

Réf :.....

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

## **MASTER**

### *Thème*

Utilisation d'extrait de *Moringa oleifera* dans  
un emballage comestible

Présenté par :

**Melle Messaoudene Amel**

Soutenu le : **26 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

Mm GUENDOUZE .N

Mr ZAIDI .F

Mm BOUDJOU .S

MCB

Professeur

MCB

Président

Encadreur

Examineur

**Année universitaire : 2017 / 2018**



## *Remerciements*

*Tout d'abord, je tiens à remercier le «BON DIEU» le tout puissant de m'avoir accordé patience, courage et volonté afin de mener à terme ce modeste travail.*

*Mes remerciements les plus profonds vont à toute ma famille et mes amis, à mes proches et à toutes les personnes qui m'ont exprimé leurs aides morales et leur soutien durant ce travail.*

*Mes vifs remerciements à Mr Zaidi mon promoteur pour avoir accepté de m'encadrer, pour ses remarques, ses conseils et ses Orientations.*

*Les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail.*

*FARAH*



# Dédicace

*Je dedis ce modeste travail :*

*A mes parents qui ont tous fait pour moi pour que je réussisse dans ma vie et mes études.*

\*\*\*\*\*

*A mes cheres sœurs Samia, Sosso, Bouba, Moufida et Hamida .*

*A mes freres Achour et Zahir .*

\*\*\*\*\*

*A mes beaux freres Dada yahia, Dada lghani , Mabrouk, Mourad et Ziad*

\*\*\*\*\*

*A mes belles sœurs Souad et Amel*

\*\*\*\*\*

*A mes nièces Maki, Missilia, Chacha, Safa , Tasnime et Aylana sans oublié  
ma source d'énergie Dina .et Mes neveux Youyou , Ghiles, Boubouh, Anis,  
Said , Pipssa, Amir , ghazel et Iyad*

\*\*\*

*A Lilou*

*A toutes les mains qui m'ont été tendues*

*FARAH*



*Table des matières*

Table des matières

Liste des Abréviations

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Introduction..... 1

Etude bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la plante *Moringa oleifera*

I. Généralités sur *Moringaoleifera*..... 3

I.1. Historique et distribution du *Moringaoleifera*..... 3

I.2. Dénomination et taxonomie ..... 3

I.3. Description botanique..... 3

I.4. Ecologie..... 4

I.5. Composition chimique et valeur nutritionnelle des feuilles *Moringaoleifera*..... 5

I.6. Domaines d'utilisation de *Moringaoleifera*..... 7

I.6.1. Alimentation..... 7

I.6 .1.1. Humaine..... 7

I .6.1.2. Animal..... 7

I.6.2.	
Médical.....	7
I.6.3. Industrielle.....	8
I.6.4. Autres utilisations.....	8
Chapitre II. Généralités sur les emballages	
II .1. Description général de l’emballage.....	9
II .2. Histoire de l’emballage.....	9
II .3 .Emballages de grande consommation.....	9
A. Emballage classique.....	9
II .3.1. Le papier / carton.....	9
II .3.2. Le verre.....	9
II .3.3. Le plastique.....	10
II .3.4. Les métaux.....	10
B .Emballage moderne .....	11
II.3.5. Emballage actif.....	11
II .3.6.Emballage Intelligent.....	11
II .3.7. Emballage comestible.....	12
II .3.7.1. Type d’emballage comestible : film et solution polysaccharidique.....	13
a.Film alimentaire (bio polymère).....	13

b.Solution polysaccharidique (enrobage).....	13
1.Enrobage à base du chitosane.....	13
II.4. Différentes fonctions de l'enrobage comestible.....	14
II.5 Généralités sur la fraise .....	15
II.5.1.Histoire de la fraise .....	15
II.5.2. Distribution et écologie.....	15
II.5.3.Taxonomie et Botanique.....	15
II.5.4.Valeur nutritive.....	16
II.5.5.Conservation.....	16
II.5.6.Définition des germes.....	16

Etude expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthodes

Matériel et Méthodes.....	18
I.1.Récolte et préparation des échantillons.....	18
I.1.1.Séchage .....	18
I.2.Extraction des composés phénolique.....	18
I.3.Emballage comestible .....	19
I.3.1 .Matériel végétal .....	19

I.3.2.Préparation des solutions d’emballage .....	19
I.3.3.Emballage du fruit .....	19
I.4.Evaluation de la qualité des fraises .....	20
I.4.1. Analyses physicochimiques .....	20
I.4.1.1.Perte du poids .....	20
I.4.1.2.Matière sèche et teneur en eau .....	20
I.4.1.3.Mesure du pH et détermination de l’acidité titrable.....	21
I.4.1.4.Mesure de l’extrait sec soluble.....	22
I.4.1.5.Dosage des phénols totaux solubles.....	23
I.4.1.7.Teneur en acide ascorbique .....	24
I.4.1.6.Activité antiradicalaire du DPPH .....	25
I.4.2.Analyses microbiologiques .....	26
I.5.Analyse statistiques des résultats .....	27

**Chapitre II. Résultats et Discussion**

II.1.perte de poids .....	29
II.2.matiere sèche et teneur en eau.....	29
II.3.évolution du pH au cours du stockage.....	31
II.4.évolution de l’acidité au cours du stockage.....	31
II.5.L’extrait sec soluble .....	32

## ***Table des matières***

---

II.6.Teneur en phénols totaux solubles (PTS).....	33
II.7.Teneur en acide ascorbique.....	34
II.8.activité antiradicalaire du DPPH .....	35
II.9.Analyses microbiologiques .....	36
II.10. Effet des traitements sur l'apparence des fraises au cours du stockage .....	38
II.11.discussion générale .....	39
Conclusion et perspectives.....	41
Références Bibliographiques	
Annexes	

*Liste des figures*

<b>Numéro de la figure</b>	<b>Titre de la figure</b>	<b>Numéro de la page</b>
1	les différentes parties de <i>M. oleifera</i> : arbres (a), feuilles (b), fleurs (c) et gousse (d).	4
2	des saucisses emballées	11
3	emballage intelligent	12
4	une mangue emballée avec le chitosane	12
5	structure chimique du chitosane	14
6	différents fonctions de l'enrobage comestible	14
7	fraises des bois et fraises cultivées	15
8	schéma des différentes parties des fraises	16
9	Protocole d'extraction des composés phénoliques	18
10	une fraise mesurée à l'aide d'un pied de coulisse	19
11	prise de poids d'une fraise	19
12	enrobage des fraises	20
13	fraises après emballage comestible	20
14	fraises stockées dans des boîtes en PP	20
15	coupelles avec 2g de fraises séchés	21
16	coupelles dans le dessiccateur	21
17	Protocole de mesure de l'acidité titrable	22
18	réfractomètre ABBE type réfractomètre AR 12.	23
19	Protocole de dosage des phénols totaux solubles	23
20	Protocole de dosage de la vitamine C	24
21	protocole de dosage du DPPH	25
22	protocole de la préparation des dilutions	26
23	perte de poids des fraises durant le stockage	29
24	teneur en eau des fraises durant le temps du stockage	30

## *Liste des Figures*

---

25	Teneur en matière sèche des fraises	30
26	Ph des échantillons au cours du stockage	31
27	l'acidité des fraises au cours de la conservation	32
28	extrait sec solubles	33
29	Teneur en phénols totaux solubles	34
30	teneur en acide ascorbique	35
31	pourcentage d'inhibition du DPPH	35
32	la croissance de la FTAM au cours du stockage	36
33	développement des levures et moisissures durant du stockage	37
34	l'apparence des fraises durant le stockage	38

## *Liste des tableaux*

---

### *Liste des tableaux*

<b>Numéro du tableau</b>	<b>Titre du tableau</b>	<b>Numéro de page</b>
I	La systématique du <i>Moringa oleifera</i>	3
II	Conditions environnementales de <i>Moringa oleifera</i>	5
III	la composition de feuilles fraîches et sèches de <i>Moringa Oleifera</i> par 100 g de portion comestible	6
IV	propriété des matériaux d'emballage (avantages et inconvénients)	10
V	les valeurs nutritives de la fraise par 100g	16

### Liste des tableaux insérés dans les annexes

<b>Numéro du tableau</b>	<b>Titre du tableau</b>
VI	Préparation des solutions

**ANOVA** : Analysis of variance

**CP**: composes phénoliques .

**DCPI** : dichlorophenolindophénol.

**DPPH**: Radical diphényl picryl hydrazyl

**Ech** : échantillon

**ED** : Eau distillée.

**Eq .AG** : Equivalent acide gallique.

**Eq. AA** : Equivalent acide ascorbique

**FTAM** :flore totales aérobies mésophiles

**LM** : levures et moisissures

**LSD** : Less significant difference

**M** : moringa

**Min** : minute

**mL** : Millilitres.

**MS** : Matière sèche.

**NaOH** : hydroxyde de sodium

**nm** : nanomètre

**OGA** : oxytétracycline glucosé agar

**pH** : Potentiel d'hydrogène.

**PCA** : plate count agar.

**TTA** : acidité totale titrable .

**UFC** : Unité formant colonie.

**WTW** : Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH.

# *Introduction*

Les fruits et légumes sont des denrées alimentaires hautement périssables qui demandent à être manipulées avec beaucoup de soins pour minimiser les pertes. Après la récolte, ils restent vivants et sont soumis aux phénomènes de transpiration, de respiration, de maturation et d'autres activités biochimiques, qui se traduisent par une détérioration de la qualité (**Truscott, 1959,1961 ; Leraillez, 1962**).

Parmi ces fruits, la fraise occupe une place très importante du point de vue nutritionnel et économique. Elle occupe une place précieuse dans l'agriculture algérienne et sa production annuelle est provisionnelle de 14.000 tonne ; ce chiffre ne cesse de croître (**Anonyme 1**).

Cette forte production est confrontée à une grande perte des produits entre la récolte et la commercialisation faute de procédé de stockage. Cette difficulté commerciale est liée au murissement rapide des fruits aboutissant à la dégradation physiologique causée par des pathogènes. Pour accroître la distribution de ce fruit dans tous les marchés Algériens, il serait intéressant de développer une méthode simple et sûre qui peut prolonger la durée de conservation de celui-ci.

Actuellement de nombreuses variétés de matériaux d'emballages alimentaires sont introduites dans le marché mondiale : emballages en verre, en métal, en papier, et en plastique qui ont des effets négatifs vis-à-vis le contenu (**March et Bugusu, 2007 ; Wang et Kerry, 2009**).

Par ailleurs .un intérêt croissant est accordé pour les emballages dit : actifs, intelligents et comestibles sont apparus au cours de la dernière décennie, c'est grâce à leurs effets bénéfiques envers l'homme étant un protecteur et indicateur au même temps de la salubrité et la durée de vie du produit (**Jong-Whan et Young-Teck, 2014**).

De nos jours, les consommateurs sont de plus en plus soucieux à conditionner les denrées alimentaires dans des emballages plus sûrs. Parmi les solutions envisagées par les chercheurs, l'utilisation d'un emballage comestible retient de plus en plus l'attention des chercheurs et des industriels.

L'emballage comestible n'est pas quelque chose de récent nos ancêtres ont déjà utilisés les feuilles végétales pour emballer leur denrées alimentaires afin de les transportées d'une tribue à une autre (**Michel-Fontaine, 2016**).

L'emballage comestible a une fonction Barrière ; il sépare et protège le produit de l'environnement (**Melvin et Shin, 2013**). barrière contre l'humidité, oxygène il est utilisé pour les fruits et légumes frais.

La recherche sur le développement de la solution d'enrobage à base de polysaccharides a été orientée vers le chitosane, qui est extrait de l'exosquelette des crustacés. il se caractérise par une activité antimicrobienne. Est-elle est non toxique, biodégradable, biocompatible, bio fonctionnel. Toutes ces caractéristiques ont suscité un intérêt majeur pour l'utilisation du chitosane dans l'enrobage des fruits et légumes frais afin d'augmenter leur durée de conservation (**Yachuan et al., 2014**).

La plante a été toujours bénéfiques pour l'être humain, il inspirait tous dont il a ces besoins d'elle sa nourriture, ses soins, ses cosmétiques et aussi son habitat c'est une véritable mine d'or pour lui. Les chercheurs ne cessent jamais de découvrir les secrets de la nature a cette effet il Ya l'apparition d'un arbre magique miraculeux dite *Moringa oleifera* qui est apparu dans ces derniers années son appellation nous fait savoir sur ses larges utilisation.

La recherche de solution alternative au chitosane est une des principales voies d'investigation actuelles , c'est dans ce cadre que s'ensuit le présent travail pour un développement de la filière Moringa au service d'une agriculture durable .au regard de nombreuses potentialités de cet arbre, nous sommes intéressés à l'utilisation de l'extrait de feuilles de Moringa au service de la conservation des fruits et légumes .

L'objectif principal de notre travail est de suivre la conservation des fraises emballées avec différents extraits (eau distillée et éthanoliques) et de comparer ces derniers entre eux.

Le manuscrit s'organise en trois parties, une synthèse bibliographique (chapitre I et II) qui nous permet de présenter la plante utilisée et les emballages comestibles .Ensuite, le matériel et méthodes utilisés sont regroupés dans la partie pratique chapitre I. Enfin, ce travail se termine par une synthèse des résultats et discussion ainsi une conclusion et perspectives envisagées pour la poursuite de ce travail (chapitre II) .

*Synthèse*

*bibliographique*

# *Chapitre I*

## *Moringa oleifera*

### I.1. Historique et distribution du *Moringa oleifera*

*Moringa oleifera* (*M. oleifera*) est une espèce originaire des régions Sub-Himalayennes d'Inde, du Pakistan, du Bangladesh et d'Afghanistan (Fathey, 2005). Elle a été largement utilisée par les anciens Romains, les Grecs et les Egyptiens (Fuglie, 2001).

Maintenant elle est largement distribuée un peu partout dans le monde, dans les régions tropicales du sud et central et d'Amérique, d'Afrique, d'Asie, le pacifique, et des îles des Caraïbes (Alhakmani et al., 2013). Elle est introduite en Afrique au début des 20<sup>èmes</sup> siècles (Foidl et al., 2001).

### I.2. Dénomination et taxonomie

*M. oleifera* est parmi les 13 espèces du genre *Moringa*, appartient à la famille des Moringaceae, c'est l'espèce la plus connue et la plus distribuée (Sungupta et Gupta, 1970 ; Morton, 1991). Le terme *Moringa* vient de *Muringa* en Malayalam une langue Indienne cet arbre est connu sous diverses appellations selon les régions. En Afrique francophone, le nom le plus répandu est nébéday, nom dérivé de l'Anglais "Never die" (Fuglie, 2001). Aux Philippines on l'appelle "Mothers best friend" et "Malunggay" (Beth, 2005; Price, 2007).

**Tableau I** : La systématique du *Moringa oleifera* selon Laleye et al. (2015).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Capparales
Famille	Moringaceae
Division	Magnoliopyte
Genre	<i>Moringa</i>
Espèce	<i>oleifera</i>

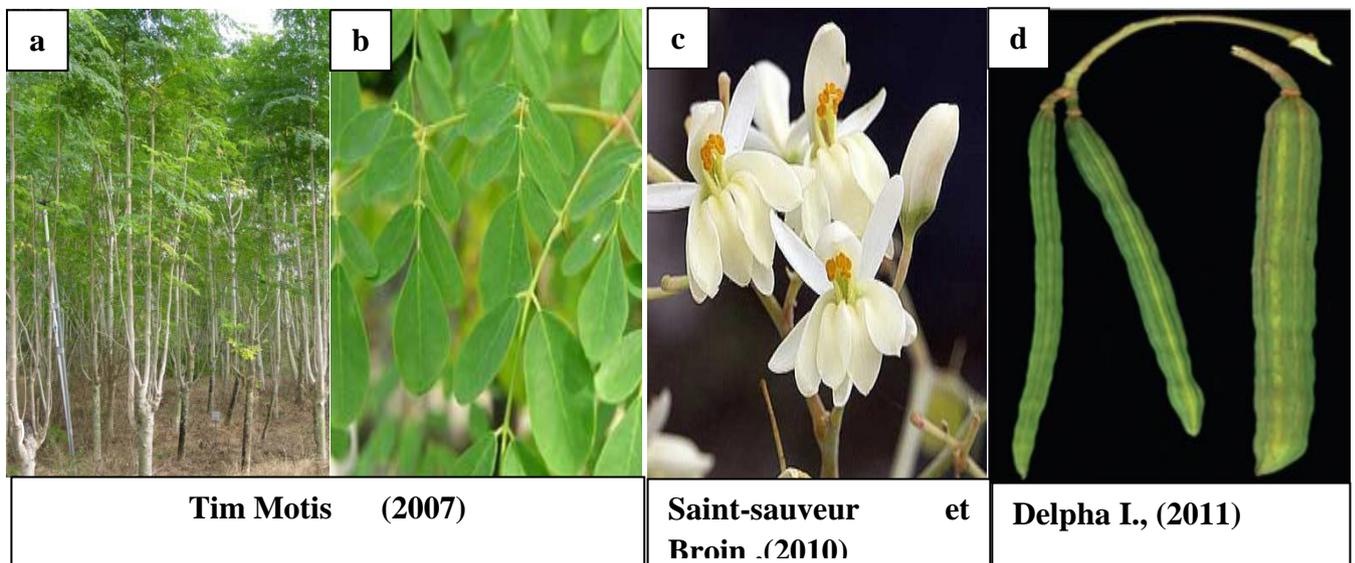
### I.3. Description botanique

*M. oleifera* est un arbre (Figure 1.a) à croissance rapide qui peut se développer plus de 10 mètres en hauteur, complété par une couronne sous forme de parapluie (Daniell et al., 2011). Le diamètre du tronc varie entre 20 et 40 cm (Foidl et al., 2001).

Ses feuilles (**figure1.b**) sont duveteuses, alternes et bi ou tripennées et se développent particulièrement dans la partie terminale des branches (**Morton, 1991**). Elle mesure 20 à 70 cm de long (**Hédji et al., 2014; Laleye et al., 2015**).

L'inflorescence de *M. oleifera* (**figure1. c**) est une panicule composée de fleurs à cinq pétales inégaux de couleur blanc crème (**Saint-Sauveur, 1991**).

Les fruits (**figure1.d**) du *M. oleifera* sont en formes de gousses allongées à trois valves déhiscentes et mesurant 20 à 60 cm de long, les gousses se situent au sommet des branches chaque une renferme environ 12 à 35 graines (**Foidl et al., 2001**). La graine a une forme arrondie elle pèse 0.3 g dont 25% sont représentés par la coque. La production annuelle par l'arbre peut atteindre 25 000 graines (**Makkar et Becker, 1997**).



**Figure 1** : les différentes parties de *M. oleifera* : arbres (a), feuilles (b), fleurs (c) et gousse (d).

#### I.4. Ecologie

En tant qu'arbre croissant naturellement sous climat tropical ou subtropical, la plante *M. oleifera* est connue par sa résistance à la sécheresse. C'est un arbre à croissance rapide, il atteint 4 mètres au bout d'un an (**Makkar et Becker ,1996 ; Sanchez –Machado et al., 2006**).

Tableau II : Conditions environnementales de *Moringa oleifera*

Paramètres	Optimal	Source
Climat	Tropical ou subtropical	Melesse,Steingass et al., 2012)
Température	25-35°C Supporte une T° de 48°C à l'ombre et survie à un gel léger	(Foidl et al., 2001)
Pluviométrie	250 mm-3000 mm	(Palada et Chang, 2003)
Type de sol	Limoneux, sableux ou sablo-limoneux	
pH de sol	De préférence des sols légèrement acides ou alcalins (5.0-9.0)	(Saini et al., 2013)
Altitude	Croissance meilleure sous la lumière solaire directe et à 500 mètres d'altitude	(Saini et al., 2013)

### I.5. Composition chimique et valeur nutritionnelle des feuilles *Moringa oleifera*

*M. oleifera* est une source de plusieurs nutriments comme tous les autres végétaux, ses feuilles sont un aliment de bonne qualité nutritionnelle et font partie d'un des meilleurs légumes tropicaux. Elles ont une très grandes teneurs en vitamines (A, B, C, D, E,etc), en minéraux (fer, calcium, zinc, magnésium, etc.) Et sont riche en  $\beta$ -carotène, c'est une bonne source d'acide amines (Arginine, Histidine, Lysine, Tryptophane, Phénylalanine, Thréonine) (Fuglie, 2002 ; Mhora et al., 2004) (Tableau III).

Les feuilles de cet arbre sont une excellente source de protéines dont les teneurs moyennes varient entre 19 -35% de MS (Makkar et Becker, 1996 ; Foidl et al., 2001 ; Fuglie, 2002 ; Richter et al., 2003 ; Tchiegang et Kitikil, 2004 ; Pamo et al., 2005 ; Kakengi et al., 2007 ; Adeyinka et al., 2008 ; Olugbemi et al., 2010). Quant à la matière grasse elle varie de 2,3 à 10% de MS (Fuglie, 2002 ; Richter et al., 2003 ; Ndong et al., 2007 ; Olugbemi et al., 2010).

Elles contiennent aussi des alcaloïdes, flavonoïdes et de composés phénoliques entre 0,67 et 3,4% des polyphénols totaux et de 0,5 à 1,4% en tanins (Makkar et Becker, 1996 ;

Richter et al., 2003 ; Siddhuraju et Becker, 2003 ; Tchiégang et Kitikil, 2004). Elles ont aussi une propriété antioxydante (Bukar et al., 2010).

**Tableau III** : Composition de feuilles fraîches et sèches de *M. oleifera* par 100 g de portion comestible (Fuglie, 2005 et Olagbemide, 2014) .

Composition	Feuille fraîche	Poudre de feuille sèche
<b>Humidité %</b>	75,0	7,5
<b>Protéines (g)</b>	6,7	27,1
<b>Calories</b>	92	205
<b>Matière grasse (g)</b>	1,7	2,3
<b>Glucides (g)</b>	12,5	38,2
<b>Fibres (g)</b>	0,9	19,2
<b>Minéraux (mg)</b>		
Ca	440	2003,0
Mg	42	368,0
P	70	204,0
K	259	1324,0
Cu	1,1	0,6
Fe	7	28,2
S	137	870
<b>Vitamines (mg)</b>		
Vit A	6,8	16,3
Vit B	423	-
Vit B1	0,21	2,64
Vit B2	0,05	20,5
Vit B3	0,8	8,2
Vit C	220	17,3
Vit E	448	113,0
<b>Acides aminés essentiels (mg)</b>		
Arginine	402	1325
Histidine	141	825
Lysine	288	1325
Tryptophane	127	425
Phénylalanine	429	1388
Méthionine	134	350
Thréonine	328	1188
Leucine	623	1950
Isoleucine	422	825
Valin	476	1063

## I.6. Domaines d'utilisation de *Moringa oleifera*

*M. oleifera* est qualifié comme un arbre de vie ou arbre miraculeux (Fuglie, 2001 ; Olson, 2001), du fait de ses nombreuses potentialités nutritives, médicinales et industrielles. Presque toutes les parties de cette plante fruits, racines, fleurs, feuilles sont utilisables, parmi les domaines d'application on trouve :

### I.6.1. Alimentation

Les feuilles de *M. oleifera* ont un très grand pouvoir nutritif, ce qui fait qu'elles sont utilisées aussi bien en alimentation humaine qu'animal (Kerrharo, 1994 ; Price, 2007).

#### I.6.1.1. Humaine

Les feuilles de *M. oleifera* peuvent se consommer fraîches, cuisiner, ou stocker sous forme de poudre (Fahey, 2005 ; Arabshahi et al., 2007). Les feuilles fraîches sont consommées cuites, bouillies, sautées ou en salade, elles peuvent être ajoutées à toutes sortes de plats en tant que complément nutritionnel.

La poudre de feuilles de *M. oleifera* peut être utilisée comme complément nutritionnel dans des biscuits (Owos, et al., 2011), dans le yaourt et fromage (He et al., 2010; Hekmat et al., 2015; Kuikman et O'Connor, 2015; Salem et al., 2013), et dans l'enrichissement du pain (Chinma et al., 2014; Ogunsina et al., 2010; Sengev et al., 2013), et aussi pour l'alimentation infantile (Tété-Benissan et al., 2012).

#### I.6.1.2. Animal

De nombreuses études ont été faites sur l'efficacité de l'incorporation de *M. oleifera* dans l'alimentation animale. Tendonkeng et al., (2008) a montré que l'incorporation jusqu'à 6% de farine de feuilles de *M. oleifera* dans la ration finition des poulets a un effet positif sur leurs croissance. Cet effet positif sur la croissance des bétails est observé sur les moutons (Salem et Makkar, 2009), des chèvres et sur la productivité du lait de vaches (Reyes, 2006).

### I.6.2. Médical

*M. oleifera* est utilisée en tant que plante médicinale grâce à sa richesse en composés antioxydants naturels comme les composés phénoliques, flavonoïdes et vitamines (Vongsak et al., 2013).

Traditionnellement, les différentes parties de *M. oleifera* sont utilisées pour traiter plus de 300 maladies, cardiovasculaires, gastro-intestinales et hématologiques (**Morimitsu et al., 2000 ; Anwar et al., 2007 ; Singh et al., 2013**).

En médecine ayurvédique, des feuilles de *M. oleifera* ont été employées par les guérisseurs dans le traitement de divers maux tels que le malaise, la diarrhée, les infections gastriques et celles de la peau (**Nweze et al., 2014**).

Les feuilles de *M. oleifera* sont utilisées pour traiter l'asthme, le diabète, la malaria et les infections, elles réduisent aussi le mauvais cholestérol et agissent comme des anticancéreux antimicrobiens et antioxydants (**Rockwood et al., 2013 ; Mbikay, 2012 ; Fuglie, 2005 ; Ijarotimi et al., 2013 ; Jung, 2014 ; Choudhary et al., 2013**).

### **I.6.3. Industrielle**

Grace à ses propriétés, l'huile de *M. oleifera* est utilisée comme lubrifiant dans la machinerie fine, et dans l'industrie cosmétique et de parfums (**Tsaknis et al., 1999**).

### **I.6.4. Autres utilisations**

Les graines de *M. oleifera* sont utilisées pour purifier l'eau (**Berger et al., 1984 ; Olson, 1987 ; Gassenschmidt et al., 1995**), pour la production de biodiesel à partir de l'huile des graines (**Azad et al., 2015 ; Saini et al., 2016**).

Moringa est utilisée pour combattre la malnutrition (**Ashfaq et al., 2012 ; Sreelatha et al., 2009**), spécialement les jeunes enfants et les femmes allaitantes et enceintes.

L'huile de *M. oleifera* contient une composition en acides gras semblable à celle de l'huile d'olive, surtout en acide oléique (**Tsaknis et al., 1999 ; Lalas et Tsanis, 2002**). Pour cela, elle peut être considérée comme une huile de substitution à l'huile d'olive.

*Chapitre II*

*LES*

*EMBALLAGES*

## II.1. Description général de l'emballage

Le terme emballage désigne les techniques et les matériaux utilisés pour envelopper ou protéger des produits à des fins de distribution, d'entreposage, de vente ou d'utilisation (Soroka, 2002). L'emballage assure aussi le transport et la conservation des aliments tout en étant un symbole de publicité pour les industries agroalimentaires (Karel et Heidelbaugh, 1975 ; Pothet, 2003).

## II.2. Histoire de l'emballage

L'Homme a toujours inventer des matériaux pour lui faciliter la vie et de se protéger contre la nature, l'homme ancien n'a pas cessé de voyager et de se déplacer d'une place à l'autre pour cela il lui fallait un moyen pour emporter ses vivres et de les conservés, l'emballage est la solution de son souci .C'était alors des peaux d'animaux au tout début, les amphores en terre cuite ,les tonneaux en bois au moment de l'antiquité (Michel-Fontaine, 2016).

## II.3. Emballages de grande consommation

Parmi tous les matériaux utilisés, on peut citer deux catégories d'emballages : emballage dit classique englobe le carton, le verre, le plastique et le métal et les nouveaux sont les emballages actifs, intelligents et comestibles.

### A. Emballage classique

#### II.3.1. Le papier / carton

Le papier a pour origine la matière végétale fibreuse dérivée du bois .Il est utilisé comme emballage depuis 1831 (Twedeet-Selke, 2005),grâce à son faible coût le papier et carton sont les plus consommés dans le monde avec un pourcentage de 36% (Young-Teck et al., 2014).

#### II.3.2. Le verre

Le verre est un matériau inorganique, sa première utilisation est approximativement depuis 3000 ans (Robertson, 2006). Le verre est parmi les matériaux les plus utilisés grâce à ses bonnes propriétés chimiques et physiques (barrière contre les gaz) (Young-Teck et al., 2014).

### II.3.3. Le plastique :

Le plastique est un matériel issu du pétrole, il est de nature chimique varié. Il prend des formes très diverses selon le type du produit il y a : le PE (polyéthylène), le PET (polyéthylène téréphtalate), le PVC (polychlorure de vinyle ), le PP (polypropylène) et le PS (polystyrène) (Han, 2005). Grâce à sa résistance thermique et mécanique (Siracusa, 2012). Cet emballage est le second matériel utilisé dans le monde après le carton avec 34% (Young-Teck et al., 2014).

### II.3.4. Les métaux

Les métaux les plus utilisés dans l'emballage agro-alimentaire sont l'aluminium et l'acier, L'avantage du choix de l'aluminium c'est qu'il résiste à la corrosion, c'est une grande barrière contre l'air, température, l'humidité et les attaques chimiques (Marsh et al., 2007).

**Tableau IV:** propriété des matériaux d'emballage (avantages et inconvénients) (Marsh et Bugusu, 2016).

Type d'emballage	Avantages	Inconvénients
<b>Verre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imperméable aux gazes et l'humidité</li> <li>• Inertie chimique</li> <li>• Résiste à la chaleur</li> <li>• Recyclable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragile</li> <li>• Lourd</li> </ul>
<b>Plastique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imperméable à l'humidité et aux gaz</li> <li>• Leger</li> <li>• Résistant au remplissage à chaud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non biodégradables</li> <li>• Les migrations</li> </ul>
<b>Papier /carton</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodégradable</li> <li>• Recyclable</li> <li>• Pas cher</li> <li>• Bonne résistance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perméable à l'humidité et aux gaz</li> <li>• Faible barrière à la lumière</li> </ul>
<b>Métal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recyclable</li> <li>• Imperméable à l'humidité et aux gaz</li> <li>• Résiste à la corrosion (alu minium)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le cout (l'aluminium)</li> <li>• Inutilisation aux micro-ondes</li> </ul>

Quant aux nouveaux emballages ils sont apparus à partir des années 1990, contrairement à ceux de la première génération dont on souhaitait qu'ils réagissent le moins possible avec les aliments, ces nouveaux emballages deviennent fonctionnels en ce sens qu'ils possèdent des substances actives, par exemple antimicrobienne (Feillet, 2012).

## B. Emballage moderne

### II.3.5. Emballage actif

Les progrès technologiques ont permis le développement d'emballage actifs qui entrent en interaction avec l'aliment dans le but d'assurer la bonne qualité nutritionnelle, la salubrité, et de limiter la pollution liée aux emballages (Lopez-Rubino et al., 2004 ; Ozdemir et Floros, 2004). La composition de cet emballage retarde l'oxydation et contrôle le taux de respiration, la croissance microbienne et l'humidité (Jong-Whan et Young-Teck, 2014). Quelques exemples d'emballage actif : les absorbeurs d'humidité et systèmes de libération d'antioxydant et d'enzymes (Lee et Rahman, 2014).



Figure 2 : des saucisses emballées (Anonyme 2).

### II.3.6. Emballage Intelligent

Les emballages intelligents surveillent et contrôlent l'évolution des conditions dans lesquelles un produit alimentaire a été emballé ; ils fournissent également des informations complémentaires sur la qualité du produit durant sa conservation, ils déploient un dispositif d'information qui explique clairement au consommateur les caractéristiques du produit. Exemple la coloration de l'étiquette lorsqu'un produit n'est plus consommable. Cette technologie utilise la microbiologie, pour stimuler la fraîcheur de l'aliment lorsque la date limite de consommation est dépassée ou la physicochimie (Jong-Whan et Young-Teck, 2014).



Figure 3 : emballage intelligent (Anonyme 3).

### II .3.7. Emballage comestible

Ces emballages sont fabriqués par utilisation de naturel bio polymère tel que, les protéines, lipides et polysaccharides, ils offrent de bonnes perspectives dans la mesure où ils sont consommables en même temps que les aliments qu'ils protègent et renouvelables et biodégradables aussi (Perez-Gago et Rhim, 2014).

Parmi les intérêts de cet emballage ses Propriétés barrière aux gaz, d'après (Quintavalla, 2002) l'emballage comestible est commercialement utilisé pour protéger les fruits et légumes contre les contaminations des bactéries pathogènes.

Les enrobages comestibles sont principalement utilisés pour réduire les échanges gazeux, dont la perte de poids en cours de transport ou entreposage (Laroussihle, 1980 ; Donhowe et Fennema, 1994).

Le résultat est donc une prolongation de la durée de vie et la qualité des aliments (Parck ,2014) et la protection de l'environnement, car l'emballage n'est pas un déchet.



Figure 4 : image d'une mangue emballée avec le chitosane (Anonyme 4).

### II.3.7.1. Type d'emballage comestible : film et solution polysaccharidique

#### A. Film alimentaire (bio polymère)

Les films comestibles bio polymères peuvent être de nature protéique, polysaccharidique, lipidique ou un mélange de ces derniers (**Gennadios et al. 1997**). Ils ont comme avantage le contrôle de la perméabilité, biodégradables et maintient la qualité de l'aliment (**Rhim et Shellhammer, 2005**).

#### B. Solution polysaccharidique (enrobage)

L'enrobage est de plus en plus utilisé dans le domaine de la conservation en frais des fruits et légumes. Il a été utilisé pour la première fois par les chinois dans le 12<sup>ème</sup> et 13<sup>ème</sup> siècle pour emballer les fruits (oranges et citrons) et légumes (**Hardenburg, 1967**).

**Allan et al., (1978)** a suggéré que la chitine et chitosane qui est une forme marine des invertébrés peut être utilisée pour l'application comme enrobage de fruits et légumes.

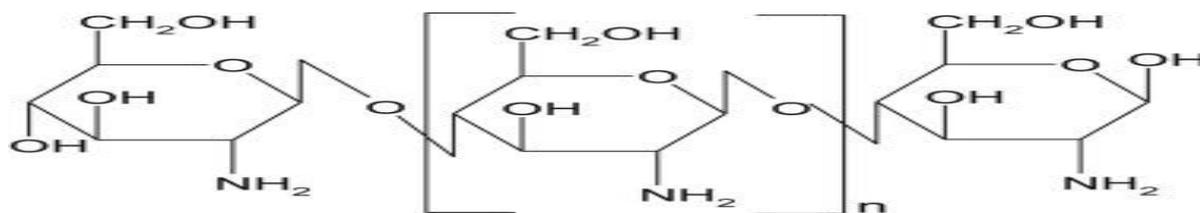
D'après l'expérience de **Park et al (1994a)** sur l'enrobage de la tomate, il a conclu que cette méthode de conservation maintient la fermeté retarde le changement de couleur et réduit la perte de poids.

Cette méthode d'emballage peut provoquer une activité antioxydante et antimicrobienne, elle réduit le brunissement enzymatique et la croissance microbienne (**Dea et al., 2012 ; Rojas-Grau et al., 2009**).

Ces emballages à base de polysaccharides ont la capacité de modifier l'atmosphère interne du fruit puis retarde son altération (**Nisperos-Carriedo, 1994**).

#### 1. Enrobage à base du chitosane :

Le chitosane est un polysaccharide obtenu à partir de dé acétylation de la chitine, qui est un constituant de la paroi des crustacés, c'est un polymère linéaire, composé d'unités N-acétyle-D-glucosamine et D-glucosamine liées entre elles par des liaisons  $\beta$ 1-4 (représenté dans la figure suivante) :



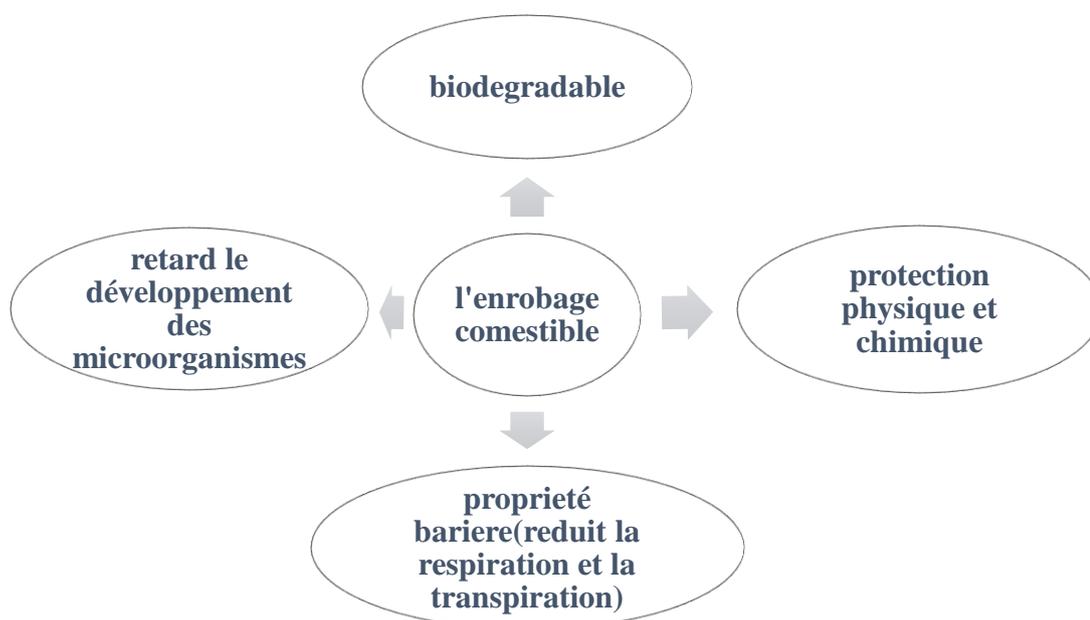
**Figure 5** : structure chimique du chitosane (Shin et Melvin,2014).

En raison de ses caractéristiques, non toxique, biodégradable, biocompatible, bio fonctionnel et antimicrobien le chitosane est utilisé pour la conservation des aliments.

Les études ont montrées que le chitosane n'est pas soluble dans l'eau et dans les solvants organiques.

Le chitosane peut être utilisé comme une solution d'enrobage et il peut améliorer la qualité des fruits et légumes, parmi les tests qui ont été fait sur l'enrobage à partir du chitosane il y a : le test sur la mangue, les raisins, la fraise (Zhang et al., 2014).

**II.4. Différentes fonctions de l'enrobage comestible.** (Campos et al., 2011 et Vargas et al.,2008).



**Figure 6** : différentes fonctions de l'enrobage comestible.

## II.5. Généralités sur la fraise

### II.5.1. Histoire de la fraise

La fraise des bois est l'ancêtre des fraises de culture. Elle est petite, juteuse, plus savoureuse et plus parfumée que la fraise cultivée. En 1714, François Amédée Frézier croisa deux variétés de fraises des bois et obtint ainsi d'énormes fraises charnues. Ces dernières se répandirent en Europe et seraient à l'origine, après d'autres croisements, des fraisiers à gros fruits que nous connaissons aujourd'hui. Il en existe plus de 600 variétés qui diffèrent de taille, de texture, de couleur et de saveur (Québec Amérique, 1996).

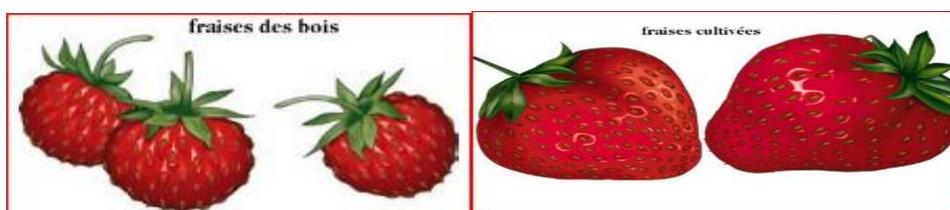


Figure 7: fraises des bois et fraises cultivées ( Québec Amérique, 1996).

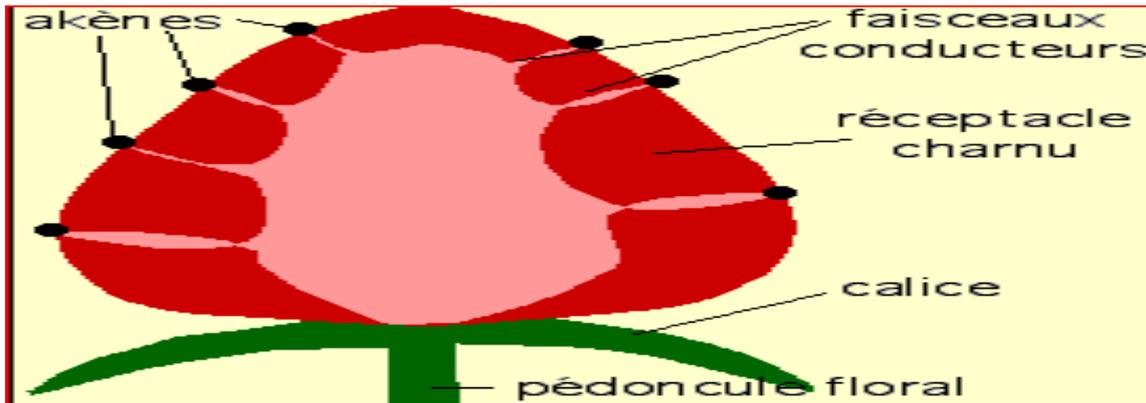
### II.5.2. Distribution et écologie

la fraise est le fruit du fraisier, plante vivace des régions tempérées la plus répandue dans le monde ; certaines variétés de fraises sont originaires des régions tempérées d'Europe, alors que d'autres proviennent d'Amérique du Nord et du Sud. Ce fruit a toujours fasciné par sa saveur exquise ; le mot fraise vient d'ailleurs du latin *fragare* qui signifie « sentir bon » (Québec Amérique, 1996).

### II.5.3. Taxonomie et Botanique

La fraise appartient à l'espèce *Fragaria ssp.* appartient au genre *ananassa* Duchesne, la famille : Rosaceae (Dong et Wang, 2017).

La fraise est un fruit complexe, elle contient de polyakènes (akènes représentés par les petits grains visibles à la surface), un réceptacle floral charnu, le calice et un pédicule floral (Anonyme 5).



**Figure8:** schéma des différentes parties de la fraises (Anonyme 5).

#### II.5.4.Valeur nutritive

**Tableau V:** les valeurs nutritives de la fraise par 100 g (Dong et Wang, 2017).

La fraise est considéré comme le fruit le plus délicieux dans le monde grâce à sa bonne saveur, elle constitue une excellente source en vitamine et de minéraux (Kher et al., 2010).

Eau	92%
Protéines	0,6g
Matières grasses	0,4g
Glucides	7g
Fibres	2,6g
Calories	30
Vitamine C	60g

#### II.5.5. Conservation

Après la cueillette, les fruits et légumes sont encore des organes vivants. Les réactions Métaboliques et les processus physiologiques (consommation de l'oxygène, libération du dioxyde de carbone) continuent longtemps après la récolte. De plus, ils transpirent ce qui entraîne une perte d'eau. La respiration des fruits et légumes est un indice d'activité physiologique et un indice du potentiel de la durée de stockage. Elle est un des processus de base qui a une influence sur la maturité, le conditionnement, le transport et la durée de vie des fruits et légumes après récolte (Salunkhe et al., 1991).

Les fraises sont très périssables. Il faut éviter de les exposer au soleil et de les laisser longtemps à la température de la pièce. Les fraises entières perdent moins de leur valeur

nutritive (notamment la vitamine C) que les fraises coupées ou écrasées ,car une moins grande surface est exposés à l'air (**Québec Amerique ,1996**) .

L'entreposage commercial des fraises fraîches se termine presque inévitablement par l'envahissement des fruits par des champignons . Botrytis cinerea et Rhizopus sp. sont les responsables de la pourriture des fraises (**Mass, 1981**).

Les basses températures agissent sur la physiologie des fruits en ralentissant le métabolisme : respiration, transpiration, production d'éthylène, etc. Elles réduisent également le développement des micro-organismes (**Laville, 1994 ; Burdon, 1997**).

Chaque fruit présente une température critique de conservation celle de la fraise est de -1 à 4°C elle peut se conserver pour quelques jours (**Bourgeois et al., 1996**).

#### **II.5.6.Définition des germes : la flore totale aérobique mésophile et levures moisissures**

La flore totale représente les germes qui croissent sur le milieu utilisé généralement la gélose PCA (**Joffin .C et Joffin .J.N ,2010**).

Les levures désignent originellement des champignons unicellulaires capables de provoquer la fermentation des matières animales ou végétales. Les moisissures sont des champignons de la classe des mycètes, hétérotrophe et pluricellulaires.

Les levures et moisissures sont des agents de contamination et de dégradation des produits alimentaires et sont très pathogènes (**Labadie J.C ;Dousset.X ; Hebraud , 1998**).

*Partie*  
*pratique*

*Matériel et  
méthodes*

### I.1.Récolte et préparation des échantillons

Nous avons utilisés des feuilles de *Moringa oleifera* récoltées en 2016 dans la région de Tamanrasset.

Après la récolte, les feuilles ont été débarrassées de toutes les impuretés (débris de tiges, rameaux, etc.), rincées, puis étalées pour séchage, qui est réalisé à l'air libre dans un endroit sec, ventilé et à l'abri de la lumière.

Après séchage, les feuilles ont été broyées et tamisées dont le but d'avoir des particules inférieures à 0,5 mm Ensuite, conservées à l'abri de la lumière dans un bocal en verre opaque.

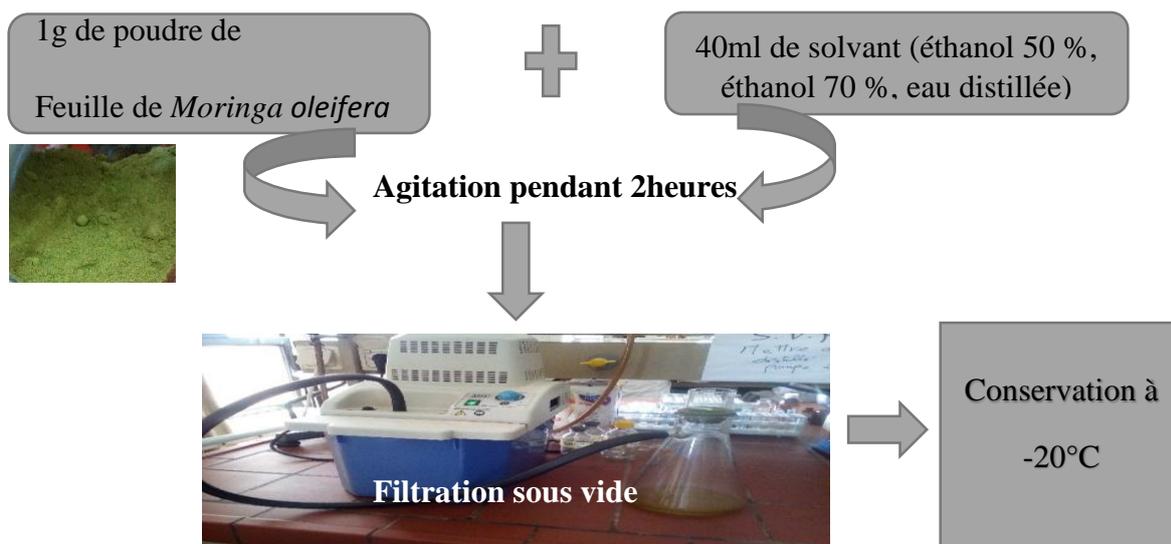
### I.2.Extraction des composés phénoliques

L'extraction (Figure 8) est réalisée par macération selon la méthode d'Oomah et al. (2010); trois solvants d'extraction ont été utilisés :eau distillée, Ethanol 50%, et Ethanol 70% .

- **Principe**

L'extraction est un transfert du principe actif de la matrice vers le solvant selon un gradient de concentration (**Handa, 2008**).

- **Mode opératoire**



**Figure 9** : Protocole d'extraction des composés phénoliques (**Oomah et al., 2010**)

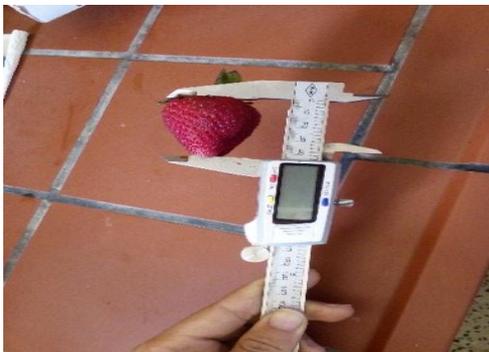
## Emballage comestible

### I.3. Emballage comestible

#### I.3.1. Matériel végétal

Les fraises (*Fragaria ananassa*), provenant de la wilaya de Jijel, (commune de Sidi Abdelaziz), et achetées dans un supermarché local, ont été bien nettoyées à l'eau de robinet et séchées soigneusement avec du papier absorbant.

Les fruits retenus ont été sélectionnés sur la base de leurs de leur poids et taille uniforme et le stade de maturité (basé sur la couleur et la fermeté) et l'absence de blessures ou moisissures visibles.



**Figure 10** : une fraise mesurée à l'aide d'un pied de coulisse



**Figure 11** : prise de poids d'une fraise

#### I.3.2. Préparation des solutions d'emballage

Le filmogène est préparé par dissolution du chitosane dans l'eau distillée à une concentration de 2%.

Quatre solutions finales sont utilisées ; solution du chitosane, solution du chitosane contenant les extraits phénoliques de Moringa (extrait aqueux, extraits d'éthanol 50% et 70% reconstitués dans l'eau distillée) utilisés à une concentration de 1% .la reconstitution se fait après séchage des extraits éthanoliques à 40°C .

#### I.3.3. Emballage du fruit

Les fraises sont immergées dans la solution d'emballage pendant une minute puis séchées à l'air libre ; une couche mince du filmogène se forme à la surface du fruit.

Un échantillon contrôle est laissé sans emballage.

Les fraises sont ensuite conservées dans des boîtes en plastique (polypropylène, PP) et stockées à 4 °C pendant 12 jours.



**Figure 12** : enrobage des fraises



**Figure 13** : fraises après emballage comestible



**Figure 14** : fraises stockées dans des boîtes en PP

#### I.4. Evaluation de la qualité des fraises

Des tests physicochimiques et microbiologiques sont effectués chaque trois jours afin d'évaluer la qualité des échantillons pendant la période du stockage.

##### I.4.1. Analyses physicochimiques

###### I.4.1.1. Perte du poids :

La perte du poids est déterminée par la pesée des fraises à l'aide d'une balance de précision. Elle est exprimée en pourcentage du poids initial.

$$\text{perte de poids en \%} = \frac{(J_i - J_f)}{J_i} \times 100$$

J<sub>i</sub> : poids frais au jour initial.

J<sub>f</sub> : poids frais au jour final.

###### I.4.1.2. Matière sèche et teneur en eau :

La teneur en eau et le taux de matière sèche sont déterminés en introduisant 2 g de l'échantillon dans une coupelle placée dans une étuve à 105°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant. AOAC (2008).

La teneur en eau (%) du matériel végétal est donnée par la formule suivante

$$\text{teneur en eau en \%} = \frac{(P - P1)}{P} \times 100$$

P : masse en g de la prise d'essai avant séchage.

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

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

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



**Figure 15 :** coupelles avec 2g de fraises séchés



**Figure 16 :** coupelles dans le dessiccateur

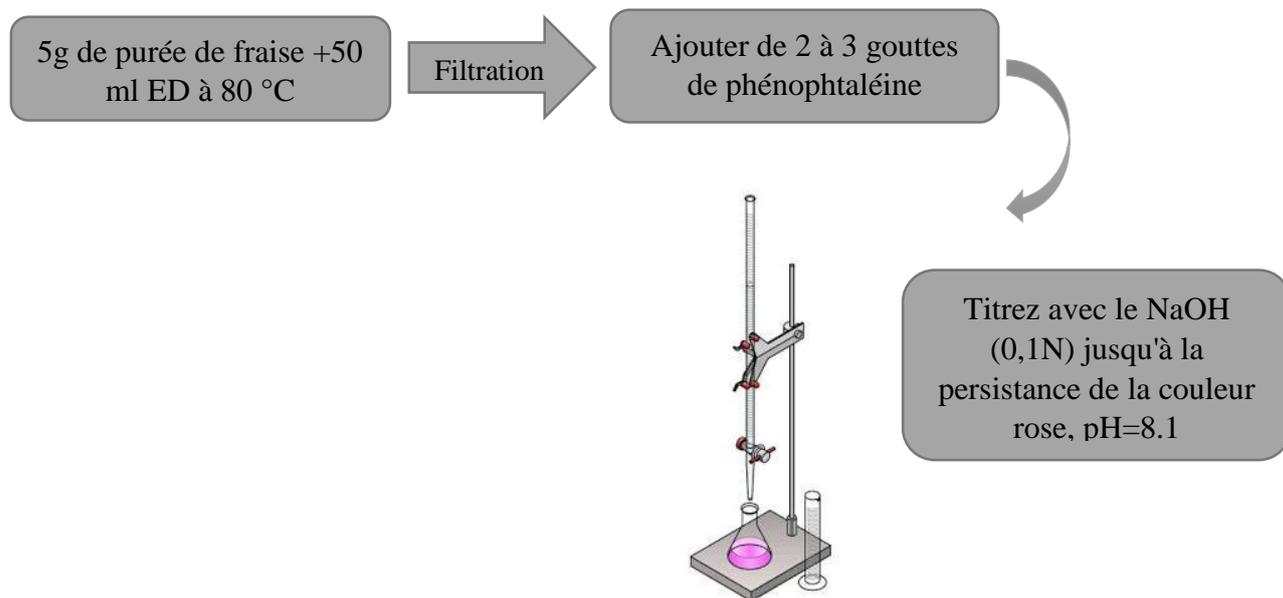
#### I.4 .1.3. Mesure du pH et détermination de l'acidité titrable :

- **pH :** Le pH est déterminé par la technique électro métrique ou potentiométrique en utilisant un appareil de mesure (pH mètre WTW).
- **Acidité titrable :**

##### ➤ Principe :

L'acidité titrable représente la somme des acides minéraux et organiques présents dans le produit, Elle est exprimée en fonction de l'acide dominant dans le milieu.

## ➤ Mode opératoire



**Figure17** : Protocole de mesure de l'acidité titrable (Velickova. E, 2013).

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

$$\text{Acidité titrable} = \left( \frac{0.1 * 0.064 * V_{(NaOH)}}{M} \right) * 100(\%)$$

D'ou :

0.1 : Normalité de la soude

0.064 : facteur de conversion acide citrique

$V_{(NaOH)}$  : volume de soude utilisé pour la titration (ml)

M : masse de l'échantillon (g).

#### I.4 .1.4.Mesure de l'extrait sec soluble :

Le degré brix et l'indice réfractométrique sont déterminés à l'aide d'un réfractomètre de paillasse. Le brix représente la matière sèche soluble présente dans l'échantillon et il est corrélé à la teneur en sucres, Le résultat est donné en degré Brix.



**Figure 18** : réfractomètre ABBE type réfractomètre AR 12.

#### I.4 .1.5. Dosage des phénols totaux solubles

##### ✚ Principe

Le réactif du Folin-Ciocalteu, mélange de l'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ ), est réduit en présence de polyphénols en un mélange d'oxydes bleu de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et de molybdène ( $Mo_8O_{23}$ ). La coloration bleue produite est proportionnelle au taux des composés phénoliques présents dans le milieu réactionnel. (Ribéreau-Gayon, 1968; Lapornik et al., 2005).

##### ✚ Mode opératoire :

500 $\mu$ l d'extrait + 2,5ml de réactif de Folin-Ciocalteu (10%)

Après 5-8 min

2ml de solution de carbonate de sodium (75g/l)

Incubation à 50°C pendant 5min

Absorbance à 760nm, après refroidissement

**Figure 19** : Protocole de dosage des phénols totaux solubles (Skerget et al., 2005).

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

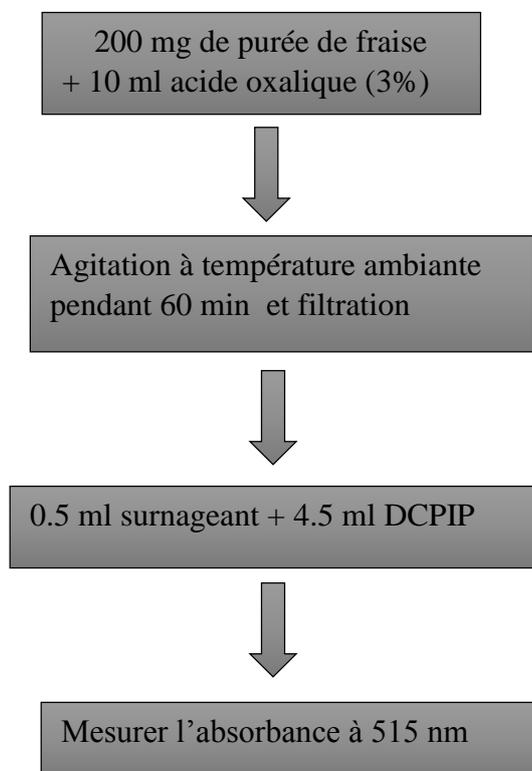
#### I.4.1.6. Teneur en acide ascorbique :

La teneur en acide ascorbique est déterminée selon la méthode de **Mau et al (2005)**.

##### ✚ Principe :

Le dosage est basé sur l'oxydation de l'acide ascorbique qui conduit à la réduction de 2,6 dichloroindophenol (DCPIP) de couleur initiale rouge en milieu acide et bleu en milieu neutre (forme oxydée) vers la couleur rose (forme réduite).

##### ✚ Mode opératoire :



**Figure 20** : Protocole de dosage de la vitamine C (Mau et al., 2005)

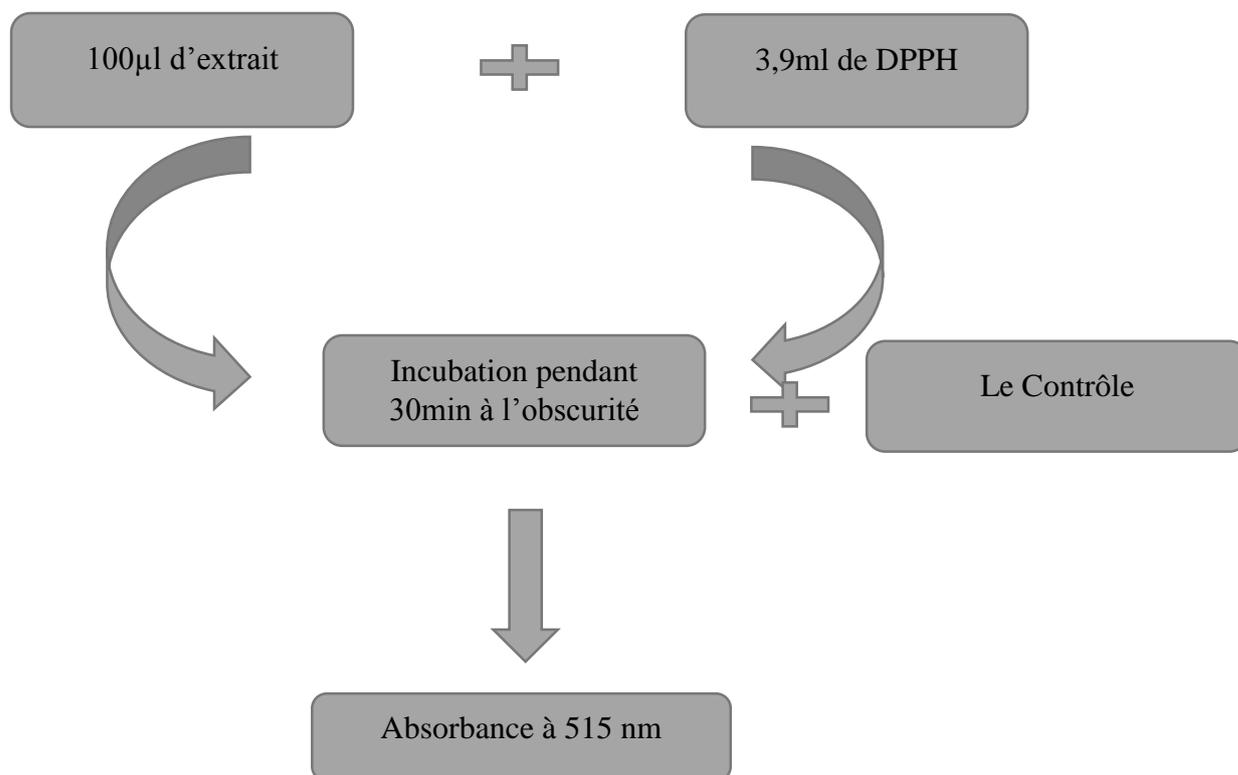
Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique par gramme de matière sèche (mg EAA/g MS). Par référence à une courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide ascorbique ( **annexe III**).

## I.4.1.7. Activité antiradicalaire du DPPH

## ✚ Principe :

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazil (DPPH). Ce dernier est réduit à la forme d'hydrazine (non radicalaire) en acceptant un atome d'hydrogène (**Koneru et al., 2011**).

## ✚ Mode opératoire



**Figure 21** : protocole de dosage du DPPH (**Brand Williams et al., 1995**).

La capacité antioxydante est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH\* suivant l'équation :

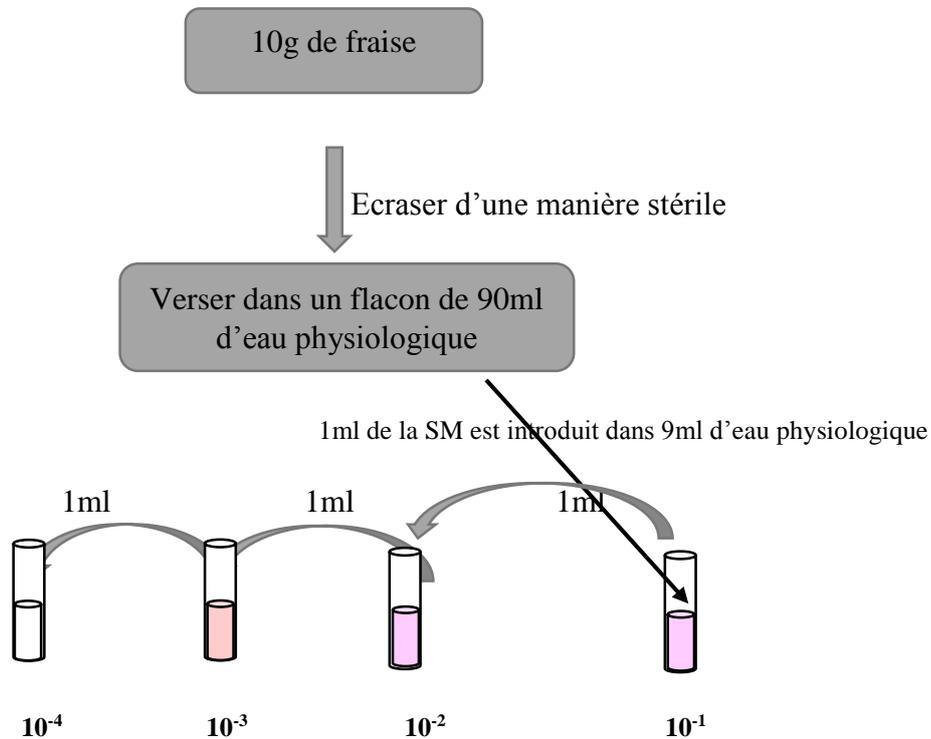
$$\text{Inhibition (\%)} = \left( \frac{\text{Abs c} - \text{Abs e}}{\text{Abs c}} \right) \times 100$$

Abs c : correspond à l'absorbance du contrôle (sans échantillon) .

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

## I.4.2. Analyses microbiologiques

### ➤ Préparation des dilutions



**Figure 22** : protocole de la préparation des dilutions

### ➤ Recherche des levures et moisissures

Pour rechercher les levures, nous utilisons le milieu OGA (oxytétracycline glucosé agar) fondu au bain marie à 95°C, puis refroidi à 45°C.

- Les boîtes serontensemencées avec 1ml des solutions filles de ( $10^{-1}$  jusqu'à  $10^{-4}$ ) précédemment préparées ;
- Environ 80 ml du milieu OGA est versé dans des boîtesensemencées ;
- L'incubation des boîtes se fait à 25°C pendant 72H.

### Recherche de la flore totale aérobie mésophile

Pour rechercher les germes aérobie, nous utilisons le milieu PCA (plate count agar) est utilisé après fonte au bain marie à 95°C, puis refroidi à 45°C.

- Les boîtes serontensemencées avec 1ml de la solution fille de ( $10^{-1}$  jusqu'à  $10^{-4}$ ).
- Environ 80ml du milieu PCA est versé dans des boîtesensemencées ;

- L'incubation des boîtes se fait à 30°C pendant 24H..

➤ **Expression des résultats**

Retenir pour comptage, les boîtes de Pétri contenant un nombre de colonies compris entre 15 et 300.

$$\text{UFC/ml} = \frac{\text{nombre de colonies}}{\text{volume étalé (ml)} \times \text{facteur de dilution}}$$

### **I.5. Analyse statistiques des résultats**

Toutes les déterminations sont menées en triples. Les résultats sont exprimés par la moyenne  $\pm$  écart type. Les résultats sont traités par l'analyse de la variance ANOVA à deux facteurs suivie d'une comparaison multiple des moyennes en utilisant le logiciel statistica 5.0.

# *Résultats et discussion*

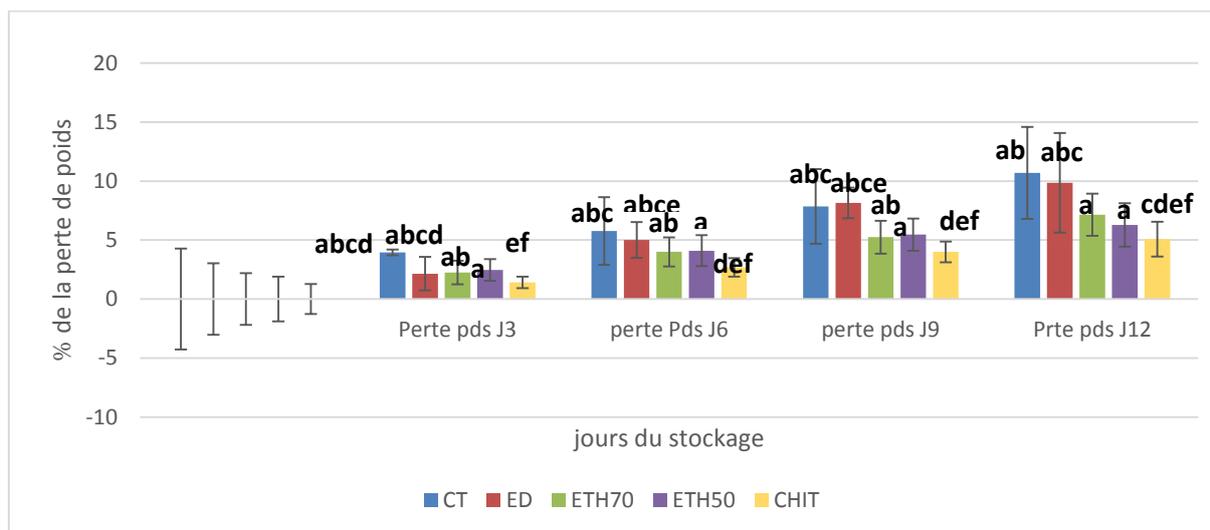
## II.1.perte de poids

Nos résultats expérimentaux illustrés dans la (**figure 23**) ont révélés une variabilité de perte de poids entre les différents échantillons. L'analyse statistique de nos données montre que seul le facteur échantillon exerce un effet significatif ( $p < 0,05$ ) sur la perte de poids.

Au cours du stockage, les fraises accusent une perte du poids frais comme figuré ci-dessous.

Quel que soit le temps de stockage considéré, la plus forte perte de poids est enregistrée par le témoin (10,68%) alors que la plus faible perte de poids est induite par le chitosane (5,08%).

L'utilisation d'extrait de moringa s'accompagne d'une réduction de la perte de poids des fraises par rapport au lot témoin. Les extraits éthanoliques se sont menés plus efficace que l'eau distillée : 6,2% à 7,14% contre 9,8 % pour l'ED.



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

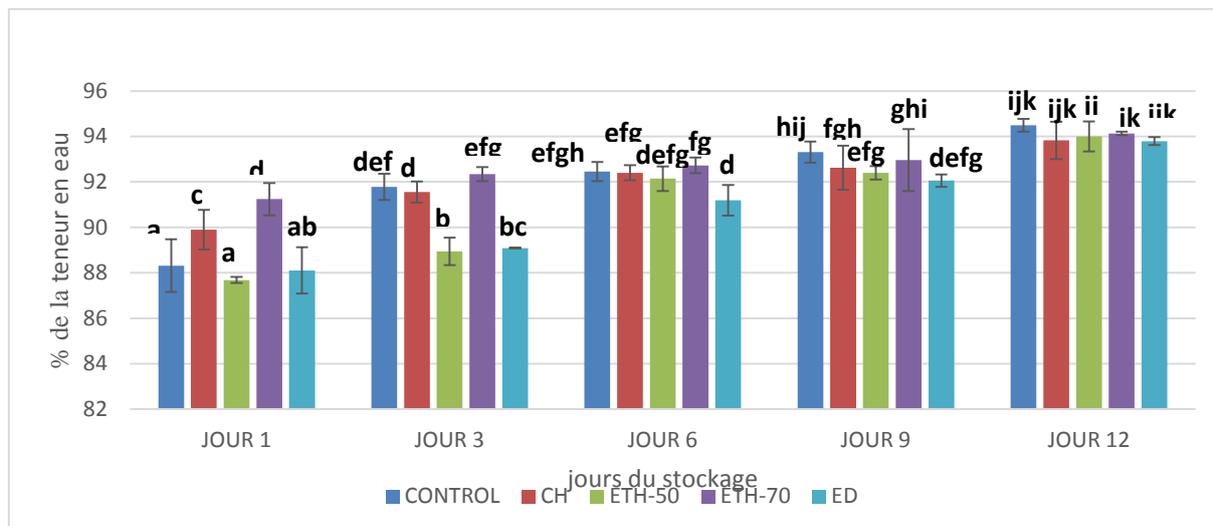
**Figure 23** : perte de poids des fraises durant le stockage

## II.2. Matière sèche et teneur en eau

Dans notre essai, chacun des facteurs mis en jeu exerce un effet significatif ( $p < 0,05$ ) sur la teneur en humidité des fraises.

Nos résultats obtenus (**figure 24**) révèlent une augmentation de l'humidité des fraises conservées au frigo au cours du stockage. A l'issue de ce dernier, et comparativement à j1, les taux d'humidité augmentent en moyenne de 6,5%.

Comparativement au control, tous les lots expérimentaux affichent à J12 une baisse de 0,38 à 0,75% de la teneur en humidité.

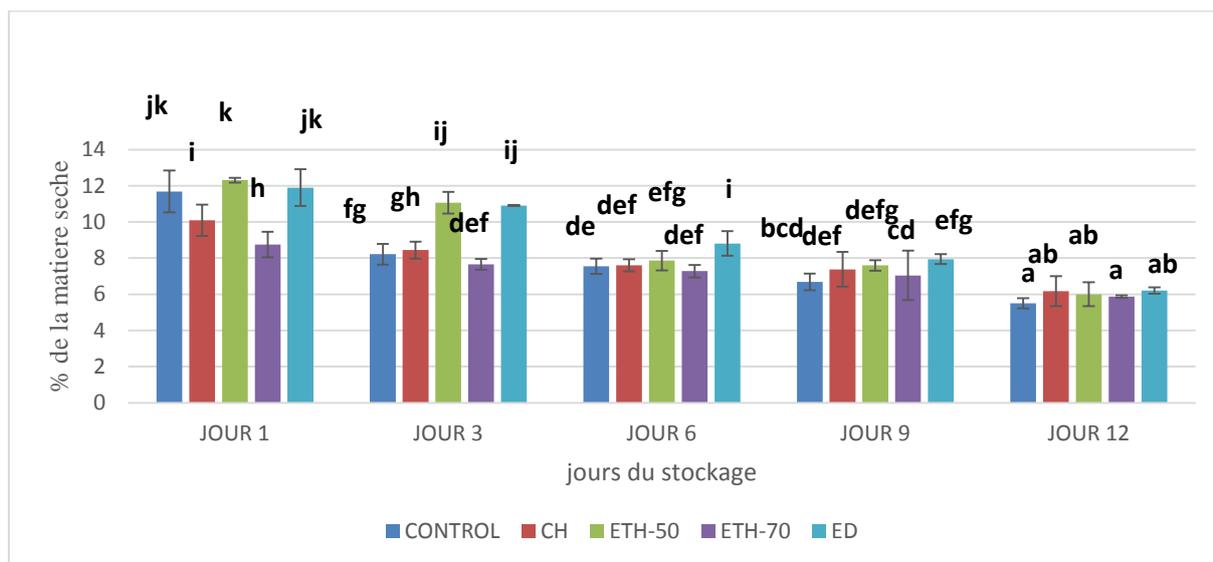


Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

**Figure 24** : teneur en eau des fraises durant le temps du stockage

Les résultats de la (figure 25) montrent qu'au cours du stockage, les différents échantillons accusent une baisse significative ( $p < 0,05$ ) de leur teneur en matière sèche.

Par rapport à j1, nous notons une réduction de la teneur en matière sèche de 46,9% (ED) à 49,75% (Eth70) contre 52,89% pour le lot témoin.



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

**Figure 25** : la teneur en matière sèche des fraises pendant le stockage.

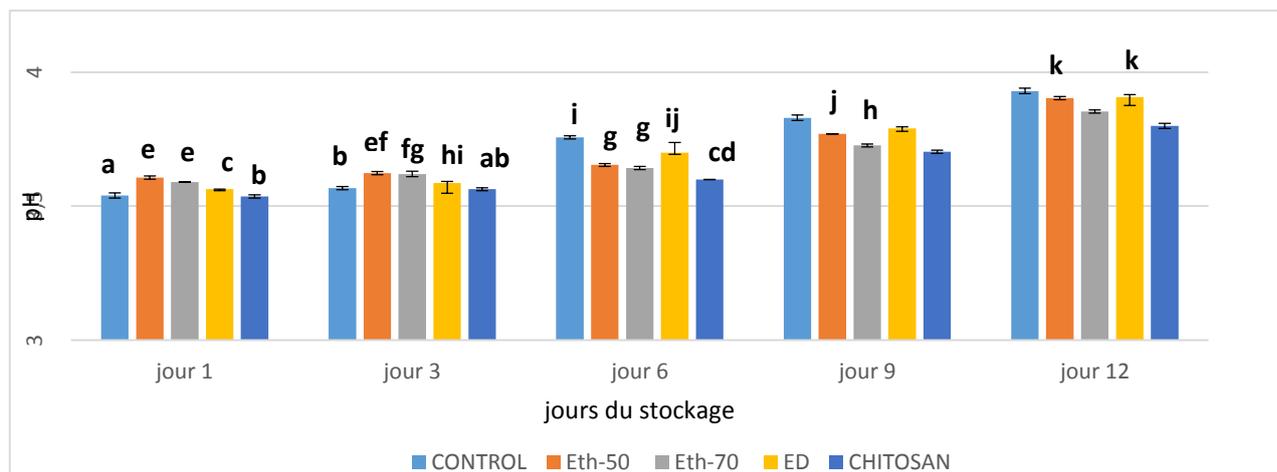
### II.3. évolution du pH au cours du stockage .

Globalement, à j1 et j3 tous les lots de fraises présentent des pH 3,53 à 3,6 à j1 et 3,56 à 3,62% à j3) comparables ( $p < 0,05$ ). Au cours du stockage (**figure 26**), nous remarquons une élévation du pH .cette dernière est nettement plus marquée pour le lot témoin et ED.

A l'issue de la période de stockage, l'utilisation des extraits de moringa à induit une baisse du pH de 0,59% à 1,25% contre 3,30% pour le chitosane.

En présence des extraits de moringa, la valeur du pH augmente avec l'évolution du taux de substitution de l'ED par l'éthanol :le pH final varie de 3,90 (ED) à 3,90 (Eth50) et 3,85 (Eth 70).

Nous avons relevé une variabilité du pH au cours de nos essais. L'analyse statistique des résultats montre que chacun des facteurs mis en jeu exerce un effet significatif ( $p < 0,05$ ) sur le PH



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

**Figure 26** : le pH des échantillons au cours du stockage.

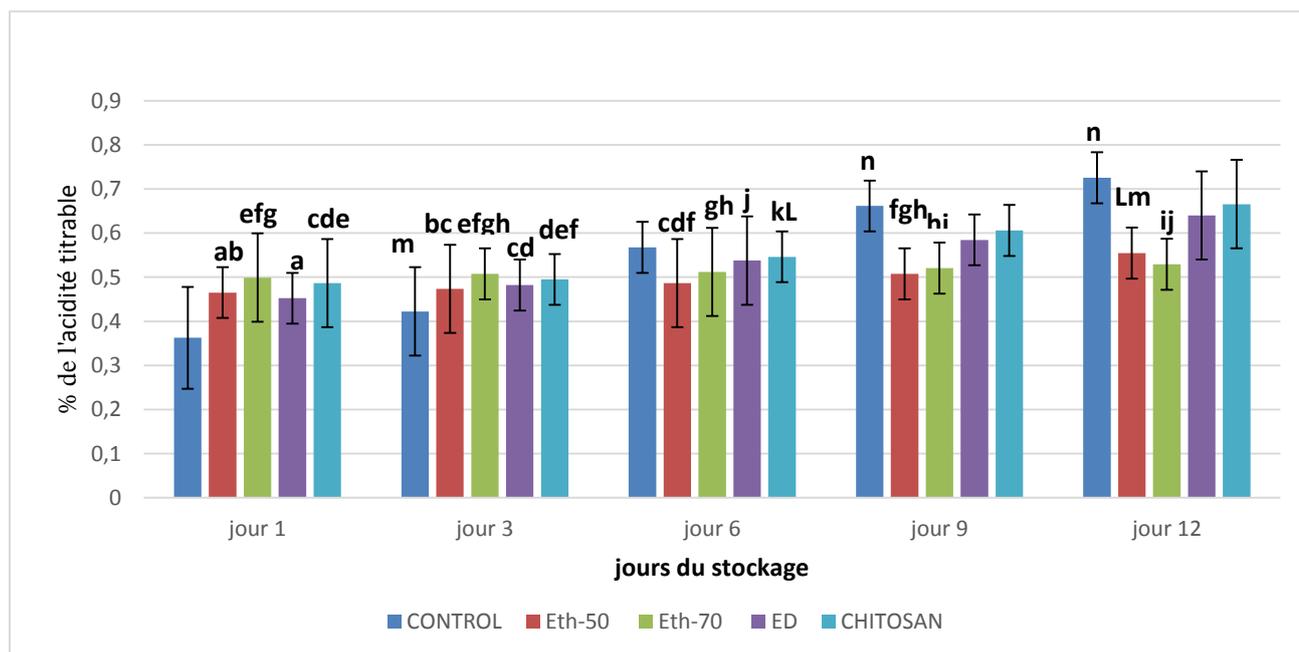
### II.4.évolution de l'acidité au cours du stockage

Nos données expérimentales montrent une variabilité de l'acidité des milieux au cours du stockage (**figure27**). L'analyse statistique de nos résultats montre un effet hautement significatif de chacun des facteurs (échantillons et durée de stockage) mis en jeu dans notre essai.

A j1, les fraises témoins affichent une acidité (0,36) plus faible ( $p < 0,05$ ) que celle des fraises traitées (0,45 à 0,49). Au bout de 12 jours de stockage, nous enregistres le phénomène inverse : 0,72 (contrôle) contre 0,55 à 0,66 pour les échantillons traités.

L'utilisation d'extraits de feuilles de moringa limite les variations de l'acidité au cours du stockage .cette dernière augmente de 45,8% (Eth70) à 76,47% (ED) contre 83,5% (chitosane) et 99,9% (témoin).

Les extraits éthanoliques apparaissent plus efficace ( $p < 0,05$ ) que les extraits à l'ED pour Limiter l'acidité des fraises au cours du stockage.



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

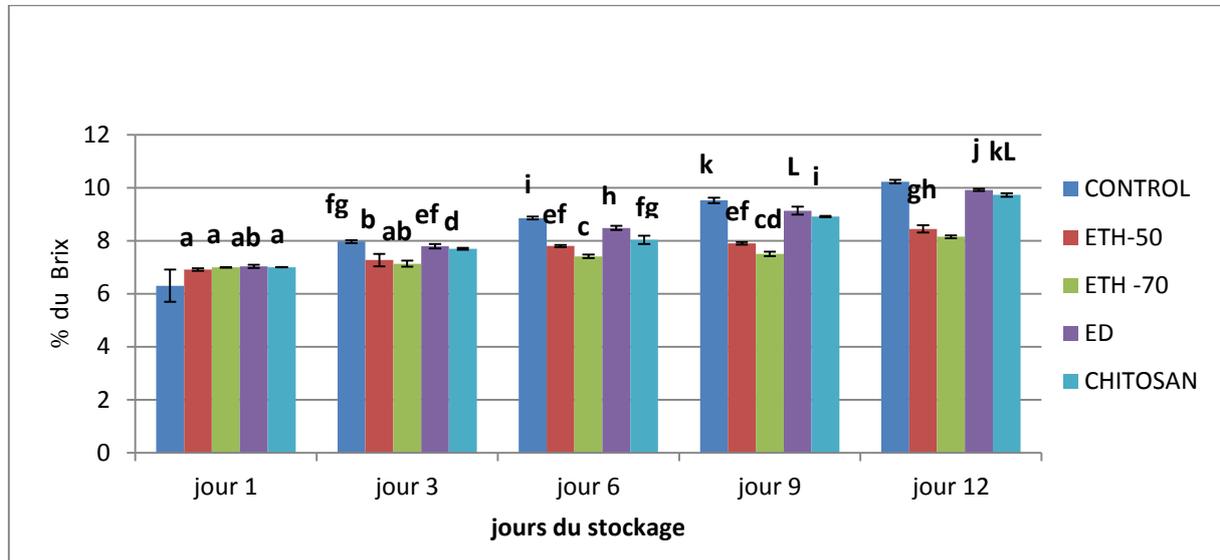
**Figure 27** : l'acidité des fraises au cours de la conservation

## II.5. L'extrait sec soluble

L'analyse statistique de nos données révèle un effet hautement significatif ( $p < 0,05$ ) de chacun des facteurs (concentré et le temps de stockage) mis en jeu avec une forte interaction ( $p < 0,05$ ).

Au cours du stockage, nous relevons une augmentation continue du brix de tous les échantillons (**figure 28**). Le lot témoin affiche le plus fort brix (23,65 à 57,40%) ; les extraits éthanoliques (50 et 70 ) induisent les plus faibles valeurs du brix (13,22 à 29,31%).

Nos notons que l'utilisation de l'extrait ED réduit de 3% le pourcentage de brix à j12 .ces données sont proches de celles notées pour le chitosane (4,8%).la substitution partielle de l'ED par de l'Eth 50 ou Eth 70 s'accompagne d'une réduction significative du brix :baisse de 17,4 à 20,34% à j12 par apport au témoin.



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

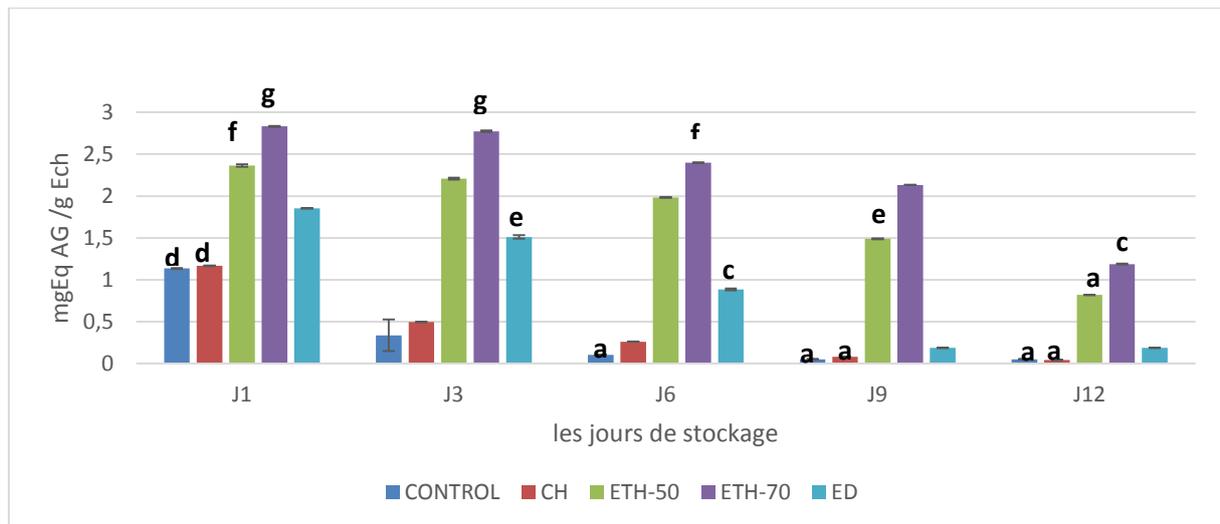
**Figure 28** : extrait sec solubles

## II.6. Teneur en phénols totaux solubles (PTS)

Les fraises traitées avec les extraits éthanoliques (Eth 50 et 70 )affichent les plus fortes teneurs ( $p < 0,05$ ) en PTS à J1 (2,36 et 2,83 respectivement ) contre 1,85 (ED) et 1,13 et 1,16 respectivement pour le control et le chitosane .

Au cours du stockage (**figure 29**) nous enregistrons une baisse significative ( $p < 0,05$ ) des teneurs en PTS des fraises conservées

Les fraises traitées avec les extraits éthanoliques affichent les plus faibles pertes de PTS : 58,11 à 65,4 % contre 95,6 et 96,4 respectivement pour les fraises témoin ou traités avec le chitosane et 89,96% après utilisation des extraits aqueux.



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

**Figure 29** : Teneur en phénols totaux solubles

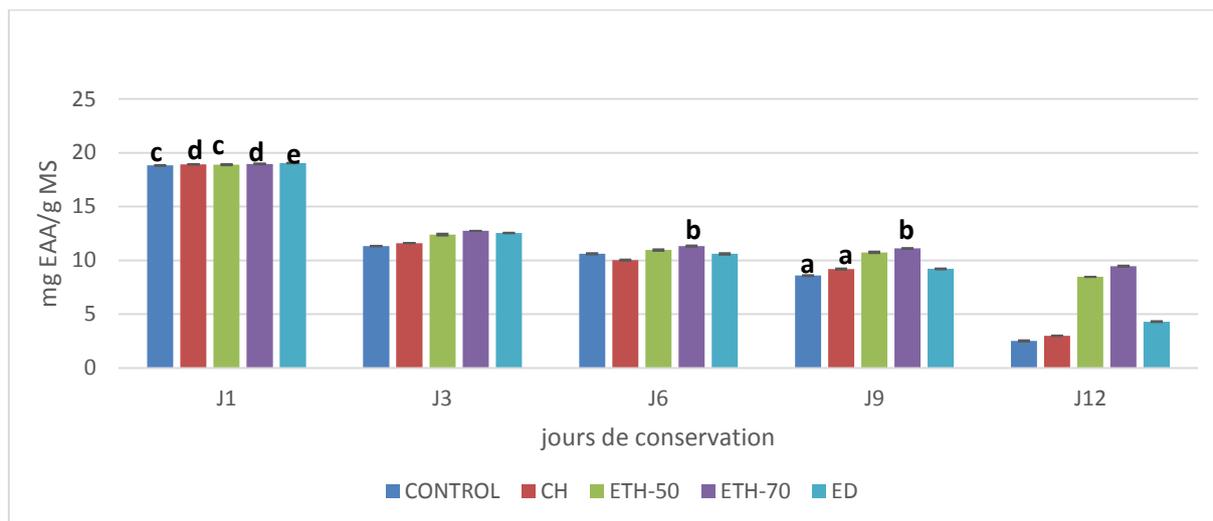
## II.7. Teneur en acide ascorbique

La teneur en acide ascorbique des fraises diminue au cours du stockage (**figure 30**).

Au cours des six premiers jours, les différents lots de fraise se caractérisent par une baisse comparable ( $p > 0,05$ ) de la teneur en acide ascorbique : 0,08%.

Au delà des sixième jours, les lots de fraise se répartissent en deux groupes :

- Un groupe composé de fraises traitées avec l'extrait éthanolique caractérisé par une baisse plus faible de la teneur en acide ascorbique. Ce groupe accuse au final une baisse de 50 à 55% de la teneur en acide ascorbique.
- Un groupe composé de fraise témoin ou traité (chitosane ou extrait aqueux) avec une plus forte baisse de la richesse en acide ascorbique. La réduction finale de la teneur de cet acide est comprise entre 77,24% et 86,7%.



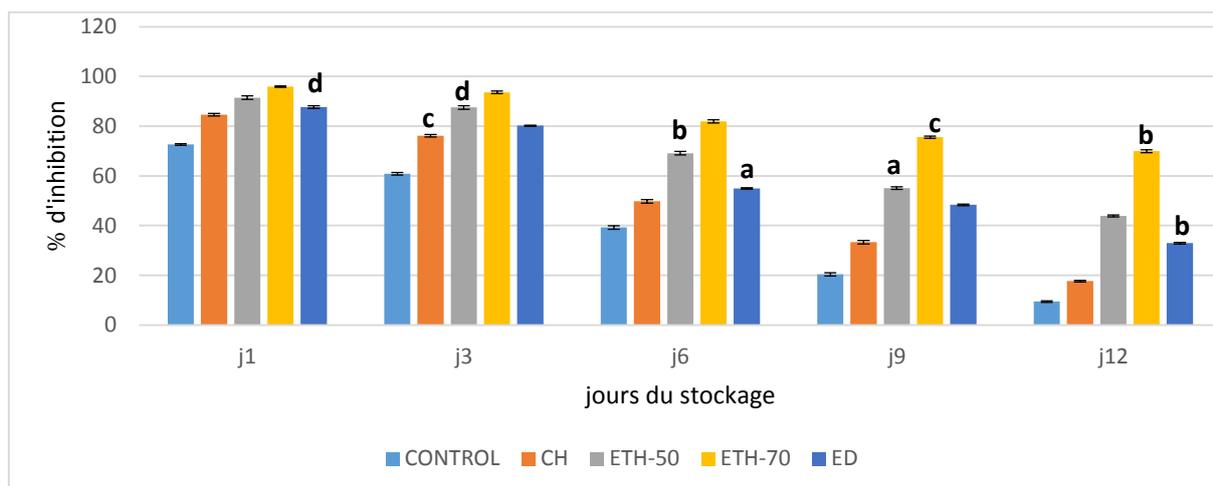
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

**Figure 30** : teneur en acide ascorbique

### II.8.activité antiradicalaire du DPPH

A J1, les fraises traitées avec les extraits (**figure 31**) manifestent un pouvoir antiradicalaire (87,7 à 95,9%) plus élevé ( $p < 0,05$ ) que celles traitées au chitosane (84,6%) au témoin (72,6%).

Au cours du stockage, ce pouvoir diminue continuellement ; pour accuser au final de baisses de 37,7 à 39,5% (extraits éthanoliques) et 54,6% pour l'extrait aqueux contre 75,7% (chitosane) et 87% (témoin).



Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

**Figure 31** : pourcentage d'inhibition du DPPH

## II.9. Analyses microbiologiques

### ➤ Recherche de Flore totale aérobies mésophiles (FTAM)

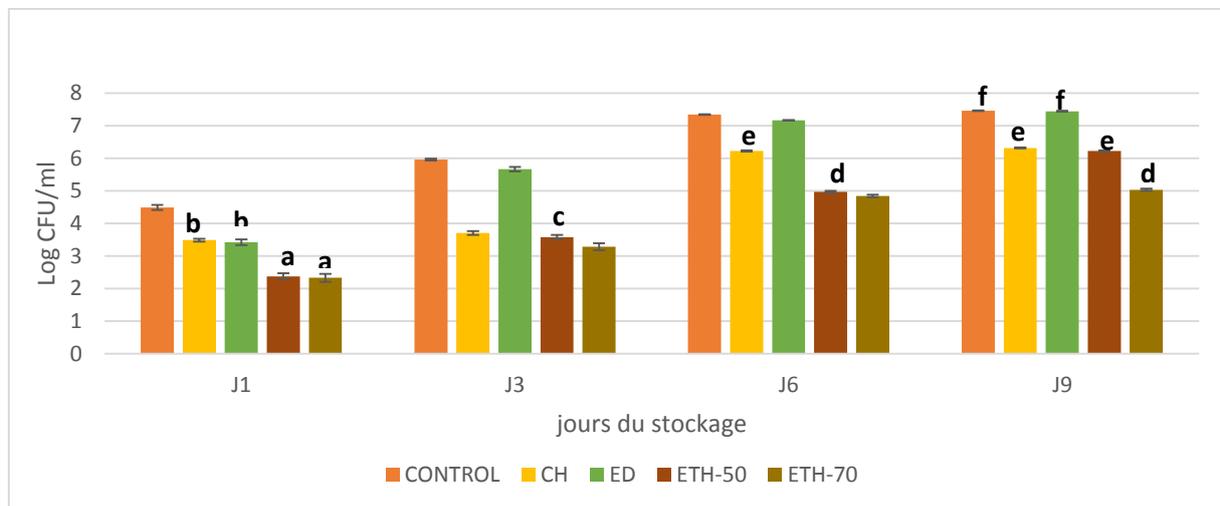
L'analyse statistique de nos données révèle un effet hautement significatif ( $p < 0,05$ ) de chacun des facteurs (échantillon et temps du stockage) mis en jeu avec une forte interaction ( $p < 0,05$ ) entre eux.

Au cours du stockage nous relevons une augmentation continue de la FTAM de tous les échantillons analysés (**figure 32**).

Les contaminations les plus élevées sont relevées dans les lots témoin et eau distillée. Les extraits éthanoliques (Eth 50 et 70) s'avèrent plus efficaces que le chitosane pour la conservation des fraises contre les contaminations étudiées.

L'extrait Eth70 réduit de 32,5% la contamination relevée dans le lot témoin contre 15,5% (chitosane) et 16,5% (Eth 50).

Les effets antimicrobiens des emballages testés se manifestent particulièrement à partir de j6 (réduction de la contamination de 32,2 à 34 % pour l'Eth 50 et Eth 70 respectivement contre 15% pour chitosane).



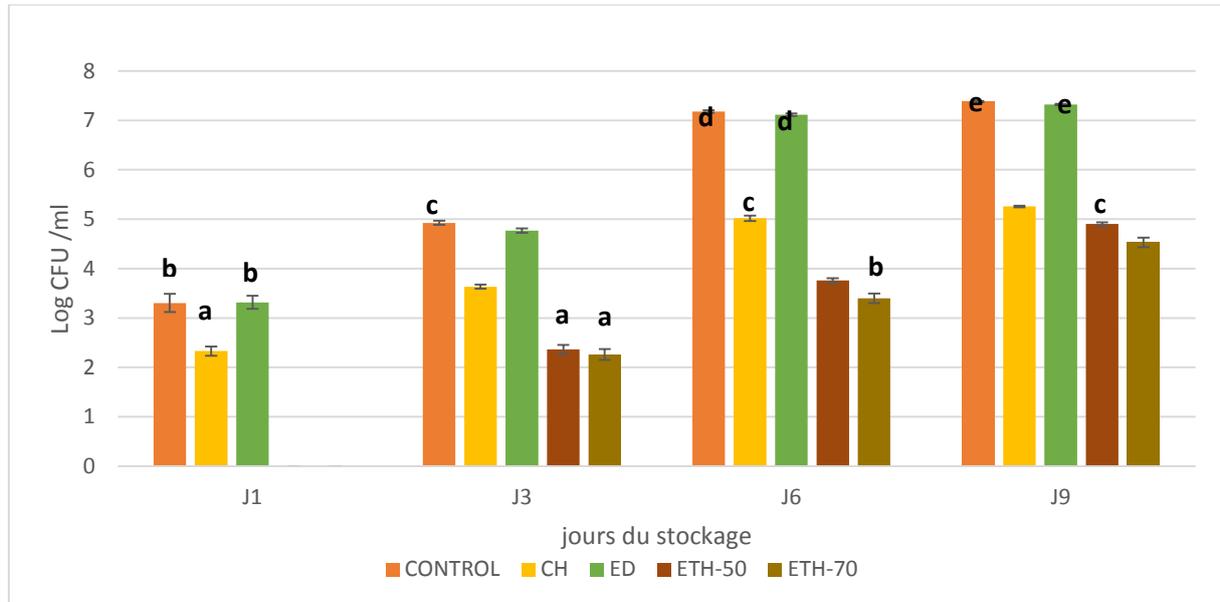
Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

**Figure 32** : la croissance de la FTAM au cours du stockage

➤ **Recherche des levures et moisissures (LM)**

La (**figure 33**) montre une évolution constante de la flore recherchée au cours du stockage des fraises. Les plus fortes contaminations sont relevées dans le lot témoin et lot traité avec l'extrait aqueux.

Toutefois, cette évolution est freinée par l'utilisation des extraits ethnoliques et à un degré moins par le chitosane .A J12, nous enregistrons une baisse de 33,5 à 38,6% (Eth50 et Eth70 respectivement) et 28,7% pour le chitosane.

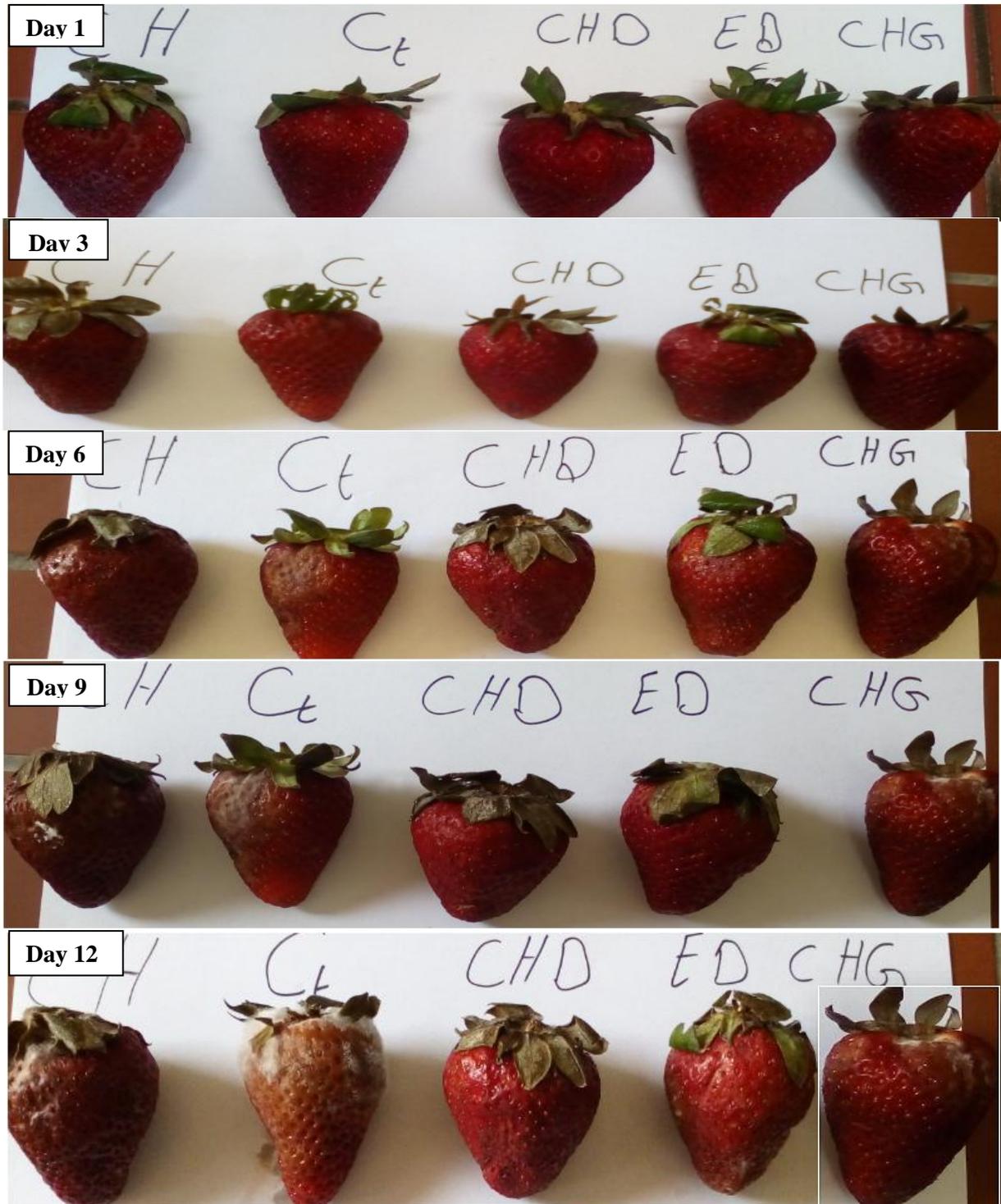


Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

**Figure 33** : développement des levures et moisissures durant du stockage

## II.10.Effet des traitements sur l'apparence des fraises au cours du stockage

Les fraises traitées avec les extraits sont mieux conservées par rapport à leur apparence générale des fraises et leur couleur.



**Figure 34** : l'apparence des fraises durant le stockage

CH= chitosane ; CHG=Eth70 ;ED= eau distillée ;Ct = control ; CHD=Eth 50 .

## II.11. Discussion générale :

Notre travail porte sur l'utilisation d'extraits de *Moringa oleifera* dans un emballage comestible appliqué à des fraises. Nous nous sommes intéressés à l'évolution de divers paramètres physicochimiques et microbiologiques des fraises au cours du stockage (12 jours) à 4 °C.

Nos données pour la perte de poids montrent que la plus forte valeur est enregistrée par le témoin (10,68%) contre 5,08% pour le chitosane. L'utilisation d'extrait de *Moringa* induit une diminution de la perte de poids des fraises par rapport au témoin de 6,2 à 7,14%. Selon **Vogler and Ernest (1999)**, la perte de poids est principalement associée à la respiration et à l'évaporation de l'humidité à travers la peau. Comme le notent **Ribeiro et al., (2017)**, l'emballage comestible agit comme une barrière protectrice de la peau des fraises.

En terme de pH et d'acidité, nos résultats enregistrent une augmentation du pH pour chacun des échantillons testés quel que soit le temps de stockage. Nos données sont en accord avec les travaux de **Shahbazi (2018) et Sogvar et al (2016)**, selon **Mannozi et al,(2016)**, la raison principale de l'augmentation du pH des fruits est probablement due aux changements métaboliques et à l'action des microorganismes durant la période post-récolte. Concernant l'acidité titrable, nos résultats sont en augmentation durant le stockage alors que des diminutions sont reportées par **Garcia et al,(1998)**.

Nous avons notés une augmentation de la teneur en brix de nos échantillons durant le stockage, selon **Tanada-Palmu et Grosso (2005) et Hernandez-Munoz et al.,(2008)** Rapportent le même phénomène qu'ils attribuent à une perte considérable d'eau durant le stockage et à une solubilisation des constituants de la paroi cellulaire.

La teneur en composés phénoliques des fruits, traités ou non, diminue au cours du stockage. L'effet de l'enrobage des fraises s'est traduit par une limitation des baisses de teneur en CP. De tels changements sont rapportés par la bibliographie (**Sogvar et Saba,2016**). **Kalt (2005)** rapporte que l'évolution des CP pendant le stockage varie en fonction de l'espèce, du cultivar, de la température et du climat et des conditions Environnementales pendant la période de croissance. Il aurait été souhaitable de voir l'évolution des différentes classes de CP des fraises traitées ou non durant le stockage.

L'implication des composés phénoliques dans la manifestation d'une activité anti oxydante est connue depuis longtemps. Nous avons noté une baisse de l'activité anti

Radicalaire au cours du stockage avec une amplitude qui varie de 37-39% à 87%. Cette baisse est en accord avec les baisses de teneurs en composés phénoliques relevées. La baisse de l'activité antioxydante dans les échantillons pourrait être due à la sénescence et décroissance à la période de stockage. Ces effets traduiraient une meilleure capacité de l'enrobage à conserver les attributs de qualité des fruits, à diminuer le taux de dégradation et l'inhibition de l'activité enzymatique qui dégrade les composés antioxydant. L'activité antioxydante est strictement corrélée à la présence de capteurs d'oxygène efficaces, tels que la vitamine C et les composés phénoliques (**Tulipani et al., 2008**). Comme le soulignent **Owusu-Yaw et al. (1988)**, la baisse de teneur en acide ascorbique relevée traduirait son oxydation rapide durant le stockage. En accord avec **Sogvar et al.(2016)**,l'enrobage des fraises agit comme barrière protectrice qui contrôle la perméabilité du O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> et diminue l'auto oxydation de l'acide ascorbique (**Sogvar .B.O , Saba.K.H , Emamifar.A ,2016**).

Nos résultats microbiologiques montrent que l'extrait éthanolique s'avère plus efficace que le chitosane pour la conservation des fruits contre les contaminations étudiées. Nos Données sont en accord avec l'étude menée par **l'El Ghaouth, (1992)**. Les composés Phénoliques apportés par les extraits de *Moringa oleifera* manifesteraient une activité anti Microbienne reconnue par la littérature et mise en évidence par les travaux en cours au Laboratoire.

# *Conclusion et perspectives*

Les enrobages des fraises à base d'extraits éthanoliques ont montré une meilleur conservation pour toutes les analyses effectuées ; les fraises enrobées avec du chitosane extrait à l'eau distillée s'avèrent moins efficaces.

Les meilleurs résultats en terme de poids ont été obtenus avec un enrobage à base de chitosane.

La teneur en acide ascorbique enregistre encore une valeur élevée dans les derniers jours du stockage pour le lot d'extrait éthanolique et d'eau distillée.

A la fin de la période de conservation, nous avons constaté que le lot control apparait altéré et moisi plus que les lots expérimentaux alors que ces derniers conservent mieux la fraise (garde toujours son aspect brillant) .

Enfin, nous notons que l'application d'enrobage sur la fraise à un effet positif sur sa conservation.

Pour la continuité de cette étude, plusieurs pistes peuvent être envisagées telles que :

- ✚ Analysé la fermeté des fraises durant le stockage.
- ✚ Suivre l'intensité respiratoire des échantillons chaque jour d'analyse.
- ✚ La réalisation d'une évaluation sensorielle pour les fraises enrobées.
- ✚ Et enfin une évolution de la couleur des échantillons testés.
- ✚ Quantification des molécules de migration

*Références*  
*Bibliographiques*

**A**

**ACTIA ,(2013).** Aptitude des emballages au contact des aliments, guide pratique le reseau francais des instituts techniques de l'agro-alimentaire

**Adeyinka SM,Oyedele OJ,Adeleke TO ,Odedire JA, (2008).** Reproductive performance of rabbits fed Moringa oleifera as a replacement for Centrosema pubescens .9<sup>th</sup> World Rabbit Congress –June 10-13, 2008-Verona-Italy.

**Alhakmani, F.,Kumar,S.,& Khan,S.A.(2013).**Estimation of total phenolic content ,in-vitro antioxidant and anti-inflammatory activity of flowers of Moringa oleifera. Asian Pacific journal of journal of tropical biomedicine ,3(8),623-627.

**Allan, G.G., Fox, J.R. Kong , N., (1978) .**A critical evaluation of the potential source of chitin and chitosan .In Muzzarelli ,R.A.A.,Parisier ,E.R.(Eds),Proceedings of the First International Conference on chitin and chitosan .MIT Press ,Boston, pp 64-78.

**Anwar F., et Rashid U., (2007).** Physico-chemical characteristic of Moringa oleifera seedsand seed oil from a wild provenance of Pakistan .*Pakistan J.Bot.*39, 1443-1453.

**AOAC. (2008).** Official methods of analysis of the association of official analyticalchemicals

**Arabshahi, D.S.,Devi,D.V. et Urooj ,A.(2007).** "Evaluation of antioxidant activity of some plant ex tracts and their heat, pH and storage stability" , *Food Chemistry* , Vol.100No.3,pp.1100-1105.

**Ashfaq,M.,Basra,S.M. et Ashfaq,U.(2012) .**"Moringa :a miracle plant for agro forestry :review article», *Journal of Agriculture ,Forestry and the Social Sciences*,Vol.8 No.1,pp.115-122.

**Azad ,A.,K.,Rasul,M.,Khan,M.M.K.,Sharma,S.C.,et Islam, R .( 2015).**" Prospect of Moringa seed oil as a sustainable biodiesel fuel in Australia: A review." *Procedia Engineering*, 105,601-606.

**B**

**Berger MR,Habs N.JahnSA.Schmahl S .(1984).** Toxicological assessment of seeds from Moringa oleifera and Moringa stenopetala,two highly efficient primary coagulants for domestic water treatment et tropical raw waters .*East African Medical Journal* 61:712-716.

**Beth,D.(2005).** "Moringa Water Treatment"An ECHO Technical Note .Internet [www.echotec.org/mambo/images/DocMan/MorWaterTreat.pdf](http://www.echotec.org/mambo/images/DocMan/MorWaterTreat.pdf)(accessed on 1<sup>st</sup> March 2010)

**Bhattacharya A,Mandal S,(2004).** Pollination, pollen germination and stigma receptivity in Moringa oleifera Lamk. *Grana* 43:48-56.

**Bourgois.C.M, Mesclé. J.F et Zucca .J, (1996).**aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments tome1.pp 367.

**Brand William W.,Cuvelier M.E., et Berst C .(1995).** Use of free radical method of evaluate antioxidant activity .*Food Science and Technology.*28:25-30.

**Bukar ,A.Uba et T.I.Oyeyi, (2010).**Antimicrobial profil of *Moringa oleifera* Lam.extracts against some food-bome microorganisms ,*Bayero Journal of Pure Applied Sciences* ,(1),43-48.

### C

**Campos C.A., Gerschenson L.N., Flores S.K. (2011).**Development of edible films and coatings with antimicrobial activity, *Food Bioproc. Technol.* 4 849–875.

**Choudhary M.K ., S.H.Bodakhe, S.k.Gupta, (2013) .** Assessment of the antiulcer potential of *Moringa oleifera* root-bark extract in rats, *JAMS J.Acupunct. Meridian Stud.*6 214-220.

**Christiane Joffin et Jean-Noel Joffin,(2010)** microbiologie alimentaire , centre régional de la documentation pédagogique d'aquitaine.

**Chinma, C., Abu, J., Akoma, S., (2014).** Effect of germinated tigernut and moringa flour blends on the quality of wheat-based bread. *Food Process. Preserv.* 38, 721–727.

### D

**Daniell, S., Karin, P. S., Sixl, W., Gudrit, F. W. (2011).** Fitomedicina on the use of *Moringa oleifera* plant in India and the Philipines. *Egészségtudomány LV. Evfolyam,* 55, 57–63

**De Saint-Sauveur A.,(1991).** Le moringa est un arbre à multiple usages pour le Sahel *Physiologie des Arbres et Arbustes en zones arides et semi-arides* Ed John Libbey Eurotext,Montrouge,P 441-446.

**Dea, S.,Ghidelli, C.,Perez-Gago,M.B.,Plotto,A.(2012).**Coatings for minimally processed fruits and vegetables .In: Baldwin,E.A.,Hagenmaier,R.,Bai,J.(Eds),*Edible Coatings and Films to Improve Food Quality.* CRC Press. Boca Raton, FL, pp. 243-289.

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

**DONHOWE G. and FENNEMA O. (1994).** Edible films and coatings characteristics, formation, definitions and testing methods. In : KROCHTA J. M., BALDWIN E. A. and NISPEROS-CARRIEDO M. O. (Eds), *Edible coating and films to improve good quality,* Technomic Publishing Company, Inc., Switzerland, 1-24.  
interest.

### E

**Ghaouth, A., Arul, J., Grenier, J., & Asselin, A. (1992a).** Antifungal activity of chitosan on two post-harvest pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology,* 82, 398–402.

### 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.

**Foidl N., Makkar H.P.S et Becker K. (2001).** Potentiel De *Moringa Oleifera* En Agriculture Et dans l'industrie .Potentiel de développement des produits du *Moringa* .Dar es Salaam Tanzani.

**Fuglie L.J. (2005).** The Moringa Tree: A local solution to malnutrition Church World Service in Senegal.

**Fuglie L.J., (2002)** .Le Moringa dans la médecine traditionnelle (141-148) In :L'arbre de la vie, Les multiples usages du Moringa-Wageningen :CTA ;Dakar :CWS.-177p.

**Fuglie, L .J. (2001).** Combating malnutrition with Moringa .The miracle tree : the multiple attributes of Moringa. CTA Publication. Wageningen. the Netherlands ,117-136.

### *G*

**Garcia, M. A., Martino, M. N., & Zaritzky, N. E. (1998).** Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (*Fragaria ananassa*) quality and stability. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46, 3758e3767.

**Gassenschmidt U, Jany KD, Tauscher B, Niebergall H. (1995).** Isolation and characterization of a flocculating protein from *Moringa oleifera* Lam Biochimica Biophysica Acta 1243:477-481.

**Gennadios A ., Kurth, L.B. (1997).** Application of edible coatings on meats, poultry and sea-foods :a review. LWT-Food sci. Technol. 30,337-350.

**Goin, (1864)** . Le fraisier. sa botanique, son histoire, sa culture .original provenant de : the british Library année d'édition 16 aout 2013, première partie, description du genre et des anciennes variétés page 4.

**Guilbert. S. Cuq. B., (1998).** L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation. Chapitre No 23, titre : les films et enrobage comestible, page pp 472-516. 2<sup>e</sup> Edition.

### *H*

**Han, J.H., Ho, C.H.L., Rodrigues, E.T., (2005).** Intelligent packaging .In: Han, J.H. (Ed.), Innovations In Food packaging .Elsivier, San Diego, CA, pp.138-156.

**Handa S. S. (2008).** An overview of extraction techniques for medicinal and aromatic plants. In: "Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants". United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology Trieste Italy. 21-54.

**Hardenburg, R.E. (1967).** Wax and Related Coatings for Horticultural Products : A Bibliography, USDA/ARS Publ.No.51-55. U, S. Department of Agriculture, Washington, DC.

**Hêdji C.C. Gangbazo D.N.S.K. ,Houinato M.R et Fiogbé E.D. (2014)** .Valorisation de Asollaspp ,Moringa oleifera ,son deriz ,et de co-produits de volaille et de poisson en alimentation animale :synthèse bibliographique .*Journal of Applied Biosciences* ,81 ;7277-7289

**Hekmat, S., Morgan, K., Soltani, M., & Gough , R,(2015).**Sensory evaluation of locally-grown fruits purees and inulin fibre on probiotic yogurt in Mwanza, Tanania and the microbial analysis of probiotic yogurt fortified with Moringa oleifera. *Journal of Health, Population and Nutrition*,33, 60-67.

**Hyun Jin Parck ,Young Jae Byun,Young Teck Kim , W.Scott Whiteside et Ho Jae Bae (2014).**Graduate School of Biotechnology, Korea University , **Seoul Korea** .Department of Packaging Science, Clemson University ,Clemson ,SC,USA.chap 10 processus and application for edible coating and film materials from agropolymers page 258-272 livre .inovation in food packaging second edition .

**He, Y.-f., Ren, A.-x., Liao, W.-q., (2010).** Study on the Moringa Oleifera Yogurt. Storage Process 5, 019, <[http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTOTAL-BXJG201005019.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-BXJG201005019.htm)>.

### *I*

**Ijarotimi .O.S , O.Adeoti,O.Ariyo,( 2013).** Comparative study on nutriment composition, phytochemical, and functional characteristic of raw, germinated, and fermented Moringa oleifera seed flour , *Food Sci .Nutr.*1(2013) 452-463.

### *J*

**Jong-Whan Rhim et Young-Teck Kim, (2014).** Department of Food Engineering, Mokpo National University, Dorimri, Muangun, Jeonnam, South Korea. Department of Wood Science and Forest Products, Virginia Polytech University, Blacksbourg, Virginia, USA chap.17biopolymers –based composite packaging materials with nanoparticles . page 414-435 livre innovations in food packaging second edition

**Jung. I.L, (2014).** Soluble extract from Moringa oleifera leaves with a new anticancer activity .*PLOS ONE* 91-10.

### *K*

**Kakengi A.M.V., Kaijage .JT., Sarwatt S.V., Mutayoba S.K., Shem M.N. et Fujihara T.,(2007).**Effect of moringa oleiferaleaf meal as substitue for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania. *Bone*, 1(9.4), 446 .

**Karel M et Heidelbaugh ND ,1975.** effects of packaging and Nutrients in Nutritional Evalaution of Food Processing (2<sup>nd</sup> edn) AVI Publishing Co. Westport, Connecticut.

**Kenneth Marsh Ph.D. Betty Bugusu Ph.D. (2007).** Food packaging-Roles, Materials, and Environmental issues .Journal of food science pp 39-55.

**Kher R, Baba JA, Bakshi P (2010).** Influence of planting time and mulching material on growth and fruit yield of strawberry cv. Chandler. Indian J Hortic 67: 441–444.

**Konero A. ,Satyanarayana S.,Mukkanti K.,Khan K.A.(2011).**In vitro Antioxydant activity of Itrifal Kishneezi : A Unani Formulation .American Journal of Drug Discovery and Development .1,121-128.

**Kuikman, M., O'Connor, C.P., (2015).** Sensory evaluation of Moringaprobiotic yogurt containing banana, sweet potato or avocado. J.Food Res. 4, 165–171.

### *ℒ*

**Labadie J.C ;Dousset.X ; Hebraud ,(1998).**les principales flores d'altération des aliments. In. Joseph-Pierre Guiraud et Jean-Philippe Rosec. (Eds) pratique des normes en microbiologie alimentaire , partie 3 pp 224-228.

**Lalas, S. & Tsaknis, J. (2002).** Extraction and identification of natural antioxidant from the seeds of the *Moringa oleifera* tree variety of Malawi. *Journal of American Oil Chemists Society*, 79, 677–683.

**Laleye ,O.A .F, Ahissou, H, Olounlade, A,P ,Azando ,E .V .B ,et Laleye ,A .(2015).** "Etude bibliographique de trois antidiabétiques de la flore béninoise :khaya senegalensis(Desr)A.juss (Meliaceae),Momordica charantia linn (Cucurbitaceae)et Moringa oleifera Lam (Moringaceae)" *international journal of biological and chemical sciences* ,9(5)2682-2700.

**Lapornik,B., Prosek,M.,et Golc Wondra, A. ( 2005).** Comparaison of etracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time .*Journal of Food Engineering*.71(2),214-222.

**LAROUSSILHE (de) F. (1980).** René Coste (XXIX) (Ed), Le manguier : techniques agricoles et productions tropicales. G-P Maisonneuve & Larose, Paris (Ve), 195-222.

**Leraillez , P. (1962)** .La conservation industrielle des fruits .J.Baillièrre et Fils .112,148,154 et 162,paris.

**Lopez-Rubino A, Almenar E, Hermenandez –Munoz P, Lagaron JM Catala R, Gavara R.(2004).**Overview of active polymer based packaging technologies for food application .Food Rev Int 20(4) :357-87.

### *ℳ*

**Makkar ,H.,& Becker , K.(1997).**Nutrients and and antiquality in different morphologicalparts of the *Moringa oleifera* tree .The journal of Agricultural Science.128 (03).311-322.

**Makkar H.P.S et Becker K ,( 1996)** .Nutritinal Value and Whole and ethanol antinutritional components of extracted *Moringa oleifera* leaves .Animal Feed Science Technology ,63:211-228.

- Maria Berna Perez-Gago et Jon-Whan Rhim ,(2014).**Departement of Postharvest , Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias-Fundacion AGROALIMED ,Moncada, Spain  
Departement of food Engineering, Mokpo National University, Jeonnam, South Korea .chap 13.edible coating and film materials :lipid bi-layers and lipid emulsions page 325-345.livre innovations in food packaging second edition
- Marsh K,Bugusu B, (2007).**Food packaging –roles, materials, and environmental issues.J Food Sci,72R39-R55.
- Marsh,K.,et Bugusu, B. (2016).**Food Packaging and its Environmental Impact. *Food Technology*, 46-50.
- Mass JL. (1981).** Postharvest diseases of strawberry. In: Childers NF, editor. Thestrawberry-cultivars to marketing. Gainesville, Fla. : Horticultural Publications. p 329–53.
- Mau . J-L . , Tsai, S.-Y Tseng , Y-H.,et Huang ,S.-J.(2005).**Antioxydant proprieties of méthanolic extracts from *Ganoderma tsuge* .Food Chemistry 93(4) 641-649.
- Mbikay . M, (2012).** Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia :a review, *Front. Pharmacol.* 3 1-12
- Mbora A.,Mundia G. et Muasya S., ( 2004).** Combating nutrition with *Moringa Oleifera* – Nairobi :World Agroforestry Centre.
- Melvin A Pascall,Shin-Jie .Lin (2014).** Incorporation of vitamin E into chitosan and its effect on the film forming solution (viscosity and drying rate) and the solubility and thermal properties of the dried film .*Food Hydrocolloids* vol.35 pp.78-84.
- Melesse ,A., Steingass,H., Shollenberger, M., et Rodehutschord, M .(2012).**Effects of elevation and season of nutrient composition of leaves and green pods of *Moringa stenopetala* and *Moringa oleifera* "*Agroforestry Systems*" ,86(3),505-518
- Melvin A Pascall,Shin-Jie .Lin, (2013).** The Application of Edible Polymeric Films and Coatings in the Food Industry **Food Processing & Technology** : 2157-7110.
- Michel Fontaine (2016).** L’emballage, ce bel inconnu page 193
- Morimitsu,Y.,Hayashi, K.,Nakagawa,Y.,Fujii ,H .,Horio ,F., Uchida,K.,and Osawa,T.(2000) .**"Antiplatelet and anticancer isothiocyanates in Japanese domestic horseradish, wasabi ." *Mechanisms of ageing and development*, 116(2),125-134.
- Morton,J.F.(1991).**The Horseradish tree, *Moringa Pterigosperma* (Moringaceae)-a boon to arid lands. *Economic. Botany.*45, 318-333.
- Mannozi, C. J. Cecchini, U. Tylewicz, L. Siroli, F. Patrignani, R. Lanciotti, P. Rocculi,M. Dalla Rosa, S. Romani (2016),** *LWT Food Sci. Technol.* 85 440–444.

**Ndong M., Wade S., Dossou N., Guiro A.T .et Gning R.D.(2007)** .Valeur nutritionnelle du *Moringa oleifera* .études de la biodiversité du fer .effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles .*African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development* .7(3) :1-17.

**Nisperos-Carriedo, M.(1994)**. Edible Coating and Film Based on Polysaccharides .In: Krochta, J., Baldwin, E., Nispero-Carriedo, M.(Eds) Edible Coating and Films to Improve Food Quality .Technomic publishing Comprany.

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

## O

**Ogunsina, B., Radha, C., Indrani, D., (2010)**. Quality characteristics of bread and cookies enriched with debittered *Moringa oleifera* seed flour. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 62, 185–194.

**Olagebemide P.T.,P.C. Alikwe, (2014)** . Proximate analysis and chemical composition of raw and defatted *Moringa oleifera* kernel, *Adv.Life Sci .Technol.*24 .92-99.

**Olsen A.(1987)** .Low technology water purification by bentonite clay and *Moringa oleifera* seed flocculation as performed in Sudanese villages. Effects on *Schistosoma mansoni* cercariae .*Water Research* 21 (5):517-522.

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

**Olugbemi T.S ., Mutayoba S.K et Lekule F.P.,(2010)** .Effect of *Moringa* (*Moringa oleifera*) Inclusion in Cassava Diets Fed Broiler Chickens .*International Journal of Poultry Science*9(4):363-367.

**Oomah.B.D.Corb .A.,ET Balasubramanian.P(2010)**.Antioxidant and anti-inflammatory activities of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Hulls .*Journal of Agricultural and Food Chemistry*,58(14).8225-8230.

**OWUSU,I.ODURO .D. et W.O.ELLIS, (2011)**.Devopement of crackers from cassava and sweet potato flours using *Moringa oleifera* and *Ipomea batatas* as fortificant. *American Journal of Food and Nutrition*.Vol1,114-122.

**Owusu-Yaw, J., Marshall, M.R., Koburger, J.A., Wei, C.I., (1988)**. Low pH inactivation of pectinesterase in single strength orange juice. *J. Food Sci.* 53, 504–507.

**Ozdemir ,M., Floros,G.D.,(2004 )**.Active food packaging technology. *Crit. Rev. Food Sci.Nutr.*44,185-193.

## P

**Palada M.C.,et Chang L.C.(2003).**Suggested Cultural Practices for Moringa .*international cooperators guide*.AVRCD.5p

**Pamo E.T.,Niba A.T. ,Fonteh F.A.Tedonkeng F.,Kana J.R.,Boukila B.etTsachoung J.(2005).** "Effet de la supplémentation au moringa oleifera ou au blocs multinutritionnels sur l'évolution du poids post partum et la croissance pré-sevrage des cobayes (*Cavia pocellus L.*)."*LivestockResearchforRuralDevelopment* ,17(4),9

**Park , H. J. , C hinan, M.S., Shewfelt, R.L. et al (1994a )** .Edible corn-zein film coatings to extend storage life of tomatoes . *J. Food Process .Preserv.* 18,317-331.

**Pierre feillet ,2012.**nos aliment sont-ils dangereux ? chapitre demain comment mangerons nous **page 212-213** .

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

**Pothet JP , (2003).** Emballage et conditionnement-marketing-technique Mise en œuvre – Qualité Réglementation .Collection les Référentiels Dunod , paris ;420.

**Price M.L . (2007).** Le moringa .*Note technique* –ECHO (revue en 2000, en 2002 et en 2007).22p.

### *Q*

**Québec Amérique ,(1996)** .l'encyclopédie visuelle des aliments, partie fruits page 190-191.

### *R*

**Rajangam ,J., Aahakia Manavalan, R.,T.,Vijayakumar, A ., & Muthukrishan ,N.(2002).**production et utilisation du moringa en inde du sud :la situation actuelle .

**Ramachandran C ,Peter KV ,et Gopalakrishnan PK,(1980).** Drumstick (*Moringa oleifera* ) :a multipurpose Indian ve getable. *EconBot*,34 :276-283.

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

**Rhim, J.w., et Shellhammer, T.H., (2005).** Lipid-based and coatings .In Han J.H. (Ed), *Innovations in Food Packaging Elsevier* ,London ,pp.362-383.

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

**Robertson,G,L.,(2006).** *Food Packaging Principals and Practice*, second ed .CRC Press, Boca Raton,FL.

**Rockwood .J.L ,B.G.Anderson,D.A.Casamatta, (2013)** . Potential uses of *Moringa oleifera* and an examination of antibiotic efficacy conferred by *M.oleifera* seed and leaf extracts using

crude extraction techniques available to underserved indigenous populations ,Int. J. Phytotherapy Res.3 .61-71.

**Rojas-Grau, M. A., Soliva-Fortuny, R., Martin-Belloso, O., (2009).** Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. Trends Food Sci. Technol. 20, 438-447.

**Ribéreau-Gayon P. (1968 )**. Notion générale sur les composés phénoliques .In «Les composés phénoliques des végétaux ».Ed. Dunod .1-40.

**Rada-Mendoza et al., (2004).** 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.

**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

**Saini ,R.K .,Sivanesan ,I., et Keum ,Y.-S. ( 2016).** Phytochemicals of *Moringa oleifera* : a review of their nutritional, therapeutic and industrial significance. 3 Biotech, 6(2), 203.

**Saini, R., Saad, K., Ravishankar .G., Giridhar ,P., et Shetty,N .(2013).** "Genetic diversity of commercially grown *Moringa oleifera* Lam. cultivars from India by RAPD, ISSR and cytochrome P450-based markers." *Plant systematics and evolution*, 299(7), 1205-1213.

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

**Saint Sauveur D. A. (2001).** L'exploitation du Moringa dans le monde : état des connaissances et défis à relever. Bilan Moringa 2001. Potentiel de développement des produits du Moringa 29 octobre – 2 novembre 2001, Dar es Salaam, Tanzanie. 12p.

**Salem, A.S., Salama, W.M., Hassanein, A., El Ghandour, H., (2013).** Enhancement of nutritional and biological values of Labneh by adding dry leaves of *Moringa oleifera* as innovative dairy products. World Appl. Sci. J. 22, 1594–1602.

**Salem, H.B., et Makkar , H.(2009).** "Defatted *Moringa oleifera* seed meal as a feed additive for sheep. " *Animal feed science and technology*, 150(1), 27-33.

**Sanchez –Machado DI ,Lopez-Cervantes J, Vazquez NJR. (2006).** High –performance liquid chromatography method to measure  $\alpha$  and  $\gamma$  -tocopherol in leaves ,flowers and fresh beans from *Moringa oleifera* .J Chromatogr A.1105 :111-114.

**Seung Ju Lee and A.T.M Mijanur Rahman ,(2014).** Department of Food Science and Biotechnology Dongguk University, Seoul, Seoul, Korea cahp 8 intelligent packaging for food products . p.171-202 titre du livre innovations in food packaging second edition .

**Siddhuraju P., et Becker K., (2003).** Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agro climatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera lam.*)leaves. *Journal of Agrochemical and Food Chemistry* .51(8) :2144-2155.

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

**Salunkhe D. K, Bolin H. R. et Reddy N. R. (1991).** Postharvest physiology. In : SALUNKHE D. K.(Ed), *Storage, Processing and Nutritional Quality of Fruits and Vegetables, Vol. 1 : Fresh Fruits and Vegetables*, CRC Press, Inc., N. W., Boca Raton, Florida, 45-63.

**Siracusa Valentina (2012).** Food Packaging Permeability Behaviour. Department of Industrial and Mechanical Engineering,Engineering Faculty , University of Catania Viale A.Doria 6,95125 Catania.Italy .*Internationnal Journal of Polymer Science* pp 11.

**Soroka (2002) .** Fundamentals of Packaging Technology, Institute of Packaging Professionals.

**Sreelatha S., et Padm R.( 2009).**Antioxidant activity and total phenolic contend *moringa oleifera* leaves in two stages of maturity .In *Plant foods human nutrition*.64 :303-311 .

**Sungupta,A. et Gupta,M.P.(1970).**Studies on seed fat composition of Moringaceae family .*fette Seifen Antrich*.72,6-10  
**Fugli L.J, (2001).**Le Moringa :une arme la lutte contre la malnutrition .

**Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonič, M., & Knez, Ž. (2005).**

Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food chemistry*, 89(2), 191-198.

**Sogvar Ommol Banin , Mahmoud Koushesh Saba, Aryou Emamifar (2016).** Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology* 114 (2016) 29–35.

**Sengev, A., Abu, J., Gernah, D., (2013).** Effect of *Moringa oleifera* leaf powder supplementation on some quality characteristics of wheat bread. *Food Nutr. Sci.* 4, 270–275.

### T

**Tchiegang C. et Aissatou K., (2004).**Données ethno nutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua(Cameroun).*tropicultura*,22(1) :11-18

**Tendonkeng F.,Boukila B.,Beguidé A. et Pama T.E., (2008).** Essai de substitution du tourteau de soja par la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans la ration finition des poulets de chair(16).In : Conférence internationale sur le renforcement de la compétitivité en Aviculture semi-industrielle en Afrique (CIASA) ;5-9 Mai 2008 ,Dakar (Sénégal).

**TETE.A.–BENISSAN,M.L.QUASHIE,KLAWSON-EVIL,K.KOKOU et M.GREASSOR ,(2012).** Récupération nutritionnelle chez les sujets malnutris VIH négatifs après utilisation de feuilles de *Moringa oleifera* Lam.*Journal of Animal and Plants Sciences* 15,2184-2199

**Truscott, J. H. L (1961).**The Cooling of Harvested Strawberry Fruit .Hort .Research Institute of Ontario, Canada .Vineland Station 68.

**Truscott, J.H.L (1959).** Demonstration of Pre-Cooled Strawberries .Hort. Research Institute of Ontario, Canada, Vineland Station.

**Tsaknis JS,Lalas S,Gergi V,Spiliotis V. (1999).**Characterization of Moringa oleifera variety. Mbololo seed oil of Kenya .Journal of Agricultural and Food Chemistry 47:4495-4499.

**Twede, D.,Selke, S., (2005).** Carton ,Crates, and Corrugated Board , DEStech Publication ,Lancaster ,PA.

ν

**Vongsak B.,Sithisarn P.,et Gritsanapan W. (2013).** Bioactive contents and free radical scavenging activity of *Moringa oleifera* leaf extract under different storage conditions. *Industrial Crops and Products* .49 :419-421.

**Vargas M., Pastor C., Chiralt A., McClements J., González Martínez C. (2008),** Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits, *Crit. Rev. Food Sci. Nutrit.* 48 496–511.

**Velickova. E , Winkelhausen .E, Kuzmanova .S, Alves.V.D, Moldão-Martins .M, (2013).** Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv Camarosa) under commercial storage conditions. *LWT - Food Science and Technology* , 52 , 80-92.

ω

**Wang L,Kerry JP,(2009).** edible/biodegradable packaging for food .new food. Russell published limited;

γ

**Yachuan Zhang,Curtis Rempel,et Derek McLaren,(2014).** Manitoba Starch Products ,Carberry, Canada.Canola Council of Canada, Winnipeg, Canada and Dept, of Food Science, University of Manitoba ,Winnipeg ,Canada. Manitoba Starch Products, Carberry, Canada. chap12 :edible coating and film materials page 305-321 livre innovation in food packaging second edition .

**Yasser Shahbazi (2018)** .Application of carboxymethyl cellulose and chitosan coatings containing *Mentha spicata* essential oil in fresh strawberries. *International Journal of Biological Macromolecules* 112 .264–272

**Young Teck Kim,Byungjin Min,et Kyung Won Kim ( 2014).**Department of Sustainable Biomaterials ,Packaging Systems et Design, Virginia Tech,Blacksburg VA,USA Department of Food and Nutritional Sciences, Tuskegee University,Tuskegee , AL,USA Food packaging

Consultation ,Blacksburg ,VA ,USA. Chapitre 2 titre: general characteristics of packaging materials for food system p:13-33 titre du livre :innovation in food packaging (second edition by jung H. Han.

### Sites

#### **Anonyme 1:**

<https://www.maghrebemergent.info/actualite/breves/fil-maghreb/71715-algerie-une-production-de-14-000-tonnes-de-fraise-attendue-a-jijel.html> **.Date de consultation mai 2018.**

#### **Anonyme 2:**

[https://www.google.dz/search?q=emballage+actif+des+saucisses&tbs=isch&tbs=rimg:Ce8yoint2FXyIjgOOyPE8uR9X6vy3k3AP7y0QqeqF5UgrGzE-hyNfODWEC-1kjlwGm8bdBAYiJGIK0kl964sG0qhIeCoSCQ47I8Ty5H1fEYyScAFyrWIHKhIJq\\_1LeTcA\\_1vLQReNGblxWguXUqEglCp6oXlSCsbBG5xfhSVvJqDyoSCcT6HI184NYQER0-EdTznv3KhIJL7WSPAabxt0RKjvtMk1pxr8qEgkEBiIkYgrSSRH5iNxajx\\_1d6SoSCX3riwbSqEh4EbgYRAdT47B7&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKEwi5t4vc4fbaAhVF6RQKHfnBC\\_EQ9C96BAgBEBg&biw=1366&bih=637&dpr=1#imgrc=qWSbE2KDvTnszM](https://www.google.dz/search?q=emballage+actif+des+saucisses&tbs=isch&tbs=rimg:Ce8yoint2FXyIjgOOyPE8uR9X6vy3k3AP7y0QqeqF5UgrGzE-hyNfODWEC-1kjlwGm8bdBAYiJGIK0kl964sG0qhIeCoSCQ47I8Ty5H1fEYyScAFyrWIHKhIJq_1LeTcA_1vLQReNGblxWguXUqEglCp6oXlSCsbBG5xfhSVvJqDyoSCcT6HI184NYQER0-EdTznv3KhIJL7WSPAabxt0RKjvtMk1pxr8qEgkEBiIkYgrSSRH5iNxajx_1d6SoSCX3riwbSqEh4EbgYRAdT47B7&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKEwi5t4vc4fbaAhVF6RQKHfnBC_EQ9C96BAgBEBg&biw=1366&bih=637&dpr=1#imgrc=qWSbE2KDvTnszM) **. Date de consultation mai 2018.**

#### **Anonyme 3 :**

[https://www.google.dz/search?q=emballage+intelligent&tbs=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwj9Pyt4fbaAhUCQBQKHa0fB-gQsAQISA&biw=1366&bih=637#imgrc=LSx98ETqu\\_WuwM](https://www.google.dz/search?q=emballage+intelligent&tbs=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwj9Pyt4fbaAhUCQBQKHa0fB-gQsAQISA&biw=1366&bih=637#imgrc=LSx98ETqu_WuwM) **. Date de consultation Mai 2018.**

**Anonyme4.**[https://www.google.dz/search?q=image+enrobage+des+fruits+avec+chitosan&tbs=isch&tbs=rimg:CZpJH\\_1T4AqsNIjibAAB9te313np01WjbIA0\\_1LdxjS-r4uhyUSmCFTWeVgplkfgQO6KZC0U\\_1ha0tFnp1Zh4Wk\\_1UspSoSCZsAAH217fXeEUn3RVqS933\\_1KhIJenTVaNsGDT8R7BdPZX4g9kqEgkt3GNL6vi6HBEUNZvZ\\_1Nu4sCoSCZRKYIVNZ5WCEXkzsUWq7x7KhIJnWRBD47opkRqqaAihNoFCIqEgkLRTFrS0WehENN RzKjzPkIyoSCXVmHhaT9SylEQEOJZJIjams&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKEwjN8YDgpJ7bAhUEMJokHYsUAwQ9C96BAgBEBg&biw=1366&bih=637&dpr=1#imgrc=EqY2hW5qNR1-VM](https://www.google.dz/search?q=image+enrobage+des+fruits+avec+chitosan&tbs=isch&tbs=rimg:CZpJH_1T4AqsNIjibAAB9te313np01WjbIA0_1LdxjS-r4uhyUSmCFTWeVgplkfgQO6KZC0U_1ha0tFnp1Zh4Wk_1UspSoSCZsAAH217fXeEUn3RVqS933_1KhIJenTVaNsGDT8R7BdPZX4g9kqEgkt3GNL6vi6HBEUNZvZ_1Nu4sCoSCZRKYIVNZ5WCEXkzsUWq7x7KhIJnWRBD47opkRqqaAihNoFCIqEgkLRTFrS0WehENN RzKjzPkIyoSCXVmHhaT9SylEQEOJZJIjams&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKEwjN8YDgpJ7bAhUEMJokHYsUAwQ9C96BAgBEBg&biw=1366&bih=637&dpr=1#imgrc=EqY2hW5qNR1-VM) **. Date de consultation mai 2018.**

**Anonyme 5 :** <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/fraise.htm> **: date de consultation 19/avril/2018.à 19h.**

## *Références Bibliographiques*

---

# *Annexes*

## Annexe I

Tableau VI : Préparation des solutions

<b>Solutions</b>	<b>Réactifs</b>
Solution NaOH (0.1 N)	1,125g dans 300 ml d'eau distillée
Ethanol 70%	100ml ethanol pure +4,8ml ED
Ethanol 50%	100ml ethanol pure +107,44 ml ED
Acétone 70%	70ml d'acétone ajusté jusqu'à 100ml avec l'eau distillée
Solution de folin siocalteu 10%	10 ml du folin-ciocalteu ajusté à 100 ml d'eau distillée
Solution DPPH 65µM/L	0.0024g ajusté jusqu'à 100ml avec le méthanol pure
DCPI	1,5mg DCPI dans 100ml d'eau distillée
Réactif de la phénolphtaléine (PP)	0.5 g de phénolphtaléine dans 50 ml de l'eau distillée et 50 ml l'éthanol absolu
Solution de carbonate de sodium (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) 75g/l	7.5g de carbonate de sodium ajusté à 100 ml d'eau distillée
Eau physiologique	9g NaCl dissoute dans 1000 ml d'eau distillée
Acide oxalique à 3%	6g d'acide oxalique ajuster à 200ml avec l'ED

## Annexe II

### Composition des milieux de cultures g/l

- Gélose nutritive standard plate count agar (PCA)

Poudre de PCA ..... 11,75g

L'eau distillée ..... 500 ml

pH =7

Le mélange est mit dans des flacons stériles puis autoclave à 120 °C pendant 15 min

- Gelose nutritive agar, glucosée à l'oxytetracycline (OGA)

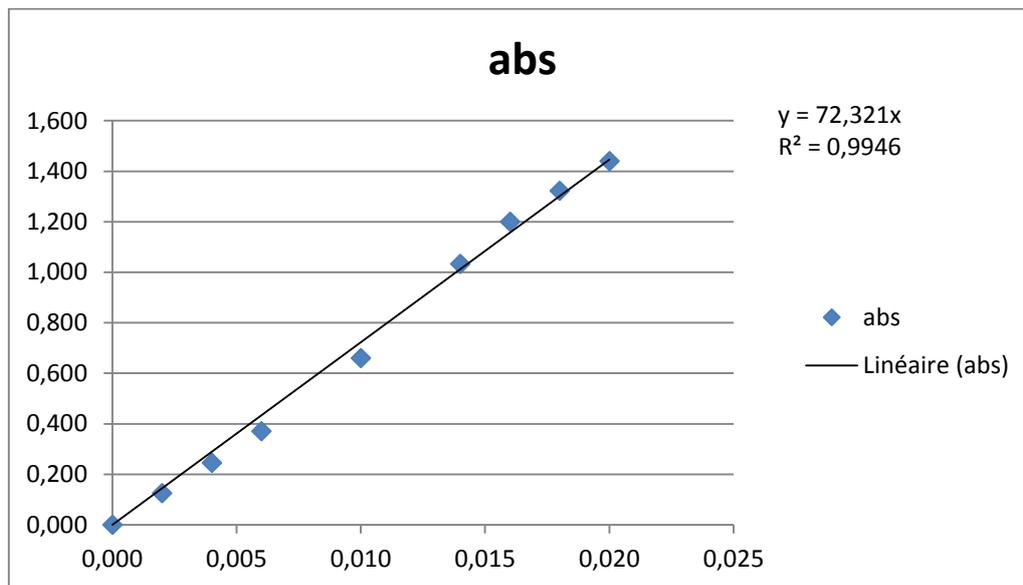
Poudre de OGA ..... 15g

L'eau distillée ..... 500ml

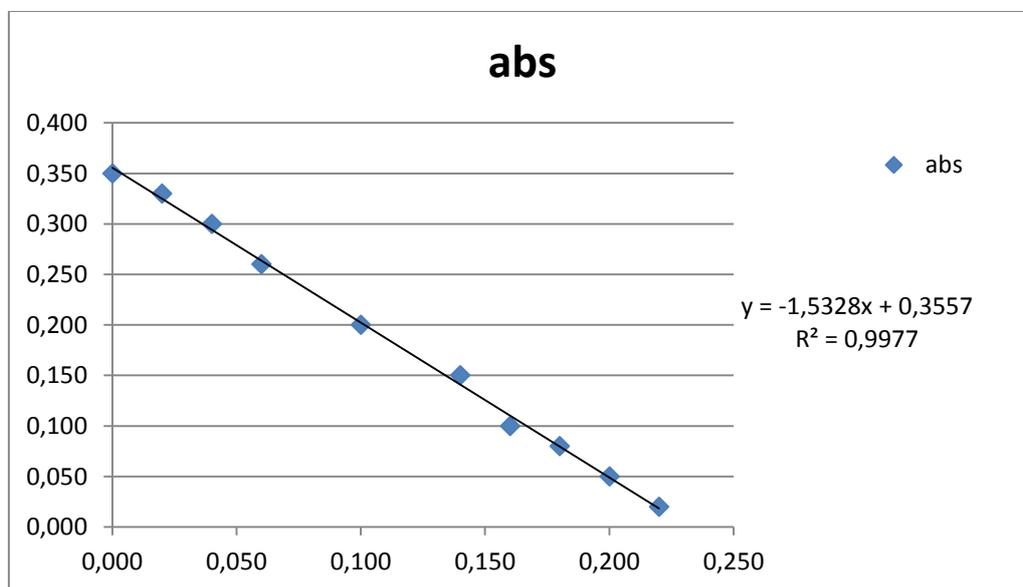
pH =6,5

le mélange est mit dans des flacons stériles puis autoclave à 120°C pendant 15 min

## Annexe III



**Figure 22 : courbe d'étalonnage de dosages des phénols totaux solubles (gamme étalon de l'acide gallique).**



**Figure 23 : courbe d'étalonnage de dosages de l'acide ascorbique**



**Résultats des analyses statistiques du DPPH par le logiciel STATISTICA**

Univariate Tests of Significance for DPPH (Spreadsheet1)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	295620,0	1	295620,0	959841,8	0,00
echantillon	16571,1	4	4142,8	13451,1	0,00
jours	23260,4	4	5815,1	18880,9	0,00
echantillon*jours	4579,2	16	286,2	929,3	0,00
Error	15,4	50	0,3		

LSD test; variable DPPH (Spreadsheet1)																							
Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search)																							
Error: Between MS = ,30799, df = 50,000																							
Cell No.	echantillon	jours	DPPH Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	CT	j12	9,41176	****																			
25	CH	j12	17,64706		****																		
4	CT	j9	20,39072			****																	
24	CH	j9	33,33333				****																
3	CT	j6	39,24466					****															
10	ETH50	j12	43,92157						****														
19	ED	j9	48,35165							****													
23	CH	j6	49,75369								****												
18	ED	j6	55,00821									****											
9	ETH50	j9	55,06716										****										
2	CT	j3	60,89744											****									
8	ETH50	j6	69,12972												****								
20	ED	j12	69,93464													****							
15	ETH70	j12	69,93464														****						
1	CT	j1	72,62357															****					
14	ETH70	j9	75,57998																****				
22	CH	j3	76,15385																	****			
17	ED	j3	80,25641																		****		
13	ETH70	j6	81,93760																			****	
21	CH	j1	84,66413																				****
7	ETH50	j3	87,56410																				****
16	ED	j1	87,70596																				****
6	ETH50	j1	91,50824																				****
12	ETH70	j3	93,58974																				****
11	ETH70	j1	95,94423																				****

**Résultats des analyses statistiques Des polyphénols totaux par le logiciel STATISTICA**

Univariate Tests of Significance for P,TOTAUX (Spreadsheet1)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	89,90686	1	89,90686	49297,50	0,00
echantillon	38,32019	4	9,58005	5252,91	0,00
jours	23,78132	4	5,94533	3259,93	0,00
echantillon*jours	6,88982	16	0,43061	236,11	0,00
Error	0,09119	50	0,00182		

		LSD test; variable P,TOTAUX (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = ,00182, df = 50,000															
Cell No.	echantillon	jours	P,TOTAUX Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10	ETH50	j12	0,041445	****													
25	CH	j12	0,041445	****													
4	CT	j9	0,049944	****													
5	CT	j12	0,049944	****													
24	CH	j9	0,078276	****													
3	CT	j6	0,101547	****													
19	ED	j9	0,185838		****												
20	ED	j12	0,185838		****												
23	CH	j6	0,259330			****											
2	CT	j3	0,336025				****										
22	CH	j3	0,493633					****									
15	ETH70	j12	0,818020						****								
18	ED	j6	0,883837						****								
1	CT	j1	1,134064							****							
21	CH	j1	1,166328							****							
9	ETH50	j9	1,490300								****						
17	ED	j3	1,511548								****						
16	ED	j1	1,851929									****					
8	ETH50	j6	1,981582										****				
14	ETH70	j9	2,132990											****			
7	ETH50	j3	2,208487												****		
6	ETH50	j1	2,364458													****	
13	ETH70	j6	2,398473													****	
12	ETH70	j3	2,774298														****
11	ETH70	j1	2,832372														****

### Résultats des analyses statistiques de l'acide ascorbique par le logiciel STATISTICA

		Univariate Tests of Significance for vit C (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	9716,657	1	9716,657	2865631	0,00	
echantillon	71,453	4	17,863	5268	0,00	
jours	1424,354	4	356,088	105017	0,00	
echantillon*jours	76,044	16	4,753	1402	0,00	
Error	0,170	50	0,003			

LSD test; variable vit C (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = .05000 (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = .00339, df = 50,000																									
Cell No.	echantillon	jours	vit C Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
5	CT	j12	2,51501	****																					
25	CH	j12	2,98473		****																				
20	ED	j12	4,30585			****																			
10	ETH50	j12	8,47469				****																		
4	CT	j9	8,58233					****																	
24	CH	j9	9,19450						****																
19	ED	j9	9,20864							****															
15	ETH70	j12	9,45329								****														
3	CT	j6	9,76644									****													
23	CH	j6	10,01870										****												
18	ED	j6	10,60804											****											
9	ETH50	j9	10,74504												****										
8	ETH50	j6	10,95979													****									
14	ETH70	j9	11,10712														****								
13	ETH70	j6	11,33220															****							
2	CT	j3	11,33438																****						
22	CH	j3	11,60404																	****					
7	ETH50	j3	12,39562																		****				
17	ED	j3	12,55219																			****			
12	ETH70	j3	12,74356																				****		
1	CT	j1	18,82829																					****	
6	ETH50	j1	18,89679																					****	****
21	CH	j1	18,92615																					****	****
11	ETH70	j1	18,96529																					****	****
16	ED	j1	19,05337																						****

## Résultats des analyses statistiques de la matière sèche par le logiciel STATISTICA

Univariate Tests of Significance for M,seche (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
<b>Intercept</b>	<b>5118,827</b>	<b>1</b>	<b>5118,827</b>	<b>12526,57</b>	<b>0,000000</b>
echantillon	35,970	4	8,993	22,01	0,000000
jours	219,277	4	54,819	134,15	0,000000
echantillon*jours	29,476	16	1,842	4,51	0,000021
Error	20,432	50	0,409		

		LSD test; variable M,seche (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = ,40864, df = 50,000												
Cell No.	echantillon	jours	M,seche Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	CT	j12	5,50349	****										
15	ETH70	j12	5,87012	****	****									
10	ETH50	j12	6,00382	****	****	****								
25	CH	j12	6,17310	****	****	****								
20	ED	j12	6,20525	****	****	****								
4	CT	j9	6,68964		****	****	****							
14	ETH70	j9	7,04019			****	****	****						
13	ETH70	j6	7,27560				****	****	****					
24	CH	j9	7,38008				****	****	****					
3	CT	j6	7,54502				****	****	****	****				
9	ETH50	j9	7,59789				****	****	****	****				
23	CH	j6	7,60091				****	****	****	****				
12	ETH70	j3	7,65438				****	****	****	****				
8	ETH50	j6	7,86143					****	****	****	****			
19	ED	j9	7,94340					****	****	****	****			
2	CT	j3	8,21596						****	****	****			
22	CH	j3	8,44380							****	****			
11	ETH70	j1	8,75550								****			
18	ED	j6	8,81087								****			
21	CH	j1	10,09754									****		
17	ED	j3	10,91279									****	****	
7	ETH50	j3	11,05976									****	****	
1	CT	j1	11,68383										****	****
16	ED	j1	11,89664										****	****
6	ETH50	j1	12,31446											****

### Résultats des analyses statistiques de la teneur en eau par le logiciel STATISTICA

		Univariate Tests of Significance for T,en eau (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
<b>Intercept</b>	<b>631197,6</b>	<b>1</b>	<b>631197,6</b>	<b>1544639</b>	<b>0,000000</b>	
echantillon	36,0	4	9,0	22	0,000000	
jours	219,3	4	54,8	134	0,000000	
echantillon*jours	29,5	16	1,8	5	0,000021	
Error	20,4	50	0,4			

LSD test; variable T,en eau (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = ,40864, df = 50,000														
Cell No.	echantillon	jours	T,en eau Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	ETH50	j1	87,68554	****										
16	ED	j1	88,10336	****	****									
1	CT	j1	88,31617	****	****									
7	ETH50	j3	88,94024		****	****								
17	ED	j3	89,08721		****	****								
21	CH	j1	89,90246			****								
18	ED	j6	91,18913				****							
11	ETH70	j1	91,24450				****							
22	CH	j3	91,55620				****	****						
2	CT	j3	91,78404				****	****	****					
19	ED	j9	92,05660				****	****	****	****				
8	ETH50	j6	92,13857				****	****	****	****				
12	ETH70	j3	92,34562					****	****	****	****			
23	CH	j6	92,39909					****	****	****	****			
9	ETH50	j9	92,40211					****	****	****	****			
3	CT	j6	92,45498					****	****	****	****			
24	CH	j9	92,61992						****	****	****			
13	ETH70	j6	92,72440						****	****	****			
14	ETH70	j9	92,95981							****	****	****		
4	CT	j9	93,31036								****	****	****	
20	ED	j12	93,79475									****	****	****
25	CH	j12	93,82690									****	****	****
10	ETH50	j12	93,99618									****	****	****
15	ETH70	j12	94,12988										****	****
5	CT	j12	94,49651											****

### Résultats des analyses statistiques du pH par le logiciel STATISTICA

Univariate Tests of Significance for ph (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
<b>Intercept</b>	<b>1032,233</b>	<b>1</b>	<b>1032,233</b>	<b>7516262</b>	<b>0,00</b>
echantillon	0,073	4	0,018	132	0,00
jours	0,918	4	0,229	1670	0,00
echantillon*jours	0,101	16	0,006	46	0,00
Error	0,007	50	0,000		

		LSD test: variable ph (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = ,00014, df = 50,000																		
Cell No.	echantillon	jours	ph Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	CT	j1	3,540000	****																
22	CH	j3	3,553333	****	****															
21	CH	j1	3,563333		****															
2	CT	j3	3,566667		****															
16	ED	j1	3,586667			****														
23	CH	j6	3,600000			****	****													
6	ETH50	j1	3,606667				****	****												
11	ETH70	j1	3,620000					****												
7	ETH50	j3	3,623333					****	****											
12	ETH70	j3	3,640000						****	****										
8	ETH50	j6	3,653333							****										
13	ETH70	j6	3,653333							****										
24	CH	j9	3,703333								****									
14	ETH70	j9	3,726667									****								
17	ED	j3	3,736667									****	****							
18	ED	j6	3,753333										****	****						
3	CT	j6	3,756667											****						
9	ETH50	j9	3,770000											****						
19	ED	j9	3,790000												****					
4	CT	j9	3,830000													****				
15	ETH70	j12	3,853333														****			
25	CH	j12	3,880000															****		
10	ETH50	j12	3,903333																****	
20	ED	j12	3,906667																	****
5	CT	i12	3,930000																	****

Résultats des analyses statistiques de l'acidité par le logiciel STATISTICA

		Univariate Tests of Significance for acidité (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	21,19702	1	21,19702	210939,7	0,00	
echantillon	0,03902	4	0,00975	97,1	0,00	
jours	0,29323	4	0,07331	729,5	0,00	
echantillon*jours	0,14649	16	0,00916	91,1	0,00	
Error	0,00502	50	0,00010			

LSD test; variable acidité (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = ,00010, df = 50,000																							
Cell No.	echantillon	jours	acidité Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	CT	j1	0,362667	****																			
2	CT	j3	0,422400		****																		
16	ED	j1	0,452267			****																	
6	ETH50	j1	0,465067				****	****															
7	ETH50	j3	0,473600					****	****														
17	ED	j3	0,482133						****	****													
8	ETH50	j6	0,486400							****	****	****											
21	CH	j1	0,486400								****	****	****										
22	CH	j3	0,494933									****	****	****									
11	ETH70	j1	0,499200									****	****	****									
12	ETH70	j3	0,507733										****	****	****								
9	ETH50	j9	0,507733											****	****	****							
13	ETH70	j6	0,512000												****	****	****						
14	ETH70	j9	0,520533													****	****	****					
15	ETH70	j12	0,529067														****	****	****				
18	ED	j6	0,537600															****	****	****			
23	CH	j6	0,546133																****	****	****		
10	ETH50	j12	0,554667																	****	****		
3	CT	j6	0,567467																		****		
19	ED	j9	0,584533																			****	
24	CH	j9	0,605867																				****
20	ED	j12	0,640000																				****
4	CT	j9	0,661333																				****
25	CH	j12	0,665600																				****
5	CT	j12	0,725333																				****

**Résultats des analyses statistiques de la perte de poids par le logiciel STATISTICA**

Univariate Tests of Significance for P,de poids (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	107445,6	1	107445,6	3086,050	0,000000
echantillon	1823,7	4	455,9	13,095	0,000000
jours	85,6	4	21,4	0,614	0,654195
echantillon*jours	8,8	16	0,5	0,016	1,000000
Error	1740,8	50	34,8		

LSD test; variable P,de poids (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = 34,817, df = 50,000									
Cell No.	echantillon	jours	P,de poids Mean	1	2	3	4	5	6
10	ETH50	j12	31,83570	****					
9	ETH50	j9	32,21627	****	****				
8	ETH50	j6	32,67360	****	****				
15	ETH70	j12	32,84577	****	****				
7	ETH50	j3	33,23350	****	****				
14	ETH70	j9	33,40080	****	****				
13	ETH70	j6	33,77143	****	****				
6	ETH50	j1	34,02720	****	****				
12	ETH70	j3	34,41853	****	****				
5	CT	j12	34,53873	****	****				
11	ETH70	j1	35,25137	****	****				
4	CT	j9	35,61770	****	****	****			
3	CT	j6	36,21310	****	****	****			
2	CT	j3	36,97627	****	****	****	****		
20	ED	j12	37,69947	****	****	****	****	****	
19	ED	j9	38,40133	****	****	****	****	****	****
1	CT	j1	38,62753	****	****	****	****	****	****
18	ED	j6	39,04747	****	****	****	****	****	****
17	ED	j3	41,05277	****	****	****	****	****	****
16	ED	j1	41,65520		****	****	****	****	****
25	CH	j12	45,24533			****	****	****	****
24	CH	j9	45,95250				****	****	****
23	CH	j6	46,63500				****	****	****
22	CH	j3	47,12197					****	****
21	CH	j1	47,78647						****

### Résultats des analyses statistiques de flore totale aérobic mésophile par le logiciel STATISTICA

Univariate Tests of Significance for FTAM (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
<b>Intercept</b>	<b>1538,465</b>	<b>1</b>	<b>1538,465</b>	<b>436130,7</b>	<b>0,00</b>
echantillon	52,021	4	13,005	3686,8	0,00
jours	103,858	3	34,619	9814,1	0,00
echantillon*jours	5,777	12	0,481	136,5	0,00
Error	0,141	40	0,004		

LSD test; variable FTAM (Spreadsheet1)																	
Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search)																	
Error: Between MS = ,00353, df = 40,000																	
Cell No.	echantillon	jours	FTAM Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	ETH70	j1	2,331234	****													
5	ETH50	j1	2,373788	****													
10	ETH70	j3	3,284262		****												
13	ED	j1	3,419626			****											
17	CH	j1	3,485253			****	****										
6	ETH50	j3	3,576129				****										
18	CH	j3	3,705204					****									
1	CT	j1	4,486464						****								
11	ETH70	j6	4,837750							****							
7	ETH50	j6	4,964640								****						
12	ETH70	j9	5,031106									****					
14	ED	j3	5,662479										****				
2	CT	j3	5,956829											****			
19	CH	j6	6,220667												****		
8	ETH50	j9	6,224156													****	
20	CH	j9	6,315074														****
15	ED	j6	7,162226													****	
3	CT	j6	7,337027														****
16	ED	j9	7,441338														****
4	CT	j9	7,458791														****

### Résultats des analyses statistiques des levures et moisissures par le logiciel STATISTICA

Univariate Tests of Significance for LM (Spreadsheet1)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1027,091	1	1027,091	181452,1	0,00
echantillon	109,229	4	27,307	4824,3	0,00
jours	152,653	3	50,884	8989,5	0,00
echantillon*jours	5,223	12	0,435	76,9	0,00
Error	0,226	40	0,006		



## Résumé

*Moringa oleifera* est une plante récemment découverte, et qui est largement utilisée dans la grande partie grâce à ses effets miraculeux qui touche divers domaines.

L'emballage comestible est un emballage qui réponds aux besoins du consommateur (aspect) et au même temps à ceux de l'environnement dans la mesure qui il est consommable au même temps que le produit.

Dans ce présent travail nous avons réalisés un suivi de conservation des fraises enrobées avec des extraits différents mais la même condition de stockage. Afin d'étudier cela une série d'analyses physicochimique et bactériologique se sont effectué chaque jour d'analyse pendant 12 jours.

Les résultats de cette étude, nous montrent que les fraises emballées se conservent mieux que celles non emballées.

**Mots clés :** *Moringa oleifera* , emballage comestible, conservation , enrobage .

## Abstract

---

*Moringa oleifera* is a recently discovered plant, and is widely used in large part because of its miraculous effects that affect various fields.

The edible packaging is a packaging that meets the needs of the consumer (aspect) and at the same time those of the environment to the extent that it is consumable at the same time as the product.

In this present work we have we realized a trace of conservation of coated strawberries with different extracts but the same storage condition. In order to study this a series of physicochemical and bacteriological analyzes were carried out each day of analysis during 12 days.

The results of this study show us that packaged strawberries are better preserved than unpackaged strawberries.

**Key words:** *Moringa oleifera*, edible packaging, preservation, coating.