1**, **Khadim NDIAYE1**, **Rokhaya Sylla GUEYE3**, **Emmanuel BASSENE2**, **Amadou Moctar DIEYE1** et **Guata Yoro SY1 2018** : Evaluation de l'activité antioxydante des feuilles de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) du Sénégal Int. J. Biol. Chem. Sci. 12(4): 1816-1823

B

Balbir S. Mathur, 2005 . Un potentiel pour sauver des vies. livre ,23p.

Béal C., Marin M., Fontaine E., Fonseca F. et Obert J.P., 2008. Production et conservation des ferments lactiques et probiotiques. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France.

Béal C., Skokanova J., Latrille E., Martin N. et Corrieu G., 1999. Combined effects of culture conditions and storage time on acidification and viscosity of stirred yogurt. Journal of Dairy Science. 82, 673–681. Bourgeois. CM, Larpent.J.P, 1996. Microbiologie alimentaire, Aliments fermentés et fermentation alimentaires, 2e édition, Lavoisier TEC, DOC.

Bello. H., 2010. Essai d'incorporation de la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation chez les poulets indigènes du Sénégal : Effets sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et le résultat économique. Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université de Dakar.

Belyagoubi, N., 2011. Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. Thèse de doctorat en biologie. Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen, 166 p.

Ben Salem H., et Makkar H ., 2009. Defatted *Moringa oleifera* seed meal as a feed additive for sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 150: 27-33.

Beth D., 2005 - Moringa Water Treatment. An ECHO Technical Note. Internet: www.echotech.org/mambo/images/DocMan/MorWaterTreat.pdf (consulté le 4 Mars 2018).

Boizot N. et Charpentier J P., 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénolique des organes d'un arbre forestier. Le Chaire des techniques de l'Inra : 79-82.

Bourgou S., Ksouri R., Bellila A., Skandrani L., Faller H. et Marzouk B., 2008. Phenolic Composition and Biological Activities of Tunisian *Nigella Sativa* . *Shoots and roots Comptes Rendues Biologies*, 33(1):48-55.

Broin M., 2005. Composition nutritionnelles des feuilles de *Moringa oleifera*. CTA, 5p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>.

Bronner F. et Pansu D., 1999. Nutritional aspects of calcium absorption. *Journal of Nutrition*, **192** : 9-12.

C

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

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

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

D

Dave, R.I. and Shah, N.P.1998. Ingredient Supplementation Effects on Viability of Probiotic Bacteria in Yogurt. *Journal of Dairy Science*, 81,280 2816. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75839-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75839-4)

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

Deshpande, S. S., Cheryan, M., Salunkhe, D., & Luh, B. S., 1986. Tannin analysis of food products. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 24(4): 401-449.

Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., & Vidal, N.,2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food chemistry*, 97(4):654-660.

Donkor, Anders Henriksson, Todor Vasiljevic, Nagendra P. Shah. Osaana N., 2006. Proteolytic activity of dairy lactic acid bacteria and probiotics as determinant of growth and in vitro angiotensin-convertingenzyme inhibitory activity in fermented milk. *Le Lait*, INRA Editions, 2007, 87 (1),. fhal-00895625f. pp.21-38

Dupin h, cup j.l., Maleviak m.i, leynaud- rouaud c. Et Berthier a.m.,1992. Alimentation et nutrition humaine. Ed : esf, paris, 1515p.

Durso L etHukins R., 2003.Starter cultures. Universitu of Nebraska, Linocoln, NE, USA. Elsevier Science Ltd .pp. 5583-5593.

Driessen, F.M., Kingma, F., Stadhouders, J .,1982., Evidence that Lactobacillus bulgaricus in yogurt is stimulated by carbon dioxide produced by Streptococcus thermophilus. Neth Milk Dairy J, 1982, (36):135-144.

E

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

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

Escalanteet al., ANANIAS .Denice E. FREELAND W ILLIAM E. COLLINS, AND ALTAF A.,1998 .The evolution of primate malaria parasites based on the gene encoding cytochrome b from the linear mitochondrial genome. Vol. 95.pp. 8124–8129.

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.

FAO, .1975. Lait et produits laitiers. Première édition. Rome.

FAO., 1995. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Amazon, Rome, Italie

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

Fatma AM Hassan ,alias Enab ,Mona AM abdel-Gawad ,Hala M Bayoumi et YB Youssef .,2017.Utilisation de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* dans la production de fromage blanc à pate mole **Journal international de la science laitière.**

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

Foidl N., Makkar H.P.S., et Becker K., 2001. Potentiel de *Moringa Oleifera* en agriculture et dans l'industrie. Potentiel de développement des produits du Moringa. 29 octobre – 2 Novembre 2001.Dar es Salaam, Tanzanie.

Freire J.E.C, Vasconcelos I.M, Batista A.B, Lobo M.D.P,Pereira M.L, Lima J. P.M. S. et al., .2015. Mo-CBP3, an Antifungal Chitin-Binding Protein from *Moringa oleifera* Seeds, Is a Member of the 2S Albumin Family, PLOS ONE 10(3): e0119871, , Brazil,24p.

Fuglie, L.2001. Le *Moringa* : une arme dans la lutte contre la malnutrition. *Church World Service,Bureau Régional de l'Afrique de l'Ouest*. Disponible sur <http://www.moringanews.org>. Consulté le 25/05/2015 .

G

Gnangle P. C., Glele kakaï R., Oumorou M., N'djolosse K., Bonou W., et Sokpon N., 2010. Tests de croissance de jeunes plants de Néré (*Parkia biglobosa*, Jack, R.Br.) en pépinière. *Int. J. Biol. Chem. Sci*. 4 (6): 1939-1952.

Gürsoy A., Durlu-Özkaya F., Yildiz F . et Aslim B., 2010. Set Type Yoghurt Production by Exopolysaccharide Producing Turkish Origin Domestic Strains of *Streptococcus thermophilus* (W22) and *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (B3). *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 16: 81-86.

G Sandeep , T Anitha , KR Vijayalatha, A Sadasakthi ,.2018., Moringa for nutritional security (*Moringa oleifera* Lam.). *International Journal of Botany Studies*,21p.

H

Haddouchi, F., Chaouche, T., & Halla, N.,2016. Screening phytochimique, activités antioxydantes et pouvoir hémolytique de quatre plantes sahariennes d'Algérie. *Phytothérapie*.pp.1-9.

Hagerman, A. E.,2002. Hydrolyzable tannin structural chemistry. *Tannin handbook*.pp.1-5.

Haldar R, Kosankar. S.,2017. *Moringa oleifera*: The Miracle Tree. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, V 3, I 6,Inde. ISSN: 2454-132X.pp.966-970

Hassan, FAM, SM Bayoumi, MAM Abd El-Gawad, AK Enab et YB Youssef., 2016. Utilisation de poudre de feuilles de *Moringa oleifera* dans la production de yaourt. *Int. J. Dairy Sci.*, 11:69-74.

Hêdji C.C, Kpoguè Gangbazo D.N.S, Houinato M. R et Fiogbé E .D.,2014. Valorisation de *Azolla* spp, *Moringa oleifera*, son de riz et de coproduits de volaille et de poisson en alimentation animale, *Journal of Applied Biosciences* 81:7277 – 7289, Benin, ISSN 1997–5902. pp.7277-7289,

Hsieh, P. Y.-H., and Ofori, J. A., 2007. "Innovations in food technology for health." *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 16(S1):65-73.

HUSSON F., PAGÈS J., 2009. *SensoMiner* dans Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique, 3ème éd. Lavoisier, vol. 23, 16p.

I

Ijarotimi O.S, Adeoti O.A et Ariyo.O .,2013. Comparative study on nutrient composition, phytochemical, and functional characteristics of raw, germinated, and fermented *Moringa oleifera* seed flour. *Food Science & Nutrition* vol.1.No(6),pp. 452–463

Iqbal,S., and Bhangar, M.,2006. "Effect of season and production location on antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaves grown in Pakistan." *Journal of food Composition and Analysis*, 19(6): 544-551.

Iserin, P., Masson, M., & Restillini, J.,2001. Larousse des plantes médicinales, identification. préparation .

J

Jeanet, R., Croguennes, T., Mahaut, M.,Schuck, P.,Brulé ,G., 2008. Les produits laitiers. Ed Techniques et Documentations. Lavoisier, Paris .pp.185.

JOLLIFFE I.T. 2002. *Principal Component Analysis*, 2ème éd. Springer, New York. pp. 13-18.

K

Kakengi A.M.V., Kaijage J.T., Sarwatt S.V., Mutayoba S.K., Shem M.N., t Fujihara T., 2007. Effect of *Moringa oleifera* leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania. *Livest. Res. Rural Dev.* 9 (4) : 446.

Keddar.F, Koubich. S.,2009. Etude de l'effet antagoniste entre les deux bactéries du yaourt (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) et les germes pathogènes (*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*). FOA OMS.

Khalafalla, M. M., Abdellatef, E., Dafalla, H. M., Nassrallah, A. A., Aboul-Enein, K. M., Lightfoot, D. A., El-Deeb, F. E., and El-Shemy, H. A., 2010. "Active principle from *Moringa oleifera* Lam leaves effective against two leukemias and a hepatocarcinoma." *African Journal of Biotechnology*, 9(49) : 8467-8471.

L

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

LARPENT J., 1997. Microbiologie alimentaire : Technique de laboratoire. Ed. *Tec & Doc*, Paris. pp. 330 -345.

Léa M., 2010. Bioremediation of Turbid Surface Water Using Seed Extract from *Moringa oleifera* Lam. (Drumstick) Tree. *Curr. Protoc. Microbiol.* Tome 1. Chapitre 1: Unit 1G.2p.

Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, Bertoli S., 2016. *Moringa oleifera* Seeds and Oil: Characteristics and Uses for Human Health : An overview. *Int. J. Mol. Sci*, 17, 2141. édition Maurizio Battino université de milan, Italie.

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

Liyana-Pathirana, C.M., Shahidi, F., 2006. Antioxydant propertes of commercial soft and hard winter wheats (*Triticum aestivium* L.) and their milling fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 477-485.

Loones A., 1994. Laits fermentés par les bactéries lactiques. In : Bactéries lactiques. Vol 2. (De Roissart, H. et Luquet, F. M., Lorica, Paris, France. M

Malo T., 2014. Effet de la fertilisation sur la croissance et la production de *Moringa oleifera* local et *Moringa oleifera* PKM-1 dans la Région des Cascades (Burkina Faso). Mémoire de fin de cycle Institut du Developpemet Rural Université Polytechnique de Bobo –Dioulasso .

M

Marie W., 2015. Étude d'opportunité du développement de la filière *Moringa oleifera* dans la région de Toliara, RAPPORT DE STAGE, 92p.

- MARTY-TEYSSET C. DE LA TORRE F. and GAREL J-R.,2000.** Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* upon aeration: involvement. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(1):262-267.
- Mashela. P.W.,2017.** Growth of *Moringa (Moringa oleifera)* seedlings in calcareous, clayey and sandy soils relative to loamy soil Green Biotechnologies Research Centre of Excellence, University of Limpopo, *African Journal of Agricultural Research* Vol.12(50).pp. 3508-3512.
- Mechtoun.A.,2014.** Essai de fabrication d'un yaourt naturel aromatisé par un sirop de romarin.
- Minaiyan M, Asghari G, Taheri D, Saeidi M, Nasr-Esfahani S.,2014.** Anti-inflammatory effect of *Moringa oleifera* Lam. seeds on acetic acid-induced acute colitis in rats. *Avicenna J Phytomed*, Vol. 4, No. 2. l'université de Sciences Médicales. Iran, pp.127-136.
- Mohammeed H.A., Abu-Jdayil B. et Al- Shawabkeh A.,2004.** Effect of solid concentration on the rheological properties of Labneh (concentrated yoghurt) produced from sheep milk. *Journal of Food Engineering*, 61:347-352
- Molyneux P.,2004.** The use of the stable free radical diphenyl picrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 26(2):212-219.
- Monnet V., Latrille E., Béal C. et Corrieu G ,.2008.** Croissance et propriétés fonctionnelles des bactéries lactiques. In : Corrieu G. et Luquet F.M. Bactéries lactiques de la génétique aux ferments. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France.
- Morton JF.,1991.** The horseradish tree, *Moringa Pterygosperma* (Moringaceae) –A Boon to Arid Lands. *Economic Botany*. 45: 318-333.

N

- Neto J.X.S, Pereira M. L, Oliveira1 .T. A, Rocha-Bezerra L. C. B, Lopes T. D. P, Costa H. P. S, Sousa et al.,2017.** A Chitin-binding Protein Purified from *Moringa oleifera* Seeds Presents Anticandidal Activity by Increasing Cell Membrane Permeability and Reactive Oxygen Species Production,12p.

O

Olivera M., Caric M., Bozanic R. et Tratnik L., 1996.The influence of whey protein concentrates on the viscosity of yogurt, acidophilus and acidophilus yogurt. *Mljekarstvo*.pp. 46, 91-100.

Osborne D. R., Voogt P.,1986.Análisis de los nutrientes de los alimentos Zaragoza. Ed.Acribia,258p.

P

Paci kora, E.,2004. Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brasse aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception et de la texture et de la saveur .Thèse de doctorat présentée à l'Institut National Agronomique. Paris. Grignon.pp.205.

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

Pamo Tendonkeng E.T., Boukila B., Tendonkeng F., Kana J.R., Tonfack L.B.and Momo M.C.S.,2002. Influence de la fumure organique, du NPK et du mélange des deux fertilisants sur la croissance de *Moringa oleifera* Lam. Dans l'Ouest Cameroun.pp.1-3.

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

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

Price ML.,2007. The Moringa Tree. ECHO Technical Note. North Fort Myers, USA.

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

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.

Ravindra C., Joshi B. ; Vasantharaj D., Rashmi K.,2016 . A review of the insect and mite pests of *Moringa oleifera* Lam. *Agriculture for Development*, 29p

- Ribéreau-Gayon, P.,1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Dunod, Paris.Francia.
- Rice Evans C.A., Miller N J., et paganga G.,2003.** Antioxidant Properties of Phénoliccompounds. Trends in plant science. 2(4): 152-158.
- Roginski, H., Fuquay, J. W. and Fox, P. F. 2003.** Encyclopedia of dairy sciences. Volumes 1-4. Academic press.pp. 93-101.
- Roloff A., Weisgerber H., Lang U. and Stimm B.,2009.** *Moringa oleifera Lam.,1785.* Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch and Atlas der Dendrologie.*WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Enzyklopädie der Holzgewächse- 40. Erg.Lfg. 6/05. 8p.*
- Roopalatha UC, Mala Nair V.,2013.** Phytochemical analysis of successive reextracts of the leaves of *Moringa oleifera* Lam. *Int. J. Pharm. Pharmaceut. Sci.*, 5(3): 629-634.
- Roudant H. et Lefrancq E.,2005.**Alimentation théorique. *Doin*, Paris, France.
- Roudj S., Belkheir K., Zadi-Karam H. et Karam N.E., 2009.** Protéolyse et autolyse chez deux lactobacilles isolés de lait camelin du Sud Ouest Algérien. *European. J.Sci. Res.*, **34** (2): 218-227.
- ROUSSEL Y., PEBAY M., GUEDON G., SIMONET J.P. and DECARISN B.,1994.** Physical and genetic map of streptococcus thermophilus A054. *Journal of Bacteriology*, 176(24):7413- 7422.
- 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

- Salem, AS, WM Salama, AM Hassanein et HM El Ghandour.,2013.**Amélioration des valeurs nutritionnelles et biologiques de Labneh en ajoutant des feuilles sèches de *Moringa oleifera* comme produits laitiers innovants. *World Applied Sci. J.*, 22: 1594-1602.
- SantosGomes,Paula.C.,Rosa,M.,Seabra.,Paula,B.Andrade.,Manuel,Fernandes-Ferreira.,2002.**phenolic antioxidant compound produced by in vitro shoots of sage (*salvia officinalis* L.)*Plant Science*,162,981-987

Serra M., Trujillo A.J., Guamis B. et Ferragut V., .2009. b. Flavour profiles and survival of starter cultures of yoghurt produced from high-pressure homogenized milk. *International Dairy Journal*, 19: 100-106.

Shah N. P.2003.Yogurt: The product and its manufacture. In: *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*, Vol. 10, 2nd Edition (Caballero B, Trugo L. C. et Finglas P. M.), Academic Press, London, England

Shakeel Hanif M., Zahoor1 T., Iqbal Z., Ihsan-ul-Haq. et Arif A.M., 2012.Effect of storage on rheological and sensory characteristics of cow and buffalo milk yogurt. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 22: 61-70.

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

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

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

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

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

Srisuvor N., Chinphrast N., Prakitchaiwattana C., Subhimaros.,2013.Effects ofInlin and polydextrose on physiochemical and sensoryproperties of low-fat set yogurt withprobioticcultured banana purée. *LWT-Food Science and technology*, 51 :30-36.

T

Tamime A. Y. et Robinson R. K.,1999.Yogurt science and technology, 2eme Edition, Cambridge, Woodhead Publishing, England.**Teles G.D. et Flores S.H., 2007.**The influence of additives on the rheological and sensory properties of nonfat yogurt, *International Journal of Dairy Technology*, 60:270-277.

Tendonkeng F., Boukila B., Beguide A., et Pamo T.E.,2009. Essai de substitution du tourteau de soja par la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans la ration finition des poulets de chair. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*.7 (5).

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

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

V

Vierling E.,2008. Aliments et boissons : filières et produits, 3emeEdition, Doin ,WeltersKluwer, France.

W

Wacher-Rodarte, C., et Farres, A.,1993. Yogurt production from reconstituted skim milk powders using different polymer and non-polymer forming starter cultures. *Journal of Dairy Research*, 60(2):247-254.

Watts, B. M., G. Ylimaki, L. Jeffery and L. Elias., 1991.Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments.CRDI, Ottawa, ON, CA.

Y

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

Annexes

Annexe I

Les courbes d'étalonnage :

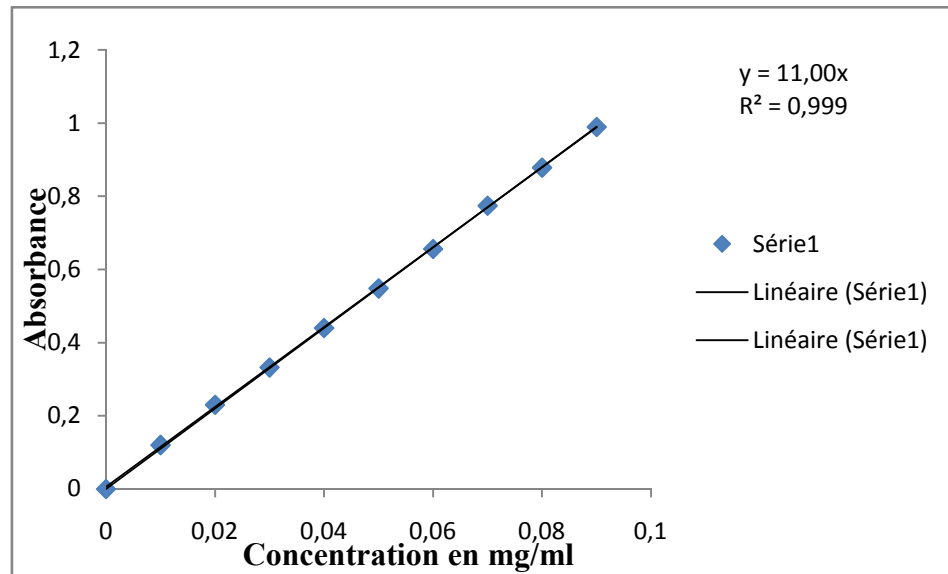


Figure N°1 : Courbe d'étalonnage de dosage de sucres totaux

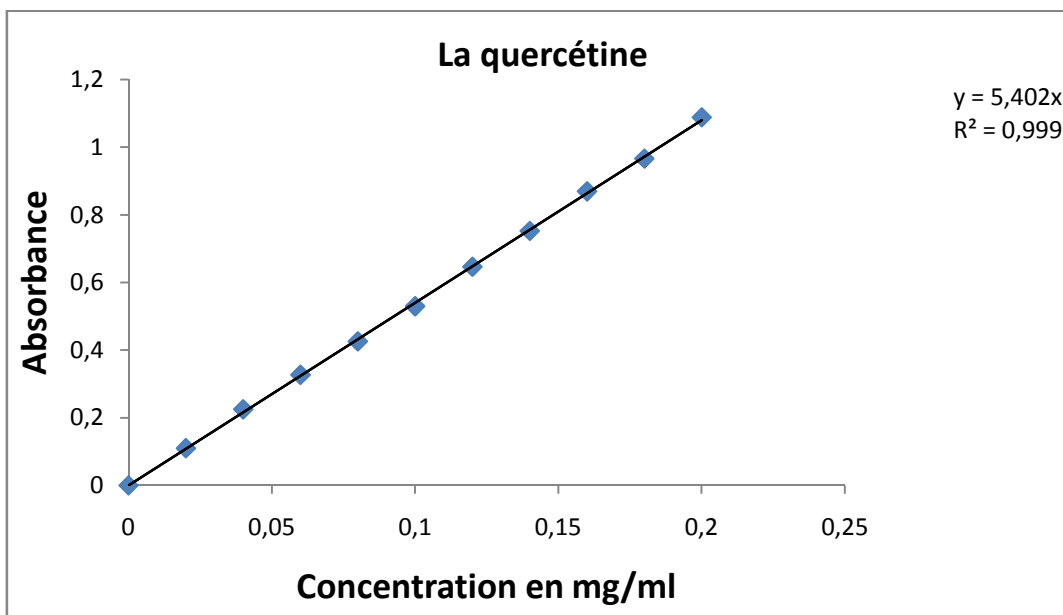


Figure N°2 : Courbe d'étalonnage de dosage des flavonoïdes

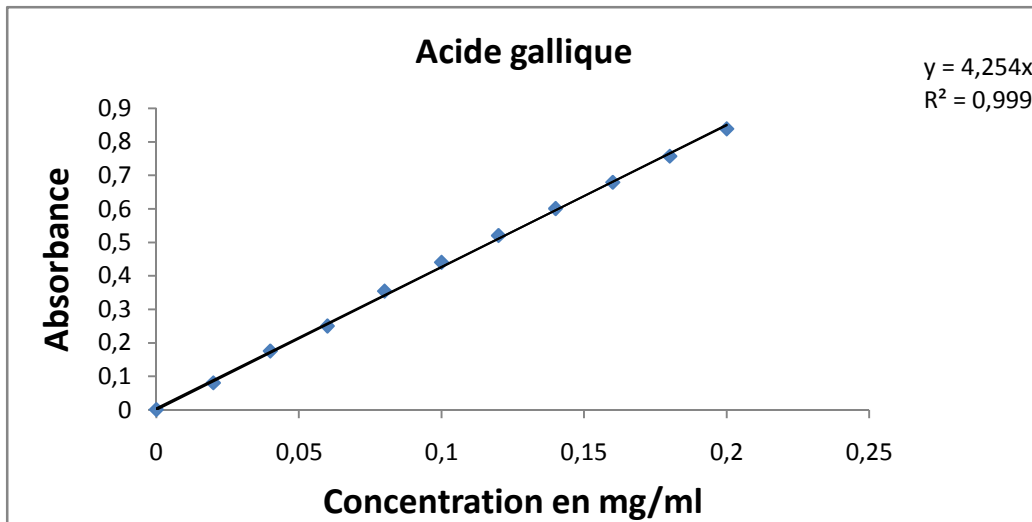


Figure N°3 : Courbe d'étalonnage de dosage des phénols totaux soluble

Figure N°4 : Courbe d'étalonnage de pouvoir réducteur

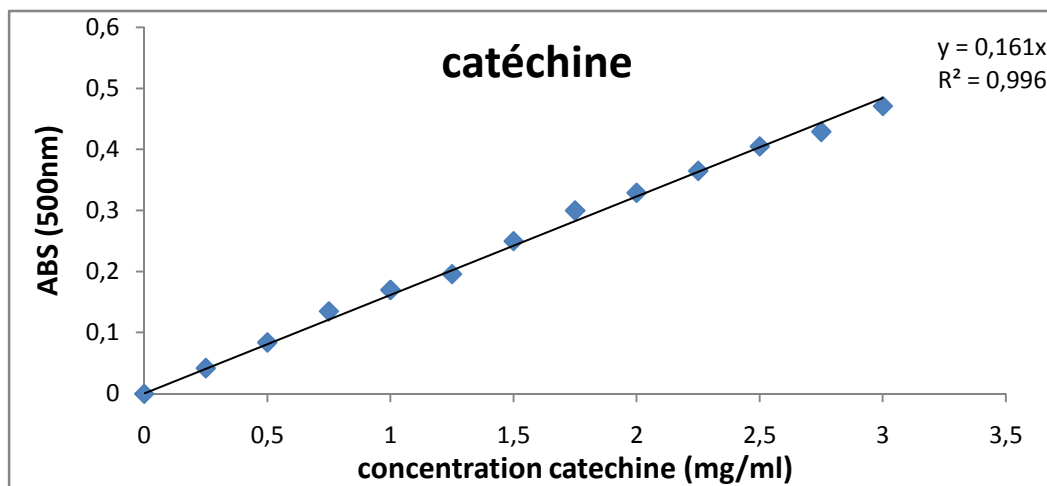


Figure N°5 : Courbe d'étalonnage de catéchine

Annexe II

Préparation des solutions

Solution	Réactifs
Folinciocalteau 1/10	10 ml de folinciocalteau 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 mld'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 de ED
BHT	0.0002 mg dans 100 ml de ED

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 1Ld'eau distillé jusqu'à ébullition, repartir en flacon puis autoclaver à 121°C/15 minute.

AnnexeIV

STATISTICA

Multivariate Tests of Significance (new ph amel.sta)						
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	.000002	747149,8	5	6,00000	0,000000
CONCT	Wilks	.000036	21,8	20	20,84962	.000000

pH Jour 1 :

LSD test; variable J_1 (new ph amel.sta)			
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00693, df = 10,000		
Cell No.	CONCT	J_1 Mean	1
3	C2	4,650000	*****
1	T	4,680000	*****
5	C4	4,736667	*****
4	C3	4,750000	*****
2	C1	4,790000	*****

pH jour 7 :

LSD test; variable J_7 (new ph amel.sta)			
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,05656, df = 10,000		
Cell No.	CONCT	J_7 Mean	1
1	T	4,210000	****
5	C4	4,376667	****
4	C3	4,506667	****
3	C2	4,510000	****
2	C1	4,513333	****

pH jour 14 :

LSD test; variable J_14 (new ph amel.sta)						
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00014, df = 10,000					
Cell No.	CONCT	J_14 Mean	1	2	3	4
1	T	4,373333	****			
2	C1	4,386667	****	****		
5	C4	4,403333		****	****	
3	C2	4,410000			****	
4	C3	4,440000				****

pH jour 21 :

LSD test; variable J_21 (new ph amel.sta)					
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00029, df = 10,000				
Cell No.	CONCT	J_21 Mean	1	2	3
2	C1	3,910000	****		
5	C4	3,966667		****	
4	C3	3,970000		****	
3	C2	3,980000		****	
1	T	4,020000			****

pHjour 28 :

LSD test; variable J_28 (new ph amel.sta)							
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00011, df = 10,000						
Cell No.	CONCT	J_28 Mean	1	2	3	4	5
5	C4	3,510000	****				0,00
1	T	3,550000		****			0,00
3	C2	3,640000			****		0,00
2	C1	3,713333				****	0,00
4	C3	3,746667					0,00

Acidité jour 1 :

Multivariate Tests of Significance (acidité stat.sta)						
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	,000154	14325,84	5	11,00000	0,000000
CONC	Wilks	,002814	9,13	20	37,43275	,000000

LSD test; variable ACI_J_1 (acidité stat.sta)			
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00817, df = 15,000		
Cell No.	CONC	ACI_J_1 Mean	1
2	C1	,708750	****
5	C4	,810000	****
1	T	,810000	****
3	C2	,821250	****
4	C3	,832500	****

Acidité jour 7 :

LSD test; variable ACID_J_7 (acidité stat.sta)				
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00645, df = 15,000			
Cell No.	CONC	ACID_J_7 Mean	1	2
2	C1	,945000	****	
3	C2	,967500	****	
4	C3	1,012500	****	****
5	C4	1,012500	****	****
1	T	1,091250		****

Acidité jour 14 :

LSD test; variable ACI_14 (acidité stat.sta)				
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,01042, df = 15,000			
Cell No.	CONC	ACIJ_14 Mean	1	2
5	C4	1,147500	****	
2	C1	1,305000		****
4	C3	1,372500		****
3	C2	1,440000		****
1	T	1,440000		****

Acidité jour 21 :

LSD test; variable TTA_J21 (tanin cond.sta)								
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 27,000, df = 18,000						
Cell No.	TRAIT	CONCENT	TTA_J21 Mean	1	2	3	4	5
3	FT	C2	123,0000	****				
1	FT	C1	123,0000	****				
2	FT	C1,5	123,0000	****				
7	FMT	C1	132,0000		****			
4	FMNT	C1	138,0000		****	****		
8	FMT	C1,5	141,0000			****		
5	FMNT	C1,5	150,0000				****	
9	FMT	C2	150,0000				****	
6	FMNT	C2	159,0000					****

Acidité jour 28 :

LSD test; variable ACIDJ_28 (acidité stat.sta)					
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00097, df = 15,000			
Cell No.	CONC	ACIDJ_28 Mean	1	2	3
4	C3	1,631250	****		
3	C2	1,635750	****		
5	C4	1,721250		****	
2	C1	1,732500		****	
1	T	1,845000			****

La synerése jour 1

Multivariate Tests of Significance (synérese.sta)						
Suite...		Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	,000127	17386,10	5	11,00000	0,000000
CONC	Wilks	,007249	6,40	20	37,43275	,000001

LSD test; variable SYN_J_1 (synérese.sta)				
Suite...		Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 2,3690, df = 15,000		
Cell No.	CONC	SYN_J_1 Mean	1	2
4	C3	76,09700	****	
2	C1	77,30750	****	****
3	C2	77,74900	****	****
5	C4	78,42150		****
1	T	79,36250		****

La synerése jour 07

LSD test; variable SYN_J_7 (synérese.sta)				
Suite...				
Homogenous Groups, alpha = ,05000				
Error: Between MS = 27,793, df = 15,000				
Cell No.	CONC	SYN_J_7 Mean	1	
5	C4	73,11150	****	
3	C2	74,12500	****	
4	C3	74,63550	****	
1	T	76,43950	****	
2	C1	78,35900	****	

La synerése jour 14

LSD test; variable SYN_J_14 (synérese.sta)				
Suite...				
Homogenous Groups, alpha = ,05000				
Error: Between MS = 14,994, df = 15,000				
Cell No.	CONC	SYN_J_14 Mean	1	2
3	C2	74,35900	****	
5	C4	75,77800	****	****
2	C1	76,25500	****	****
4	C3	79,25000	****	****
1	T	80,74200		****

La synerése jour 21

LSD test; variable SYN_J_21 (synérese.sta)				
Suite...				
Homogenous Groups, alpha = ,05000				
Error: Between MS = 4,6561, df = 15,000				
Cell No.	CONC	SYN_J_21 Mean	1	2
2	C1	73,58300	****	
3	C2	76,35000	****	****
1	T	77,46000		****
4	C3	77,86100		****
5	C4	79,34400		****

La synerése jour 28

LSD test; variable SYNJ_28 (synérese.sta)					
Suite...					
Homogenous Groups, alpha = ,05000					
Error: Between MS = 4,6539, df = 15,000					
Cell No.	CONC	SYNJ_28 Mean	1	2	3
1	T	46,23700	****		
5	C4	72,16400		****	
3	C2	72,47900		****	
4	C3	75,00300		****	
2	C1	81,53400			****

Densité :

Univariate Tests of Significance for DENS (dens.sta)					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	18,22966	1	18,22966	347770,4	0,00000
CONC	,10962	4	,02740	522,8	,00000
Error	,00079	15	,00005		

LSD test; variable DENS (dens.sta)							
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00005, df = 15,000						
Cell No.	CONC	DENS Mean	1	2	3	4	5
1	T	,839942	****				0,00
5	C4	,911241		****			0,00
4	C3	,959933			****		0,00
3	C2	1,013843				****	0,00
2	C1	1,048623					0,00

Brix

Univariate Tests of Significance for BRIX (new b.sta)					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	979,2960	1	979,2960	112995,7	0,000000
CONT	8,3173	4	2,0793	239,9	,000000
Error	,0867	10	,0087		

LSD test; variable BRIX (new b.sta)							
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00867, df = 10,000						
Cell No.	CONT	BRIX Mean	1	2	3	4	5
5	T	7,300000	****				0,00
4	C4	7,566667		****			0,00
3	C3	7,866667			****		0,00
2	C2	8,233333				****	0,00
1	C1	9,433333					0,00

Sondre :

Univariate Tests of Significance for SONDRE (new sondre.sta)					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	3,321965	1	3,321965	346,8570	,000000
CONC	,598206	4	,149552	15,6152	,000266
Error	,095773	10	,009577		

LSD test; variable SONDRE (new sondre.sta)							
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00000, df = 10,000						
Cell No.	CONC	SONDRE Mean	1	2	3	4	5
1	T	,151667	****				0,00
5	C4	,267000		****			0,00
4	C3	,420000			****		0,00
3	C2	,599667				****	0,00
2	C1	,789000					0,00

Glucide :

Univariate Tests of Significance for GLUC (glucose.sta)					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	150035,3	1	150035,3	47009,10	0,000000
CONC	12160,7	4	3040,2	952,55	,000000
Error	31,9	10	3,2		

LSD test; variable GLUC (glucose.sta)							
Suite...	Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 3,1916, df = 10,000						
Cell No.	CONC	GLUC Mean	1	2	3	4	5
1	T	69,0005	****				0,00
5	C4	76,0311		****			0,00
4	C3	99,2241			****		0,00
3	C2	105,9872				****	0,00
2	C1	149,8160					0,00

**composés phénoliques et le potentiel phénolique et activité antioxydants de MO :
phénols totaux solubles**

Effect	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	.000398	6696,860	3	8,00000	.000000
CONC	Wilks	.000007	155,618	12	21,45751	0,000000

Cell No.	CONC	PTS Mean	1	2	3	4
5	T	12,32984	****			
4	C4	16,86743		****		
3	C3	20,68793			****	
2	C2	21,59047			****	
1	C1	49,01832				****

Teneurs en flavonoïdes

Cell No.	CONC	FLV Mean	1	2	3	4
5	T	13,18897	****			
4	C4	27,64502		****		
3	C3	29,73559		****		
2	C2	32,10921			****	
1	C1	50,49784				****

Teneurs en tanins

Cell No.	CONC	TAN Mean	1	2	3	4
5	T	141,2901	****			
4	C4	166,4103		****		
3	C3	219,3040			****	
2	C2	233,3316			****	
1	C1	343,4512				****

Activité antioxydants

Pouvoir Réducteur

Univariate Tests of Significance for PRF (prf.sta)					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	.834998	1	.834998	126514,8	0,00
CONC	.212581	5	.042516	6441,8	0,00
Error	.000066	10	.000007		

LSD test; variable PRF (prf.sta)								
Suite...	Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = .00001, df = 10,000							
Cell No.	CONC	PRF Mean	1	2	3	4	5	6
1	T	.116333	****					0,00
5	C4	.149000		****				0,00
4	C3	.165000			****			0,00
3	C2	.190333				****		0,00
2	C1	.260333					****	0,00
6	A ascorb	.611200						0,00

Activité anti radicalaire (DPPH)

Univariate Tests of Significance for DPPH (dpph.sta)					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	26902,72	1	26902,72	393484,9	0,00
CONC	7820,25	5	1564,05	22876,1	0,00
Error	,68	10	,07		

LSD test; variable DPPH (dpph.sta)								
Suite...	Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = .06837, df = 10,000							
Cell No.	CONC	DPPH Mean	1	2	3	4	5	6
5	T	14,22667	****					0,00
4	C4	20,63500		****				0,00
3	C3	30,10000			****			0,00
2	C2	52,26333				****		0,00
1	C1	65,07933					****	0,00
6	BHT	85,54000						0,00

Chélation de fer ferreux

Univariate Tests of Significance for CH_FF (dpph.sta)					
Suite...	Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4059,297	1	4059,297	67262,44	0,000000
CONC	1058,539	5	211,708	3507,99	,000000
Error	,604	10	,060		

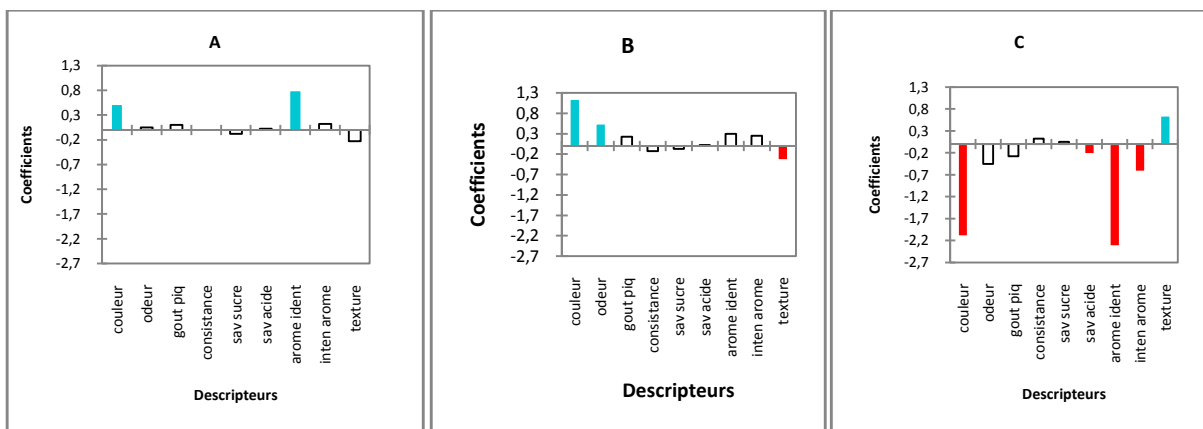
LSD test; variable CH_FF (dpph.sta)								
Suite... Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,06035, df = 10,000								
Cell No.	CONC	CH_FF Mean	1	2	3	4	5	6
5	T	5,67367	****					0,00
4	C4	10,70933		****				0,00
3	C3	11,98567			****			0,00
2	C2	16,56033				****		0,00
1	C1	17,83667					****	0,00
6	EDTA	41,27660						0,00

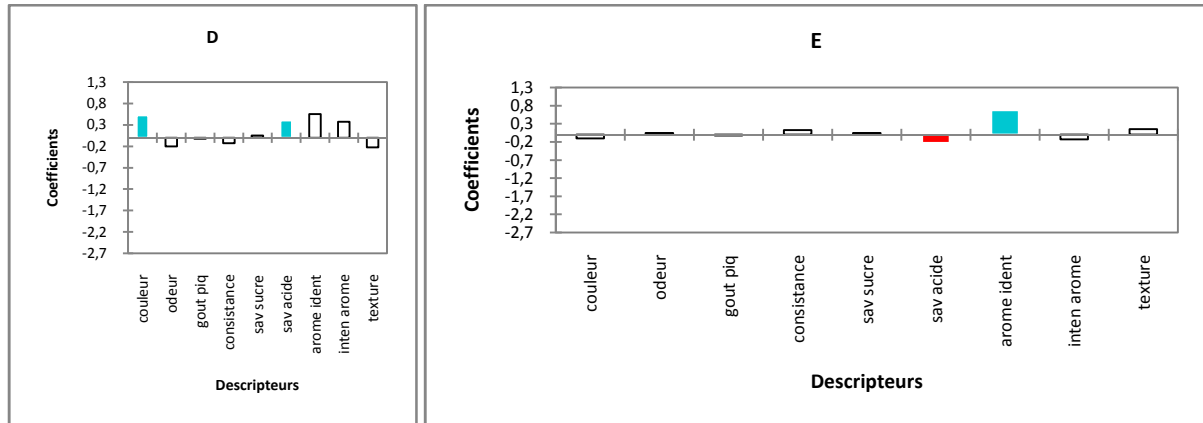
blanchiment de β -carotène

Univariate Tests of Significance for BETA_CAR (beta crot.sta)					
Suite... Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	P
Intercept	48886,59	1	48886,59	9549,181	0,000000
CONC	2194,24	6	365,71	71,435	,000000
Error	71,67	14	5,12		

LSD test; variable BETA_CAR (beta crot.sta)								
Suite... Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 5,1195, df = 14,000								
Cell No.	CONC	BETA_CAR Mean	1	2	3	4	5	6
1	T	30,00795	****					
5	C4	38,88270		****				
4	C3	45,13322			****			
3	C2	50,22094				****		
2	C1	54,44335					****	
6	BHA	58,00429					****	****
7	BHT	61,04812						****

Analyse sensorielle





Annexe V

Questionnaire d'évaluation sensorielle de cinq échantillons du yaourt brassé

Date :.... /...../..... Nom :..... Prénom : Age :....

Cinq échantillons de yaourt brassé codés **A, B,C ,Det E** vous sont présentés, il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et d'attribuer une note de 1 à 5 pour chaque échantillon sur l'échelle suivante :

1. Couleur :

1 : Blanche 2 : Blanc beige 3 : Jaune 4 : vert 5 : vert foncé

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

2. Odeur :

1 : Très faible 2 : Faible 3 : Moyenne 4 : Forte 5 : Très forte

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

3. Gout piquant :

1 : Absent 2 : Faible 3 : Moyen 4 : Intense 5 : Très intense

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

4. Consistance :

1 : pas brassé. 2 : Faiblement brassé. 3 : Moyennement brassé. 4 : brassé. 5 : Très brassé.

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

5. Sensation en bouche :

A. Saveur

✓ Saveur sucrée :

1 : Absent 2 : Faible 3 : Moyen 4 : Fort 5 : Très fort

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

Liste des annexes

Saveur acide :

1 : Absent 2 : Faible 3 : Moyen 4 : fort 5 : Très fort

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

Arome identifié

1. Absent 2. Vanille 3. Grenade 4. Citron 5. Non identifié

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

B. Intensité de l'arôme :

1 : Absent 2 : Faible 3 : Moyen 4 : Fort 5 : Très fort

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

C. Texture

1 : Très granuleuse 2 : Granuleuse 3 : Moyenne 4 : Lisse 5 : Très lisse

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

Classez selon l'ordre de préférence les échantillons (A, B, C, D, E) en leur attribuant une note de 1 à 9 sachant que 1 correspond au moins préféré et 9 au plus préféré comme représenté dans l'échelle ci-dessous :

1 : Extrêmement désagréable 2 : Très désagréable 3 : Assez désagréable
4 : Désagréable 5 : Ni agréable ni désagréable 6 : Assez agréable
7 : Agréable 8 : Très agréables 9 : Extrêmement agréable

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

6. Entourez les caractéristiques qui ont motivé votre préférence ?

1 : La couleur 2 : L'odeur 3 : La texture 4 : Le goût 5 : La consistance
Autres.....

Merci pour votre participation.

Résumé :

Moringa oleifera est une plante largement utilisée dans les pays Africains et l'Inde. Elle est décrite dans la littérature comme une plante d'intérêt nutritionnel et médicinal. Les objectifs principaux assignés à ce travail est d'explorer l'impact des enrichissements avec la poudre des feuilles de *Moringa Oleifera* par différentes concentrations (0%, 0.25%, 0.5%, 0.75% et 1 %) sur les propriétés organoleptiques du yaourt. Les essais expérimentaux réalisés ont porté sur l'étude des paramètres physico-chimiques (pH, acidité et synérèse) des yaourts au cours du stockage (J1-J28), ainsi l'évaluation des teneurs en composés phénoliques (PTS, flavonoïdes, tanins) et leur activité antioxydante (DPPH, chélation du fer ferreux, pouvoir réducteur, et test de blanchiment de β -carotène). Enfin la qualité microbiologique ainsi qu'une analyse sensorielle ont été établies.

Diverses classes de composés phénoliques (PTS, tannins condensés et flavonoïdes) sont présents dans les différents yaourts préparés à des concentrations variables : le yaourt enrichi à 1 % est significativement ($p < 0.05$) plus riches en PTS (49.02 mg/100g MS), flavonoïdes (50.50 mg/100g MS) et tannins (343.45mg /100g MS) respectivement. Tous les extraits de yaourts manifestent également une plus grande activité antioxydante qui augmente avec le taux d'incorporation de la poudre de M.O

Les résultats des analyses microbiologiques des cinq yaourts préparés montrent clairement leurs conformités aux normes. Toutefois les évaluations sensorielles ne sont pas en faveur des yaourts enrichis, en raison de leur odeur, la couleur et goût particuliers.

Mots clés : *Moringa Oleifera*/ feuilles/ composé phénolique/ /activités antioxydantes/ analyse microbiologique et sensorielles des yaourts préparés.

Summary:

Moringa oleifera is a plant widely used in African countries and India. It is described in the literature as a plant of nutritional and medicinal interest. The main objectives assigned to this work is to explore the impact of enrichments with *Moringa Oleifera* leaf powder by different concentrations (0%, 0.25%, 0.5%, 0.75% and 1%) on the organoleptic properties of yoghurt. The experimental tests carried out focused on the study of physicochemical parameters (pH, acidity and syneresis) of yogurt during storage (J1-J28), as well as the evaluation of phenolic compound contents (PTS, flavonoids, tannins) and their antioxidant activity (DPPH, ferrous iron chelation reducing power, and β -carotene bleaching test). Finally the microbiological quality as well as a sensory analysis have been established

Various classes of phenolic compounds (PTS, condensed tannins and flavonoids) are present in the various yoghurts prepared at varying concentrations: yogurt enriched to 1% is significantly ($p < 0.05$) richer in PTS (49.02 mg / 100g MS), flavonoids (50.50 mg / 100g MS) and tannins (343.45mg / 100g MS) respectively. All yogurt extracts also show greater antioxidant activity which increases with the rate of incorporation of the M.O. powder.

The results of the microbiological analyzes of the five prepared yogurts clearly show their compliance with the standards. However sensory evaluations are not favored enriched yogurts, because of their particular smell, color and taste.

Key words: *Moringa Oleifera* / leaves / phenolic compound / / antioxidant activities / microbiological and sensory analysis of prepared yogurts