

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل

Faculté des Sciences de la Nature et de la
Vie
Département : Microbiologie Appliquée
et Sciences Alimentaires



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم: الميكروبيولوجيا التطبيقية
و علوم التغذية

Mémoire de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Option : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

Développement d'un jus de carottes supplémenté en probiotiques

Membres de Jury

Présidente : Dr Boussouf L

Examinatrice: Mme Benhamada N

Encadreur: Dr Boubezari M.T

Présenté par :

Cheroual Bilal

Hannous Leila

Année Universitaire 2018-2019

Numéro d'ordre (bibliothèque) :



REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions « **Allah** » tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Nous tenons nos plus vifs remerciements à notre encadreur **Mr Boubzari M. T**, pour ces conseils scientifiques judicieux, sa gentillesse, sa patience, sa disponibilité, sa confiance et également son suivi durant la période de la réalisation de ce travail malgré ses charges professionnelles.

Nos remerciements vont également aux membres de jury **Dr boussouf. L** et **M^{me} Benhammada. N** d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Un grand merci se passe aussi à monsieur **Khennouf .T** pour les aides et les informations qu'il a bien voulu de nous fournir.

Nous remercions également l'ensemble du personnel du laboratoire de microbiologie notamment **Asma, Mokhtar** et **Mme Nedjla**.

Nous chaleurs remercions s'adresse à nos chers parents et nos frères et sœurs pour ces encouragements pour leur soutien tout au long de nos études et durant ce mémoire.et n'oublions pas tous les étudiants de la promo sans exception.

Enfin, le mérite de ce travail revient à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à sa réalisation et auxquelles d'ailleurs nous exprimons de tout cœur.

Merci à tout



Leila



Bilel



Dédicace

Je dédie mon travail à celle qui m'a donné la vie, la source de la tendresse ma chère mère « Houria » qui m'a apporté son appui durant toute mes années d'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'a donné l'amour, le courage et la sécurité.

A mon cher père « Ahmed » qui m'a entouré de tous ses encouragements et son aide durant toute la période de mes études.

A mes chères sœurs et frères

A mon chère fiancé « khaled »

A toute ma famille Hannous et Boughaba

A mes amies: « Silya, Faten, Hayet, Wahida, Fouzia, Massouda »

A mon binôme « Bilal »

*A tout les collègues de la promo de contrôle de qualité et sciences alimentaires
2018/2019.*

Leila



Dédicaces

*En premier lieu je remercie Allah le tout puissant de m' avoir
donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail*

Je dédie ce travail :

Â ma chère mère,

A mes chères sœurs et ses enfants

Â mes chères amis (es) et particulièrement,

*Ammar, Mohammed, Hamza, Seyf, Nassim, Med el-Haddi, Ibtissame, Nadia, Aicha,
Sawsan, Fatma , Hadjira ,Meriem,*

*Â mon binôme « Leila » qui a partagée avec moi les moments difficiles de ce
travail.*

*En fin Je dédie à toute personne ayons contribué de près ou de loin à la réalisation
de ce travail*

Billal



Liste Des Abréviations

AlCl₃: chlorure d'aluminium

BL : Bacteries Lactique

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil

EAG : Equivalent d'acide gallique

FAO: Food Agriculture Organisation

HPLC : Chromatographie en phase liquide à haute performance

HPP : high-pressure processing (traitement à haute pression)

HTST: high-temperature short-time processing (traitement thermique à haute température)

ISO : internationale Organisation of normalisation

JL : Jus lactofermenté

JNL : Jus non lactofermenté

LB : Lactobacillus

MO : Matière organique

mPa/s : milipascal-seconde

MRS: Man- Rogosa-Sharp

MS : Matière sèche

MTU : Néphélométrie unité standard de mesure de la turbidité

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PCA : Plate Count Agar

PH : Potentie Hydrogène

ppm : Portion par million

rpm : Rotation par minute

SAA : Spectroscopie d'Absorption Atomique

TSS : Taux de solides solubles

UFC : Unité formant colonie

Liste Des Figures

Liste des figures	N° page
Figure 1: photographie de lactobacilles	6
Figure 2: Interaction bactéries- cellules hôtes	9
Figure 3: Diagramme de fabrication des différents jus de carottes	18
Figure 4: Diagramme de la préparation des jus de carotte	24
Figure 5 : Formes libre et réduite de DPPH	32
Figure 6 : Taux d'humidité des jus fabriqués	37
Figure 7 : La teneur en matière sèche des jus de carotte fabriqués	38
Figure 8 : Teneur en matière organique des jus fabriqués	38
Figure 9: Teneur en cendres des jus fabriqués	39
Figure 10: Evolution du pH des jus de carotte fabriqués au cours de stockage à 4°C	40
Figure 11 : Evolution de l'acidité des jus de carotte fabriqués au cours de stockage	41
Figure 12 : Conductivité des jus fabriqués	43
Figure 13: Turbidité des jus fabriqués	44
Figure 14: Viscosité des jus fabriqués	45
Figure 15: Densité des jus fabriqués	45
Figure 16: Teneur en protéines des jus fabriqués	46
Figure 17: Teneur en caroténoïdes des jus fabriqués	49
Figure 18 : Teneur en polyphénols des jus fabriqués	50
Figure 19: Teneur en flavonoïdes des jus fabriqués	51
Figure 20: Activité antioxydante des jus fabriqué.	51
Figure 21: Nombre des colonies des Bactéries lactiques (UFC/ml).	53
Figure 22: Evolution du nombre de la flore mésophile aérobie totale FTAM.	54
Figure 23 : Effet de <i>Lactobacillus plantarum</i> J21 sur les critères sensoriels de jus de carotte.	55

Listes des tableaux

Liste Des Tableau	N° page
Tableau 1: Micro-organismes considérés comme probiotiques	4
Tableau 2: Rendement du jus	36
Tableau 3: Degré Brix des jus	42
Tableau 4: Teneur en glucose, saccharose et fructose des jus fabriqués	47
Tableau 5: Teneur en métaux lourds dans les jus fabriqués	48
Tableau 6: Nombre de colonies des levures et moisissures (UFC /ml)	53

LISTES DES PHOTOS

Liste des photos	N° page
Photo 1: Viscosimètre en mesure	28
photo 2: Analyse sensorielle des jus	35
Photo 3 : Mise en évidence de la présence des pectines	48

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Listes des figures	
Liste des photos	
Introduction.....	1
Chapitre I : Généralités sur les probiotiques	
I. 1. Concept des probiotiques et leur définition.....	3
I. 1.1. Les bactéries lactiques.....	5
I. 1.2. Le genre <i>Lactobacillus</i>	6
I. 1.3. L'espèce <i>Lactobacillus plantarum</i>	6
I. 2. Critères de sélection des souches probiotiques.....	7
I. 2.1 Les critères de sécurité.....	7
I. 2.2 Les critères fonctionnels.....	7
I. 2.3 Critères technologiques.....	9
I. 3. Mécanismes d'actions des probiotiques.....	9
I. 3.1. Renforcement de la fonction barrière de l'intestin.....	10
I. 3.2. Production de substances antimicrobiennes.....	10
I. 3.3 Compétition pour les sites d'adhésion.....	10
I. 3.4 Stimulation immunitaire.....	11
Chapitre II:Généralitéssur les jus	
II. Généralités sur les jus.....	12
II.1. Qualités nutritionnelles.....	12

II. 2. Jus de légumes.....	13
II. 3. Classification des jus de légumes.....	13
II. 4. Les jus de légumes lacto-fermentés.....	13
II .5 . Jus de carotte.....	14
II. 6. Bienfaits de jus de carotte.....	15
II .7. Technologie de fabrication jus de carotte.....	15
II .7.1. Blanchiment	16
II .7.2. Cuisson à la vapeur.....	16
II .8. Conservation de jus de carotte.....	16
II .8.1. Traitement thermique.....	16
II .8.1. 1 La pasteurisation.....	16
II .8.1.2 Réfrigération.....	17
II .8.2. Acidification.....	17
II .9. Diagramme de fabrication d'un jus de carotte.....	18
II .10. Composants actifs dans le jus de carotte.....	19
II .10.1. Caroténoïdes.....	19
II .10. 2. Fibre alimentaire.....	19
II .10.3.antioxydants.....	19
II .10.4. Polyphénols.....	19
II .10.5 Flavonoïdes.....	20
II .10.6 vitamine C.....	20
Chapitre III: Matériel et méthode	
III.1. Matériel.....	21
III.1.1. Matériel biologique.....	21
III.1.2. Produits chimiques et réactifs.....	21
III.1.3.Appareillages et verreries.....	21
III.1.4.Milieus de culture.....	22

III.2. La méthodologie de travail.....	22
III.2.1 Revivification de la souche.....	22
III.2.2 Préparation de l'inoculum.....	22
III.2. 3 Prétraitement de matière première, fabrication du jus de carotte brut et fermentation.....	23
III.2.4. Préparation de jus de carotte lacto-fermenté.....	23
III.2.5.Détermination du rendement d'extraction de jus.....	24
III.3. Analyses Physicochimiques.....	24
III.3.1. Teneur en eau.....	25
III.3.2. Détermination de la matière organique et des cendres.....	25
III.3.3. Mesure de PH.....	26
III.3.4. Mesure de l'acidité titrable.....	26
III.3.5. Mesure du degré Brix.....	26
III.3.6. Mesure de la conductivité électrique.....	27
III.3.7 Mesure de la turbidité.....	27
III.3.8 Mesure de la viscosité.....	27
III.3.9. Mesure de la densité.....	28
III.3.10. Détermination de la teneur en protéines	28
III.3.11. Détermination du saccharose, du fructose et du glucose.....	29
III.3.12 Recherche de pectine.....	29
III.3.13. Dosage de cuivre, de zinc et de cadmium.....	30
III.4. Dosage des composés bioactifs dans le jus.....	30
III.4.1. Dosage des caroténoïdes.....	30
III.4.2.Dosage des composés phénoliques totaux	30
III.4.2.1.Extraction des composés phénoliques.....	30

III.4.2.2. Dosages des composés phénoliques.....	31
III. 4.3. Dosage des flavonoïdes.....	31
III. 4.4. Activité antioxydante.....	32
III.5. Analyses microbiologiques.....	33
III.5.1. Préparation des dilutions décimales.....	33
III.5.2. Dénombrement microbien.....	33
III.6. Analyse sensorielle.....	34
III.7. Analyse statistique.....	35
Chapitre IV: Résultats et discussion	
IV.1. Rendement de jus.. ..	36
IV.2. Caractéristiques physico-chimiques.....	36
IV.2.1. Détermination de la teneur en eau et en matière sèche.....	36
IV.2.2. La teneur en matières organique et cendres.....	38
IV.2.3. Evolution du pH et de l'acidité.....	39
IV.2.4. Degré brix.....	42
IV.2.5. La conductivité.....	43
IV.2.6. La turbidité.....	43
IV.2.7 La viscosité.....	44
IV.2.8 La densité.....	45
IV.2.9. Teneur en protéines.....	46
IV.2.10. Détermination du Glucose, du Saccharose et du Fructose.....	46
IV.2.11. détection de la présence de pectine.....	47
IV.2.12. Teneur en Cuivre, en Zinc et en Cadmium.....	48
IV.3.1 Teneur en caroténoïdes.....	49

IV.3.2. Teneur en polyphénols.....	49
IV.3.3. Les flavonoïdes.....	50
IV.3.4.L'activité antioxydante (DPPH).....	51
IV.4 .Analyse microbiologique	52
IV.5. Analyse sensorielle.....	55
Conclusion.....	56
Références.....	57
Annexes	



INTRODUCTION

Introduction

De nos jours, le concept de nutrition a changé : les aliments fournissant de l'énergie à notre corps étaient remplacés par des régimes offrant des avantages physiologiques pour la gestion et la prévention des maladies. La garantie du bien-être des consommateurs exige un apport nutritionnel équilibré pour le métabolisme du corps humain afin d'éviter une carence ou un excès de certains composants, et l'idée de l'alimentation fonctionnelle a été précédée de la conception susmentionnée. Historiquement, les apports élevés en sucres, en sel, en acides gras saturés et trans, ainsi que les faibles apports en fibres, en vitamines et en minéraux essentiels affectent l'état nutritionnel des populations. Ces habitudes sont les principales causes des maladies dégénératives chroniques non transmissibles. Par conséquent, afin de réduire les risques de telles maladies, le développement de nouveaux produits alimentaires contenant des substances biologiquement actives a été proposé (Roberfroid, 2002) et la probiotification des aliments est l'une des méthodes utilisées pour produire ces nouveaux aliments fonctionnels. Les probiotiques représentent le groupe d'aliments fonctionnels, définis comme un aliment microbien vivant qui procure un avantage pour la santé intestinale de l'hôte. Un certain nombre d'études *in vitro* et *in vivo* sont réalisés pour prouver les avantages des aliments probiotiques pour l'homme en maintenant ou en améliorant leur microflore intestinale (Rafiq et al, 2016). Ces micro-organismes ont de nombreux effets bénéfiques sur la santé, tels que l'amélioration du métabolisme du lactose (Jiang et al, 1996), la prévention des infections du tractus intestinal et le renforcement de l'immunité, la réduction du taux de cholestérol sérique, l'absorption du calcium, la synthèse de vitamines (vitamine B, acide nicotinique, et acide folique), améliore la digestibilité des protéines et neutralise les effets des agents pathogènes d'origine alimentaire. Les probiotiques doivent être mis à la disposition des consommateurs souffrant de troubles de l'alimentation, tels que l'intolérance au lactose, de sorte qu'ils ne doivent pas abandonner les bienfaits des probiotiques (Kerry et al, 2018). Ce besoin a conduit au développement de produits probiotiques à partir de diverses matrices alimentaires, notamment des fruits et des légumes. Les fruits et les légumes ont été suggérés comme milieu approprié pour la culture de probiotiques, car ils contiennent des nutriments essentiels ; grande quantité de vitamines, de composés minéraux et polyphénoliques, exempts d'allergènes et facilement disponibles avec un aspect et un goût attrayant (Pareira et al, 2011).

La carotte (*Daucus carota* L.), l'un des légumes de la nutrition humaine la plus utilisée, a été choisie comme véhicule car elle est riche en bêta-carotène, acide ascorbique, tocophérol et classée comme aliment vitaminé. Les carottes sont une bonne source de glucides, de calcium, de

phosphore, de fer, de potassium, de magnésium, de cuivre, de manganèse et de soufre, mais manquent de protéines et de lipides. De plus, l'effet allergénique de la carotte est très faible, voire inexistant, et la fermentation le rend plus approprié en éliminant les facteurs antinutritionnels présents, le cas échéant. Ainsi, la carotte peut être consommée par des humains qui ne peuvent pas prendre de produits laitiers (Reisch et *al*, 2017).

La présente étude vise donc à déterminer si un jus de carotte pourra être utilisé comme matière première pour la production de jus de carottes probiotiques par des bactéries lactiques. Pour atteindre cet objectif, nous avons développé notre travail de la façon suivante :

En premier lieu, nous avons fait une synthèse bibliographique traitant les éléments clés de la problématique, à savoir, les probiotiques et le jus de carottes ;

En deuxième lieu, nous avons présenté la méthodologie du travail, les résultats trouvés ainsi qu'une discussion en comparant nos résultats avec ceux publiés dans la littérature mondiale.



***SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE***

I. Généralités sur les probiotiques

I.1. Concept des probiotiques et leur définition

Le terme “probiotique”, issu des termes grecs “pros” et “bios”, signifie « *pour la vie* » (Faure *et al.*, 2013).

Le concept de probiotique a pour la première fois été établi au début du XX^e siècle grâce aux recherches d'Elie Metchnikoff (biologiste russe de l'Institut Pasteur de Paris). Il a établi un lien entre la longévité « inhabituelle » de certaines populations rurales en Bulgarie et leur grande consommation de produits laitiers fermentés. Il a pu alors identifier deux souches bactériennes nécessaires à la fermentation : *Lactobacillus bulgaricus* (bacille bulgare) et *Streptococcus thermophilus*.

La présence de ces souches dans le tube digestif crée un environnement défavorable à l'implantation de pathogènes entériques. Metchnikoff fut ainsi le premier à suggérer que la consommation des bactéries lactiques présentes dans ces laits fermentés pourrait avoir un effet bénéfique sur la santé. Metchnikoff proposa d'ingérer des bactéries lactiques vivantes (Lebaka *etal.*, 2018).

Lilly et Stillwell en 1965 ont défini les probiotiques comme des « facteurs favorisant la croissance ». Produits par des micro-organismes » (Khalighi *et al.*, 2016). Ce fut Parker qui proposa pour la première fois en 1974 le terme « probiotique » afin de désigner les microorganismes et substances qui contribuent au maintien de l'équilibre de la microflore intestinale.

Plus tard, Fuller (1989) a redéfini les probiotiques de la façon suivante : « préparations microbiennes vivantes, utilisées comme additif alimentaire, ayant une action bénéfique sur l'animal hôte en améliorant la digestion et l'hygiène intestinale ».

Depuis, plusieurs définitions des probiotiques ont succédé sur la base des nouvelles connaissances de leurs modes d'actions et de leurs effets bénéfiques sur la santé de l'hôte (Bahri *et al.*, 2012).

Actuellement, la définition la plus utilisée est celle proposée par Salminen *et al.*, 1998. Elle a été validée par le groupe de travail conjoint mandaté par l'Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO) et par l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS). Ce groupe d'experts internationaux définit les probiotiques comme étant « des microorganismes

vivants qui lorsqu'ils sont ingérés en quantités adéquates, confèrent des effets bénéfiques pour l'hôte »(FAO/OMS,2001).

La majorité des micro-organismes probiotiques appartiennent principalement aux genres de *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*. Il y a également d'autres genres de bactéries et de quelques levures employées couramment. Ils sont largement utilisés en alimentation humaine et sont administrés oralement par l'intermédiaire d'aliments fermentés (yaourts, fromages, jus...) soit additionnées à l'alimentation sous forme de préparations microbiennes (Khan et Ansari, 2007; Ourtirane, 2013; Quigley, 2018).

Tableau 1: Micro-organismes considérés comme probiotiques (Dacosta, 2001; Holzapfel et al., 2001 ; Marteau et Seksik, 2005).

Lactobacilles	Bifidobactérie	Autres bactérie lactique
<i>Lb.acidophilus</i>	<i>B.adolescentis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>Lb.brevis</i>	<i>B.animalis</i> DN 173010	<i>Enterococcus faecium</i> SF ^a 568
<i>Lb.amylovorus</i>	<i>B.bifidum</i>	<i>Lactococcus lactis</i> ^c
<i>Lb.bulgaricus</i>	<i>B.brève</i>	<i>Leuconostocmesenteroides</i> ^c
<i>Lb.casei</i> DN 114001	<i>B.infantis</i>	<i>Pediococcus acidilactici</i>
<i>Lb.caseishirota</i>	<i>B.lactis</i> Bb 12 ^b	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>
<i>Lb.crispatus</i>	<i>B.langum</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>Lb.gallinarum</i> ^a	<i>B.thermophilus</i>	
<i>Lb.gasseri</i>		
<i>Lb.johnsonii</i> La1		
<i>Lb.lactis</i>		
<i>Lb.paracasei</i>		
<i>Lb.plantarum</i> 299v		
<i>Lb.reutri</i>		
<i>Lb.rhamnosus</i> GG		
<i>Lb.cellubiosus</i>		
<i>Lb.fermentum</i>		
<i>Lb.salivarius</i>		

a : Utilisé pour les animaux ; **b** : identique à *B.animalis* ; **c** : très peu d'information sur leur propriétés probiotiques.

I.2.Les bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont des microorganismes présentant des caractéristiques morphologiques, physiologiques, et métaboliques variées. Les bactéries lactiques appartiennent à un groupe de bactéries bénéfiques (Drider, 2017; Boricha et al., 2019).

Ce sont des microorganismes ubiquistes qu'on trouve dans différentes niches écologiques, comme les produits laitiers, les végétaux, les muqueuses humaines et animales, le vin, la bière, et le pain en association avec les levures (Novel, 1993).

Les bactéries lactiques sont utilisées depuis longtemps de façon consciente ou non pour leur activité technologiques (Idoui et al., 2009). Actuellement, dans l'industrie agroalimentaire, les bactéries lactiques occupent une place importante parmi les auxiliaires de fabrication, bien qu'elles soient surtout connues pour le rôle qu'elles jouent dans le secteur laitier. À quelques exceptions près, les bactéries lactiques ont pour principales caractéristiques d'être des microorganismes Gram+, généralement immobiles, asporulés, anaérobies mais aérotolérants. Elles ne possèdent ni catalase (certaines possèdent une pseudocatalase), ni nitrate réductase, ni cytochrome oxydase et ont besoin de glucides fermentescibles pour leur croissance (Lairini et al., 2014; Viridiana et al., 2018).

Le produit du catabolisme du glucose est principalement de l'acide lactique (bactéries homofermentaires) ou de l'acide lactique, du CO₂ et de l'éthanol ou de l'acide acétique ou les deux (bactéries hétérofermentaires) (Diop et al, 2009).

Le principal atout que représentent les bactéries lactiques pour l'industrie alimentaire, réside dans l'amélioration de la qualité des produits fermentés en y développant certaines caractéristiques organoleptiques et en augmentant leur durée de conservation. Elles participent à l'inhibition de certains microorganismes pathogènes, en produisant plusieurs métabolites ayant une activité antimicrobienne (Batdorj, 2007; Bartkiene et al., 2018; Viridiana et al., 2018).

Actuellement, les bactéries lactiques regroupent treize genres bactériens différents : *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Carnobacterium*, *Oenococcus*, *Weissella*, *Aerococcus*, *Tetragenococcus* et *Vagococcus* (Dortu et Thonart, 2009).

I.2.1. Le genre *Lactobacillus*

Au sein des bactéries lactiques, les lactobacilles forment un ensemble très disparate (Tailliez, 2004). Le genre *Lactobacillus* appartient au groupe des *Firmicutes*, à la classe des *Bacilli*, à l'ordre des *Lactobacillales* et à la famille *Lactobacillaceae*, la plus nombreuse et la plus hétérogène des BL.

En 1896, le genre *Lactobacillus* a été décrit pour la première fois par Beijerinck en 1901 avec *Lactobacillus delbrueckii* comme espèce type. Le genre *Lactobacillus* est le groupe le plus important et le plus divers parmi les BL et comprend actuellement 158 espèces, dont sept sont composées de 18 sous-espèces. Cette diversité est due à la variation en contenu guanine/cytosine (G/C) qui varie entre 30 et 55 % selon les espèces (De Vos *et al.*, 2009; Zarour *et al.*, 2017).

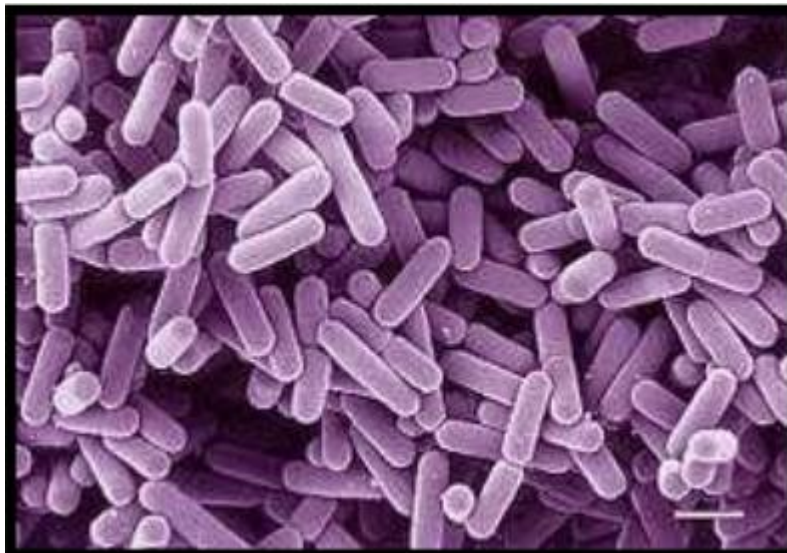


Figure 1 : photographie de lactobacilles (Kechagia *et al.*, 2013)

I.2.2. L'espèce *Lactobacillus plantarum* :

Elle est considérée comme l'une des bactéries lactiques les plus étudiées (De Angelis, 2016). C'est une souche mésophile non pathogène, sous forme de bâtonnet à Gram positive, aéro-anaérobie facultative, catalase négative, non sporulée, généralement immobile et ses cellules sont souvent organisées en chaînes, capable de cultiver à des températures comprises entre 15 et 45°C, une bonne croissance est remarquée en présence de 4 à 6% de NaCl et à des valeurs de pH entre 4 et 9 (Tailliez, 2004; Todorov et Franco, 2010; Arasu *et al.*, 2016).

Il est bien connu que *Lactobacillus plantarum* en tant que type de probiotiques a été largement utilisé dans les aliments fermentés et s'est avéré bénéfique pour l'hôte (Xu *et al.*, 2019).

Les propriétés probiotiques telles que la résistance aux barrières biologiques, l'activité antimicrobienne et la sensibilité aux antibiotiques constituent un aspect essentiel de *L.plantarum*. En raison de sa tolérance aux acides, *L. plantarum* est également connu pour abriter des conditions difficiles du système digestif humain où il joue un rôle important dans la santé et la physiologie de l'hôte (Manzoor et Tayyeb, 2019).

L.plantarum peut produire des substances antimicrobiennes de type bactériocines appelées plantaricines, appartenant aux bactériocines de classe II, le peroxyde d'hydrogène, les acides (principalement acide lactique et acétique), Ces derniers agissent contre une large gamme d'agents pathogènes bactériens et peut résister à des pH de 3.5 (Taale et al., 2016; Brizuela et al., 2018; Evanovich et al., 2019).

I.3 Critères de sélection des souches probiotiques :

Diverses espèces bactériennes sont utilisées depuis des décennies dans la production d'aliments, soit directement dans leur fabrication, soit comme une source d'additifs ou d'enzymes alimentaires. Les probiotiques doivent être capables d'exercer leur effet bénéfique sur l'hôte par leur croissance et par leur activité dans le corps humain (Kechaou, 2012; Khalighi et al., 2016)

En outre, les micro-organismes à potentiel probiotique doivent posséder certains critères comme les critères de sécurité, les critères fonctionnels et les critères technologiques (Collins et al., 1998; Morelli, 2000).

I.3.1. Les critères de sécurité

L'effet probiotique est liée à la souche microbienne, toutefois les souches ayant un statut GRAS (*Generally Regarded As Safe*) sont les plus favorisés, ainsi que le critère de viabilité ou de survie demeure essentiel dans la sélection des probiotiques qui doivent arriver vivants à leur site d'action, à savoir l'intestin, ce qui implique la capacité de ces derniers à résister aux différents mécanismes de défense de l'hôte (la barrière intestinale, le pH acide, les sels biliaires, les enzymes pancréatiques ...etc.) (Boricha et al., 2019).

I.3.2. Les critères fonctionnels

- **La résistance à l'acidité gastrique et aux sels biliaires :** La sécrétion des acides gastriques constitue un facteur de défense majeur contre la colonisation du tube digestif par des bactéries pathogènes ou non (Flourié et Nancey, 2007). Plus de 2.5 litres de suc

gastrique et 1 l de bile avec un pH faible sont sécrétés chaque jour, fournissant une barrière acide contre l'entrée des bactéries viables dans le tractus gastro-intestinal (Boricha et al., 2019).

L'effet du pH gastrique sur la viabilité des bactéries en empêchant la colonisation bactérienne de l'intestin grêle est bien étudié. Par conséquent, tout organisme probiotique doit avoir une tolérance élevée à l'acide pour survivre dans l'estomac (Boricha et al., 2019).

- **L'adhésion aux cellules épithéliales** : Il est généralement convenu que les bactéries probiotiques doivent adhérer au mucus intestinal ou aux cellules épithéliales dans le but de persister dans l'intestin et empêcher l'évacuation rapide des mucus par la contraction intestinale et après écoulement péristaltique du digeste, et pourrait également conférer un avantage concurrentiel. L'auto-agrégation des souches probiotiques est nécessaire pour l'adhésion aux cellules épithéliales, et la capacité de co-agrégation présente une barrière qui empêche la colonisation par les flores pathogènes. L'auto-agrégation et l'adhésion des microorganismes probiotiques aux différentes surfaces peuvent être affectés par les caractéristiques physico-chimiques de la surface cellulaire telle que l'hydrophobicité et les charges de la paroi cellulaire (Mohanty et al., 2018).

- **La production des substances antimicrobiennes** : l'aptitude de produire des agents antimicrobiens a été considérée parmi les critères fonctionnels les plus recommandés pour sélectionner une souche probiotique (Idoui, 2008).

Les bactéries probiotiques doivent essentiellement maintenir de bonnes conditions sanitaires au niveau du tractus digestif, il est donc important qu'elles soient aptes à inhiber le développement des germes indésirables par la production de différentes substances antibactériennes, notamment des bactériocines, qui peuvent inhiber la croissance de plusieurs bactéries gram positives indésirables dans les genres *Bacillus*, *Enterococcus*, *Listeria*, *Clostridium* et *Staphylococcus* (Mohanty et al., 2018).

En plus de ces substances, les LAB peuvent produire des métabolites considérés comme bénéfiques pour la conservation des aliments tels que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), les acides organiques et l'éthanol, susceptibles d'inhiber la croissance des pathogènes (Batdorj, 2007; Boricha et al., 2019).

- **Résistance à l'antibiotique** : pour être probiotique, la bactérie doit être sensible aux antibiotiques et résistante aux stress gastro-intestinaux. La souche doit enfin faire l'objet d'études *in vivo* chez l'animal puis chez l'homme (Jankovic et al., 2010; Saarela et al., 2000).

I.3.3. Critères technologiques

Du point de vue technologique, les souches probiotiques doivent posséder plusieurs qualités telles que la facilité à être cultivée à hautes densités cellulaires, la viabilité durant le traitement technologique, la conservation de leurs propriétés biologiques et leur stabilité au cours des procédés de production et de stockage (Saarela et al., 2002).

I.4. Mécanismes d'actions des probiotiques

Les mécanismes d'action des probiotiques impliqués dans les effets bénéfiques exercés sur l'hôte sont complexes et n'ont pas été bien documentés. Les effets des micro-organismes probiotiques varient selon les souches. Ces effets sont dus, soit à la présence de la souche, soit à une interaction avec la flore autochtone le système immunitaire (Khalighi et al., 2016). Les probiotiques exercent leur effet bénéfique sur la santé de l'hôte en agissant de différentes façons :

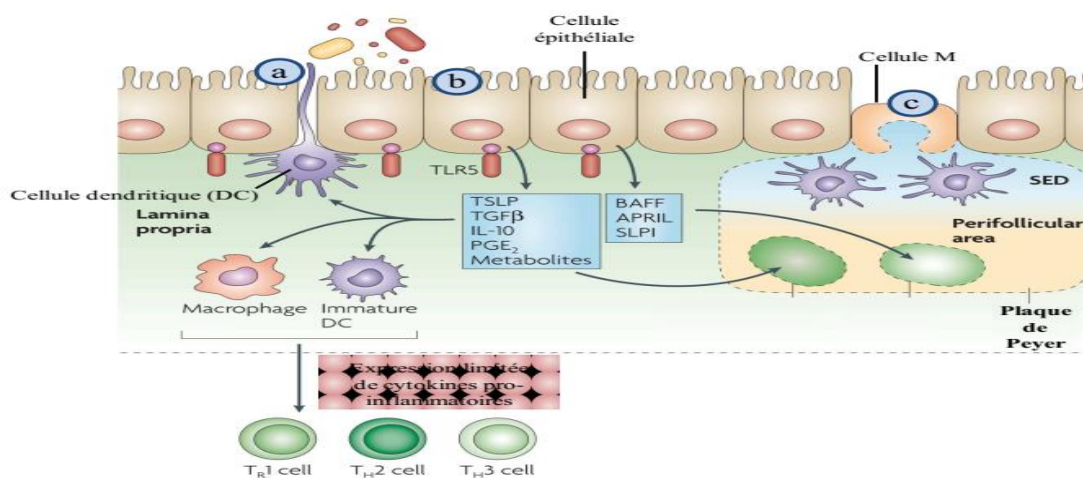


Figure 2: Interactions bactéries - cellules hôtes. Les micro-organismes peuvent interagir avec l'hôte au niveau des cellules dendritiques (a), des cellules épithéliales (b) ou des plaques de Peyer (c) (Artis, 2008).

I.4.1. Renforcement de la fonction barrière de l'intestin

Les effets positifs des probiotiques sur la fonction de barrière intestinale sont pertinents pour un certain nombre d'affections allant du syndrome du côlon irritable aux maladies inflammatoires de

l'intestin, en passant par les nombreuses affections qui ont été liées, à tort ou à raison, à un «intestin fuyant». Et la translocation bactérienne (Quigley, 2018).

Un grand nombre de composants de la fonction de barrière épithélialesont influencées par les probiotiques par deux manières différentes, soit par l'augmentation de laproduction de la mucine ou bien par la diminution de la perméabilité intestinale (Gogineni et *al*,2013).

I.4.2 Production de substances antimicrobiennes :

Un autre mécanisme d'action possible est la modification de la flore microbienne par la synthèse de composés antimicrobiens. De nombreux types de *lactobacilles* et *debifidobactéries* produisent des bactériocines et d'autres composés antimicrobiens (Quigley, 2018).

Les bactériocines sont définies comme «des composés produits par des bactéries qui possèdent un fragment protéique biologiquement actif et une action bactéricide»Parmi les autres composés biologiquement actifs produits par les bactéries lactiques, on peut citer le peroxyde d'hydrogène, le diacétyl et les acides gras à chaîne courte. La libération de ces composés par des organismes probiotiques entraîne une modification bénéfique de la microflore. Cependant, toutes les souches de *lactobacilles* ou de *bifidobactéries* ne produisent pas de composés antimicrobiens et certaines produisent des composés dont l'activité est relativement non spécifique, de sorte que les bactéries utiles, ainsi que les organismes pathogènes, peuvent être affectés négativement. (Hawrelak et *al.*, 2005).

I.4.3 Compétition pour les sites d'adhésion :

De nombreux organismes pathogènes doivent s'associer à l'épithélium du tractus gastro-intestinal pour pouvoir coloniser efficacement. L'adhésion bactérienne est initialement basée sur lesinteractions physiques non spécifiques entre deux surfaces, qui permettent alors des interactionsspécifiques entre les adhésines et les récepteurs complémentaires.

L'auto-agrégation des souches probiotiques est nécessaire pour l'adhésion aux cellules épithéliales, et la capacité de co-agrégationprésente une barrière qui empêche la colonisation par les flores pathogènes. Les caractéristiquesphysico-chimiques de la surface cellulaire tel que l'hydrophobicité et les charges de la paroi cellulaire peuvent affectés l'auto-agrégation et l'adhésion des microorganismes probiotiques auxdifférentes surfaces (Dias et *al.*,2013; Khalighi et *al.*, 2016).

Cependant, certaines souches de *bifidobactéries* et de *lactobacilles* peuvent adhérer à l'épithélium et agir en tant que «barrières de colonisation» en empêchant les agents pathogènes d'adhérer à la muqueuse. Cet effet a été démontré avec la souche GG de *Lactobacillus rhamnosus* et *Lactobacillus plantarum* 299v. Ces deux organismes ont montré la capacité d'inhiber l'attachement d'*Escherichiacoli* aux cellules du colon humain (Khalighi et al., 2016).

I.4.4. Stimulation immunitaire :

Les effets des probiotiques sur la fonction immunitaire humaine sont encore controversés. Les probiotiques peuvent influencer le microbiote intestinal et moduler les réponses immunitaires. Ils peuvent donc être des outils qui peuvent prévenir ou atténuer certaines pathologies impliquant le système immunitaire intestinal, telles que les allergies (Dib et al., 2015; Evrard et al., 2018; Kothari et al., 2019). Les allergies sont dues à des altérations du fonctionnement et/ou de composition du système immunitaire, des muqueuses et du microbiote (Selle et al., 2018).

Il existe des preuves insuffisantes mais prometteuses pour recommander l'ajout de probiotiques aux aliments pour la prévention et le traitement de la dermatite atopique, la rhinite allergique et l'eczéma atopique (Bodinier, 2019).

L'augmentation de l'activité des cellules tueuses naturelles, des fonctions des cellules T et de la production de cytokines font partie des mécanismes plausibles sous-tendant les activités de régulation immunitaire des probiotiques (Miller et al., 2018). La production de cytokines pourrait entraîner des effets immunologiques démesurés, conduisant à des phénomènes auto-immuns ou à certaines inflammations (Kothari et al., 2019).

II. Généralités sur les jus

L'importance des légumes et des fruits pour une alimentation saine est incontestable, L'une des raisons possibles pour lesquelles ils présentent des caractéristiques favorisant une bonne santé (Pelli et Lyly, 2003).

Les jus de fruit et des légumes font partie des boissons quotidiennes comme l'eau et le café, les jus de fruit font également partie des sodas aux fruits. La fabrication des jus diffère selon qu'il s'agit de jus de fruits ou de concentrés. (Boukhezer et Cherdouh, 2014).

Les jus extraits des légumes frais et crus constituent un bon moyen de fournir à toutes les cellules et à tous les tissus du corps, les nutriments et leurs enzymes, dont ils ont fondamentalement besoin (Walker et Gassie 1999).

Le jus peut être trouble ou clair et peut contenir des substances aromatiques et des composés volatils restitués, à condition qu'ils proviennent des mêmes espèces de fruits ou de légumes et soient obtenus par des moyens physiques adaptés. De la pulpe et des cellules obtenues par des moyens physiques adaptés, à partir de même type de fruit, peuvent être ajoutées (codex alimentarius, 2005).

II.1. Qualités nutritionnelles

La consommation des jus de fruits et légumes est recommandée pour une alimentation saine et pour plusieurs bienfaits sur la santé. Ils présentent un grand intérêt nutritionnel grâce aux sels minéraux (potassium, calcium, magnésium) et aux vitamines (vit C) qu'ils contiennent, malgré la pasteurisation qu'il est nécessaire de leur faire subir pour leurs assurer une bonne conservation (Boukhezer et Cherdouh, 2014)

Les jus de fruits et légumes sont riche en substances minérales et en vitamine ce qui détermine la croissance continue de leur propriété (Northolt et al .,2004). Ils sont peu caloriques, se sont de bonne source de micronutriments protecteurs (les antioxydants) (Liegeois, 2003), Leurs bénéfiques sur la santé, leur rôle sur la prévention de certaines maladies en font un aliment qui a toute sa place dans notre alimentation.

II . 2. Jus de légumes

Jus de légumes définis selon un code national de bonnes pratiques: inclus les jus de légumes y compris les jus de tomate ainsi que les produits à dominante légumes (concombre, carotte...)

Selon le **CODEX STAN 247-(2005)**, le jus de fruit ou de légume est un liquide fermentescible, mais non fermenté, qui est obtenu à partir du fruit par des procédés mécanique qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles du légume dont il provient.

Un jus simple est obtenu à partir d'un seul type de fruits. Un mélange est obtenu en mélangeant deux ou plusieurs jus et purées à partir de différents types de fruits ou des légumes (Liegeois, 2003). Le jus de légume est le produit naturel provenant d'un groupe des légumes frais, murs, et non fermentés

Il est difficile de conserver les jus de légumes en raison de la faible acidité et de la concentration élevée de bactéries dégradantes et sporulées. Par conséquent, le jus de légumes pourrait être produit soit fermenté ou acidifié avec de l'acide citrique (Adubofuor et al. 2016).

En générales les jus de légumes ont une faible acidité et un pH de l'ordre de 5.5- 6.5. Ceci détermine la nécessité de leur stérilisation à une haute température (120 °C) en 20- 30 min.

L'effet négatif d'un long traitement thermique sur les qualités des jus on acidifie ce dernier jusqu'à PH 3.7-4 à cette valeur on peu stériliser le jus en un temps courtes (60s) à 115- 120 °C.

II . 3. Classification des jus de légumes

Les jus de légumes en dépendance de leur acidité peuvent être classés en quatre groupes :

- jus de légumes acides avec le PH 4.5 environ.
- jus de légumes légèrement acides avec un PH supérieure à 4.5.
- jus acidifiés pour l'acidification en emploie les acides organiques ou minéraux, l'acidification des jus des légumes est appliquée dans la production des jus de coupage on acidifie les jus par les acides citrique, malique, oxalique, d ans certains pays l'utilisation des acides phosphoriques et chlorhydriques est répondue, la quantité d'acide à ajouter dépend de l'espèce du jus.
- jus de légumes ayant subi une fermentation lactique.

II . 4. Les jus de légumes lacto-fermentés

Les jus fermentés sont les jus obtenus par fermentation lactique, leur contenu en acide lactique est très important, premièrement parce qu'il a un rôle décisif dans la préservation des produits finis et d'autre part, parce qu'il est impliqué dans la qualité sensorielle des jus. (Buruleanu et Manea, 2006).

La lacto fermentation impacte également la qualité nutritionnelle des aliments, selon les activités métaboliques des micro-organismes impliqués. parmi les effets nutritionnels bénéfiques, nous pouvons noter l'amélioration de la digestibilité de l'amidon, des protéines, et l'augmentation de la teneur en caroténoïdes et en vitamines du groupe B (Aguilar-Zarate et al., 2014). La fermentation des légumes enrichie les produits par une haute valeur de protéines d'origine microbienne, réduit la concentration des facteurs antinutritionnels, augmente l'activité antioxydante et généralement améliore les caractéristiques nutritionnelles (Peres et al., 2012). Comme modèle de légumes fermentés, le (*Daucus carota L.*) ou bien, ce qui est nommé la carotte est largement utilisé car il est choisi en raison de ses caractéristiques thérapeutiques dont il a un potentiel antidiabétique, une

activité antioxydante ainsi qu'il minimise les lipides et nettoie le corps en supprimant les toxines (Mukherjee et *al.*, 2013).

Le ferment lactique va pour sa part se nourrir des sucres présents dans les légumes et les transformer en acide lactique. Ce faisant, le milieu va s'acidifier, et détruire les autres micro-organismes, préservant ainsi notre légume des autres bactéries.

Le jus de légumes lacto-fermentés joue un rôle. Contre les méfaits du stress oxydatif, responsable du vieillissement cellulaire à l'œuvre dans les tumeurs, les polyphénols agissent comme un anti-rouille. Ils freinent le développement des vaisseaux sanguins qui alimentent les cellules cancéreuses et réduisent ainsi leur prolifération. Mais avant d'être assimilés par le sang et les cellules, les polyphénols doivent être dégradés par la flore intestinale. Or celle-ci est très variable d'un individu à l'autre. Entre sur consommation de sucre et de viande, les dysbioses sont fréquentes empêchant les substances actives d'être métabolisées correctement. Lorsqu'il est fermenté, le jus de carotte offre une biodisponibilité idéale. L'intérêt majeur de la fermentation est qu'elle augmente l'absorption et l'action des polyphénols.

Durant la fermentation, les micro-organismes reproduisent la dégradation naturelle qui a lieu au cours de la digestion. Pour être résorbées correctement par notre intestin et pouvoir déployer leurs effets santé, les liaisons glycosidiques sont scindées. En outre, ces micro-organismes décomposent presque complètement le sucre du légume, un plus pour les diabétiques (YAO et *al.*, 2009)

II .5 . Jus de carotte

Le jus de carotte est une boisson populaire consommée dans le monde entier et largement accepté comme une source importante de composants sains tels que les caroténoïdes, les vitamines et les composés phénoliques qui favorisent l'activité antioxydante en piégeant les radicaux libres (Jabbar et *al.*, 2014;)

Le jus de carotte est également une source importante des fibres alimentaires. Il présente aussi une bonne teneur en calcium, magnésium et fer, ainsi que le phosphore, soufre, silicium et le chlore et particulièrement riche en éléments alcalins organiques tels que le sodium et le potassium (Shivhare et *al.* 2009, Sharma et *al.* 2012). Il est également une source alimentaire majeure de polyacétylènes chez l'homme, qui pourraient avoir des effets positifs sur la santé humaine. (Patterson et *al.*, 2012).

Le jus de carotte est un jus produit à partir de carottes, et hautement commercialisable comme boisson diététique en raison de sa valeur nutritive (Kim et *al.*, 2001) Le jus de carotte a un pH de 6.0 à 6.5 qui est sujet à la détérioration microbienne et conduit à une durée de conservation courte. Cependant, le jus de carotte brut non traité a un potentiel de marché limité en raison de sa courte durée de vie et devrait normalement être consommé dans un délai d'un à deux jours (Zhang et *al.* 2016; Zhu et *al.* 2017).

II . 6. Bienfaits de jus de carotte

Tout le monde le sait, le jus de carotte a un bon effet sur l'hydratation de la peau et donne une bonne mine. C'est aussi un remède naturel pour traiter l'acné. Grâce à sa richesse en caroténoïdes (le bêta-carotène) qui sont de puissants antioxydants, le jus de carotte protège la peau du soleil en luttant contre les radicaux libres responsables du vieillissement prématuré des cellules.

La carotte n'est pas l'aliment miracle qui améliorera la vue. La Vitamine A qu'elle contient ne remplacera pas les lunettes de vue. En revanche, elle est efficace si les yeux ont des difficultés à s'adapter à l'obscurité et à voir quand la source lumineuse est faible. Le jus de carotte aide aussi à prévenir la cataracte (Brown et *al.*, 2010).

Ce jus augmente de 10 % le volume de l'urine et facilite l'élimination de l'acide urique dans le sang. Il soulage les douleurs dues aux calculs biliaires. Il aide à nettoyer le sang et à diminuer l'acidité, et est utile contre les ulcères de l'estomac. Les minéraux contenus dans le jus de carotte (potassium, calcium, magnésium, phosphore, zinc, sodium, manganèse, fer cuivre, sélénium, etc.) sont facilement absorbés dans le sang, ce n'est pas le cas de tous les légumes (Da Silva Dias, 2014).

Le jus de carotte présente une combinaison d'éléments nutritifs pour la totalité de l'organisme, dont il aide à régulariser le poids et l'équilibre chimique, et aide l'organisme à résister aux infections ; il contribue à la prévention des ophtalmies, des laryngites, des amygdalites, des sinusites, et de toutes les infections des organes respiratoires (Walker et Gassie 1999 ; Da Silva Dias 2014)

De plus, ce jus améliore la qualité du lait maternel et contribue à limiter le risque de fièvre puerpérale après l'accouchement. Il contient aussi de l'acide folique et bêta-carotène, ce qui va aider le futur bébé à protéger son développement cellulaire (Walker et Gassie 1999).

II .7. Technologie de fabrication jus de carotte

La fabrication du jus de carotte à des fins commerciales implique la stérilisation thermique, le blanchiment et l'abaissement de son pH car son pH naturel est d'environ 6,0, ce qui expose le produit à un risque élevé de contamination bactérienne (Zhang et *al.* 2016).

II .7.1. Blanchiment

Le blanchiment est un traitement thermique consistant à exposer le produit à la chaleur souvent par immersion dans l'eau bouillante ou dans de la vapeur d'eau à 100 °C pendant un moment bien déterminé, et peut être amélioré en immergeant ces derniers dans une solution salée comme (chlorure de calcium) ou dans une solution acide (acide citrique) (Shivhare et *al.* 2009). Il est utilisé comme prétraitement avant des processus d'appertisation, lyophilisation et surgélation des fruits et légumes.

Le blanchiment permet de détruire des enzymes responsables des altérations organoleptiques telles que des modifications de saveurs et/ou de couleur ainsi que la réduction de la charge microbienne (Tirilly et Bourgeois 1999).

Le blanchiment permet d'éliminer des gaz occlus dans les tissus avant emboîtement, faute de quoi leur présence entraîne une surpression interne, avec risque de bombage des boîtes (appertisation) (Jabbar et *al.*, 2014). Cependant, un blanchissement acide et un traitement thermique sévère entre (105 et 121 ° C) vont inévitablement détruire les nutriments, la texture, la couleur et la saveur thermosensibles du jus.

II .7.2. Cuisson à la vapeur

La cuisson est une opération qui consiste à chauffer un aliment à un certain niveau pendant un certain temps et dans un environnement bien défini (Bimbenet et *al.*, 2002). La cuisson à la vapeur est un procédé de cuisson qui met l'aliment en contact direct avec la chaleur en supprimant le phénomène d'osmose, l'eau devenant vapeur à la température 100°C. La vapeur permet également une cuisson homogène et conserve les qualités des aliments cuits (Turkmen et *al.*, 2005).

La cuisson à la vapeur d'eau s'effectue à l'aide d'une couscoussière. Cette cuisson conserve la saveur des aliments et leur valeur nutritionnelle, elle est en revanche plus longue que la cuisson à l'eau (Dauté et *al.*, 2001).

II .8. Conservation de jus de carotte

II .8.1. Traitement thermique

A . La pasteurisation

La pasteurisation est la méthode la plus utilisée pour la conservation des jus de fruits et des légumes, qui est une étape indispensable de stabilisation microbiologique. La pasteurisation est un traitement thermique modéré permettant la destruction des microorganismes pathogènes et d'un grand nombre de microorganismes d'altération. La température du traitement est généralement inférieure à 100°C et la durée de quelques secondes à quelques minutes dans des échangeurs de

chaleur tubulaires. Ce traitement thermique doit être suivi d'un brusque refroidissement afin de ralentir le développement des germes encore présents (spore) (Clinquart, 1999). Le jus pasteurisé est introduit froid dans le contenant par exemple des bocaux en verre, ceux-ci, après fermeture, sont chauffés dans un bain-marie d'eau chaude jusqu'à température voulue à cœur. Les bocaux sont ensuite refroidis sous l'eau froide et conservés à 4°C (Benamara et Agougou, 2003).

B. Réfrigération

Le froid arrête ou ralentit l'activité cellulaire, les réactions enzymatiques et le développement des micro-organismes. Il prolonge ainsi la durée de vie des denrées alimentaires en limitant leur altération. Néanmoins, les micro-organismes éventuellement présents ne sont pas détruits et peuvent reprendre leur activité dès le retour à une température favorable.

La réfrigération consiste à abaisser la température pour prolonger la durée de conservation des aliments (la température de réfrigération se situe dans les alentours de 0°C à 4°C) (Manu, 2016).

C. Acidification

De nombreux produits alimentaires se conservent grâce à un pH faible, soit parce qu'ils contiennent naturellement une teneur élevée en acide organique (par exemple : produits fermentés comme le yaourt), soit parce que des acides leur sont volontairement ajoutés (confiseries, boissons...). Dans ces produits, l'acidité participe à la conservation, mais est également recherchée pour la saveur qu'elle apporte.

L'acide citrique(E330) est l'un des acides organiques les plus utilisés dans l'industrie agroalimentaire vu qu'il a un effet inhibiteur vis-à-vis des bactéries pathogènes. Cette activité antimicrobienne est attribuée à la chélation d'ions métalliques nécessaires à la croissance microbienne.

L'acide citrique permet de diminuer très rapidement le pH à des valeurs empêchant un développement microbien (pH<2.9). Lorsqu'on souhaite stabiliser ce pH à une valeur précise on utilise l'acide citrique en combinaison avec des sels de sodium(E331),de potassium (E331), ou de calcium(E333) qui ont un effet tampon (Gardner,1972).

II .9. Diagramme de fabrication d'un jus de carotte

Les étapes de fabrication d'un jus de carotte sont représentés dans la figure si dessous:

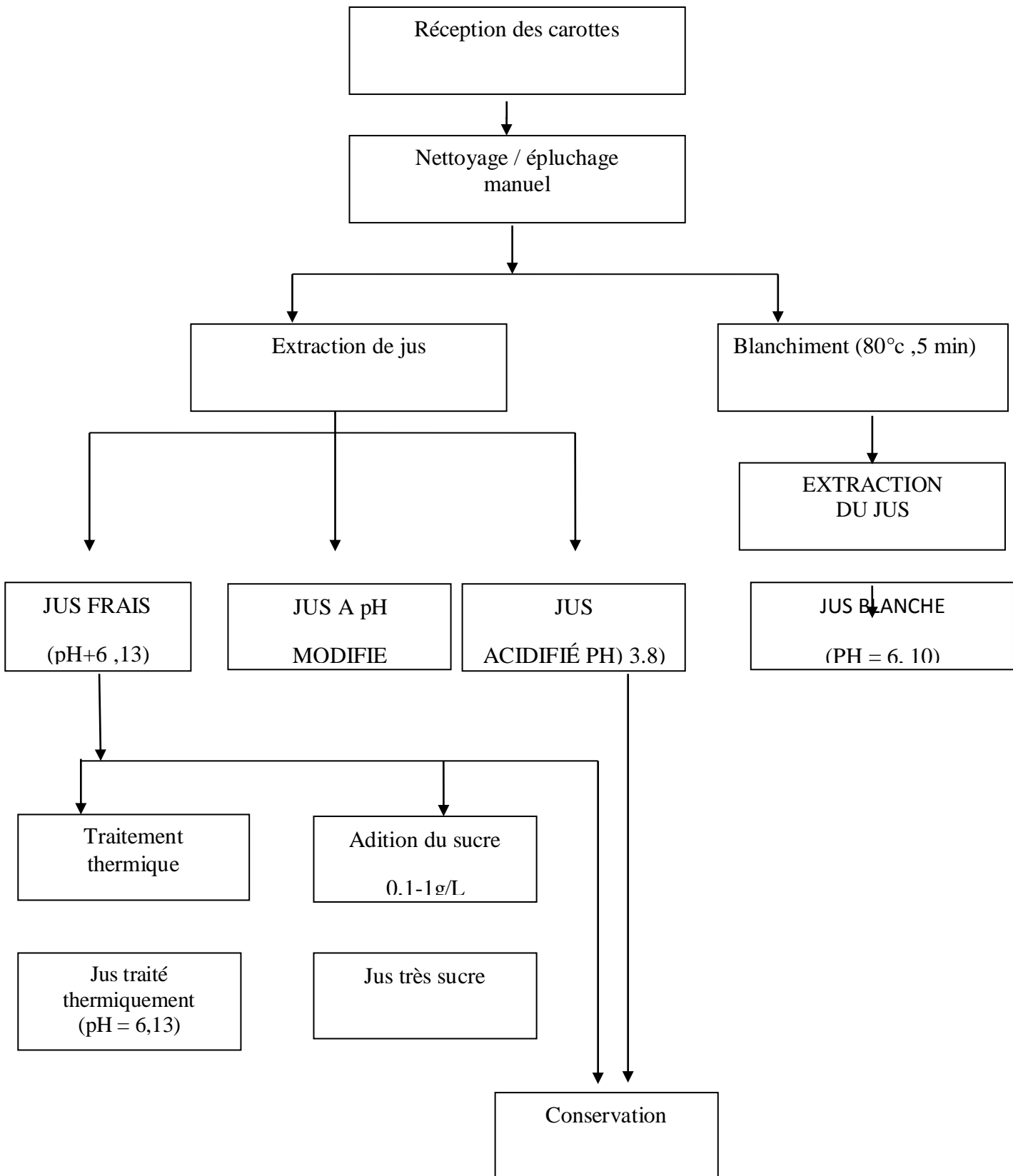


Figure 3: Diagramme de fabrication des différents jus de carottes (Aguiló-Aguayo et *al.*, 2014).

II .10. Composants actifs dans le jus de carotte

II .10.1. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des micronutriments importants pour l'homme. Les caroténoïdes totaux contenus dans la partie comestible des racines de la carotte vont de 6 000 à 54 800 µg / 100 g. La fonction physiologique principale des caroténoïdes est en tant que précurseur de vitamine A

Le jus de carottes cru contient 8710 ± 590 mg / 100 g de b-carotène. Le b-carotène des plantes est transformé en vitamine A dans l'intestin grêle. Le alpha-carotène peut également être trouvé en orange où il a moins d'activité précurseur de la vitamine A que le b-carotène (Héctor et *al.*,2015)

II .10.2. Fibres alimentaires

Les fibres alimentaires sont un complexe non digestible des glucides trouvés dans les composants structurels des plantes. Ils ne peuvent pas être absorbés par le corps et n'ont donc aucune valeur calorifique.

Les jus de carotte sont riches en aliments fibres et ces fibres jouent un rôle important dans la santé humaine et les régimes riches en fibres alimentaires sont associés à la prévention, réduction et traitement de certaines maladies (. maladies cardiaques, prévention de constipation, régulation de la glycémie) Les fibres alimentaires ne sont pas seulement souhaitables pour leurs propriétés nutritionnelles mais aussi pour leur fonctionnalité et propriétés technologiques (Héctor et *al.* 2015).

II .10. 3. antioxydants

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité de résister à l'oxydation. Les antioxydants les plus connus sont le β-carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E) ainsi que les composés phénoliques. En effet, la plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxyphénoliques dans leurs structures et les propriétés antioxydantes sont attribuées en partie, à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles (OH•) et super oxydes (O₂•) (Popovici et *al.*, 2010).

II .10.4. Polyphénols

Les polyphénols constituent le groupe de métabolites le plus large et le plus répandu du règne végétal et font partie intégrante de l'alimentation humaine et animale. Les polyphénols sont présents dans de nombreux aliments d'origine végétale, tels que les légumes, les fruits, les céréales ou les fruits secs, ainsi que dans les boissons, comme le cidre, la bière ou le thé. Ces composés sont très diversifiés et dérivent de la phénylalanine et de la tyrosine (Tsao, 2010).

Les composés phénoliques dans les carottes sont présents dans toutes les racines mais sont hautement concentré dans le tissu du périderme. Les hydroxycinnamiques sont deux grandes classes de composés phénoliques. acides et acides para-hydroxybenzoïques Bien que la peau de carotte ne représente que 11% de la quantité du poids de la carotte fraîche, il pourrait fournir 54,1% des composés phénoliques totaux, tandis que le tissu du phloème fournit 39,5% et le xylème ne fournit que 6,4% (Georgé et *al.*, 2005).

II .10.5. Flavonoïdes

Le terme flavonoïdes désigne une très large gamme de dérivés naturels de benzo-pyrane appartenant à la famille des polyphénols et très répandu dans les cellules photosynthétiques. Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge de différents organes végétaux les différents groupes dont les flavones, les flavonones, les isoflavones, les flavonols, les catéchines et les pigments roses, rouges, pourpres et bleu només anthocyanines Ces substances se rencontrent à la fois sous forme libre ou sous forme de glycosides. Les flavonoïdes présents dans le jus de carotte sont les flavonols (quercétine, kaempférol, rutine ou quercétine 3-rutinoside) (Alsalvar et *al.*, 2005). Les flavonoïdes sont capables de réduire les radicaux libres comme le superoxyde, le peroxyde et radical hydroxyle par transfert d'hydrogène.

II .10. 6. vitamine C

La vitamine C ou acide L-ascorbique est une vitamine hydrosoluble sensible à la chaleur et à la lumière. Elle est composée de 6 atomes de carbone, 6 atomes d'oxygène et 8 atomes d'hydrogène, La dégradation de la vitamine C dans le jus provoque une perte de la qualité nutritionnelle mais aussi l'apparition de composés volatiles odorants à impact négatif et la formation de composés bruns responsables d'une modification de la couleur. Lors de son évolution dans le jus, la vitamine C peut donner naissance à différentes formes de réductones. Les carottes sont des sources relativement pauvres en vitamine C, la consommation de 100 grammes de carotte satisfait moins de 10% de la RDI quotidiens en vitamine C. Le jus de carottes a été démontré qu'il possède une teneur élevée en vitamine C (Billiau et *al.*, 2010).



***MATERIELS ET
METHODES***

III. Matériel et méthode

III.1. Matériel

Ce travail a été réalisé dans la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie – Université de Jijel. Une période d'environ 3 mois s'étalant d'Avril à juin 2019 a été nécessaire pour réaliser les objectifs espérés.

I.1.1. Matériel biologique

- **La souche bactérienne :** il s'agit d'une bactérie lactique, *Lactobacillus plantarum* J21 isolée à partir du jabot de poulet par notre encadreur lors de ses travaux antérieurs. La souche est pure et identifiée par séquençage du rDNA 16S, elle est choisie parce qu'elle a une bonne résistance aux sels biliaires, aux sucs gastriques et au pH acide, ainsi que pour son aptitude à l'autoagrégation et à la coagrégation.

- **La matière végétal :** Le matériel végétal utilisée dans ce travail est constitué d'un légume, La carotte de variété Musca d'Alger (*Ducaus carota*), achetée fraîche du marché local de Jijel et transportée directement au laboratoire de contrôle de qualité de l'université. Ces carottes ont un poids variant de 65 à 85 g, une longueur de 6-13cm et une épaisseur de 3-5cm avec une couleur orange. Elles ont été entreposées à 2-4°C en attendant leur transformation en jus de carotte.

III.1.2. Produits chimiques et réactifs: L'ensemble des tests réalisés ont nécessité ce qui suit :

- NaOH 0,1N, phénophtaléine (pour la détermination de l'acidité).
- Empois d'amidon, diphenyl picrylhydrazyl (DPPH).
- Follin-Ciocalteu, carbonate de sodium (7.5%) (pour la détermination des polyphénols).
- Réactif de Tashiro, sulfate de cuivre, sulfate de potassium, acide borique, et l'acide sulfurique 0.1N (pour le dosage de l'azote).
- Acide ascorbique (pour la réalisation de la courbe d'étalonnage).
- L'éthanol, le méthanol, le chloroforme.
- Eau distillée et Eau physiologique stérile.

III.1.3. Appareillages et verreries:

- Tubes à essai, Boites de Petri.
- Spatules, pipettes et pipeteurs, micropipettes et embouts, pipette Pasteur.
- Becher, flacons en verre, creusets, lames, anses de platine.
- Burette.

- Bec Bunsen.
- Balance, Vortex, pH mètre, Agitateur et barreaux magnétique.
- Étuves, four à moufle, Bain marie.
- Turbidimètre.
- Conductimètre.
- Viscosimètre.

III.1.4. Milieux de culture

Les milieux de cultures cités ci-dessous ont été utilisés pour la réalisation de la partie microbiologique de notre travail :

Germes recherchés	Milieu de culture
Flore totale anaérobies mésophiles	Gélose PCA
Bactéries lactiques	Gélose MRS
Levures et moisissures	Gélose Sabouraud

III.2. La méthodologie de travail

La méthodologie de recherche suivie dans la réalisation de la présente étude peut être regroupée en trois (3) parties:

La première partie a consisté en la revivification de la souche probiotique de *Lactobacillus plantarum* J21. La seconde partie a consisté en la collecte de la matière première suivie de sa transformation grâce aux différentes opérations unitaires en vue d'obtenir un jus de carotte brut. La troisième étape a consisté à ensemençer le jus de carotte brut par la souche de *Lactobacillus plantarum* J21 et la réalisation de différentes analyses physico-chimiques, microbiologique et des tests sensoriels en vue d'évaluer la qualité du jus produit.

III.2.1. Revivification de la souche: cette étape consiste à relancer et cultiver la souche de *L. plantarum* J21 sur milieu Man- Rogosa-Sharp (MRS). La souche qui a été précédemment conservée à -20°C dans le bouillon MRS contenant 20% de glycérol et du lait écrémé a été revivifiée par ensemençement dans le bouillon MRS suivi d'une incubation à 30°C pendant 48 heures. (Chen et al., 2019).

III.2.2. Préparation de l'inoculum

Les inoculums ont été préparés par repiquage de la souche dans du bouillon MRS à 1% et incubation jusqu'à ce que la densité cellulaire enregistrée par spectrophotométrie (590 nm) atteigne 0,600. La culture est ensuite centrifugée à 4000g pendant 10 minutes et le culot est resuspendu dans 10 ml de l'eau physiologique stérile et utilisé pour compléter le jus (Hachemi et *al.*, 2017).

III.2.3. Prétraitement de matière première, fabrication du jus de carotte brut

Les opérations de prétraitements peuvent être décrites comme suit :

Les carottes ont été soigneusement lavées avec de l'eau distillée, avant et après épluchage, puis coupés en morceaux d'une épaisseur de 0,5 cm (pour augmenter la surface de contact avec l'eau et afin d'extraire le maximum de jus). Puis les pièces des carottes ont été blanchies dans l'eau distillée contenant 3g/l d'acide citrique à 90°C pendant 3 min (Adubofuor et *al.*, 2016). Ensuite 200g de carottes découpées est porté à la cuisson par la vapeur pendant 6 min dans le but de ramollir les parois (Park, 1987).

A l'aide d'un mixeur (Stich Blinder STR- 702D) les carottes ont été mixées avec 500 ml d'eau minérale naturelle (Bouglez) et 0.5g d'acide citrique à froid. Enfin, une étape de filtration dont le but est de séparer la phase liquide (jus) de la phase solide (pulpe) est effectuée par une gaze stérile. Le pH de jus a été ensuite ajusté à 4.5 et le jus est rempli dans des bouteilles stériles en verre. Le jus est pasteurisé au bain marie pendant 5 min à 90°C (Gerhardt Bonn, Memmert, Germany). Enfin, les flacons sont refroidis sous l'eau froide et conservés à 4°C (Bourguet, 2008).

I.2.4. Préparation de jus de carotte lacto-fermenté :

La méthode utilisée dans notre expérience est celle décrite par Breidt et Caldwell (2011) avec des modifications mineures. Chaque flacon de jus de carotte déjà préparé a été ensemencé à raison de 5% par la souche lactique *L. plantarum* J21, ensuite la fermentation a été faite à 37°C pendant 24 heures. Enfin, les flacons sont conservés à 3°C.

Le diagramme de fabrication de jus de carotte est présenté dans la figure suivante:

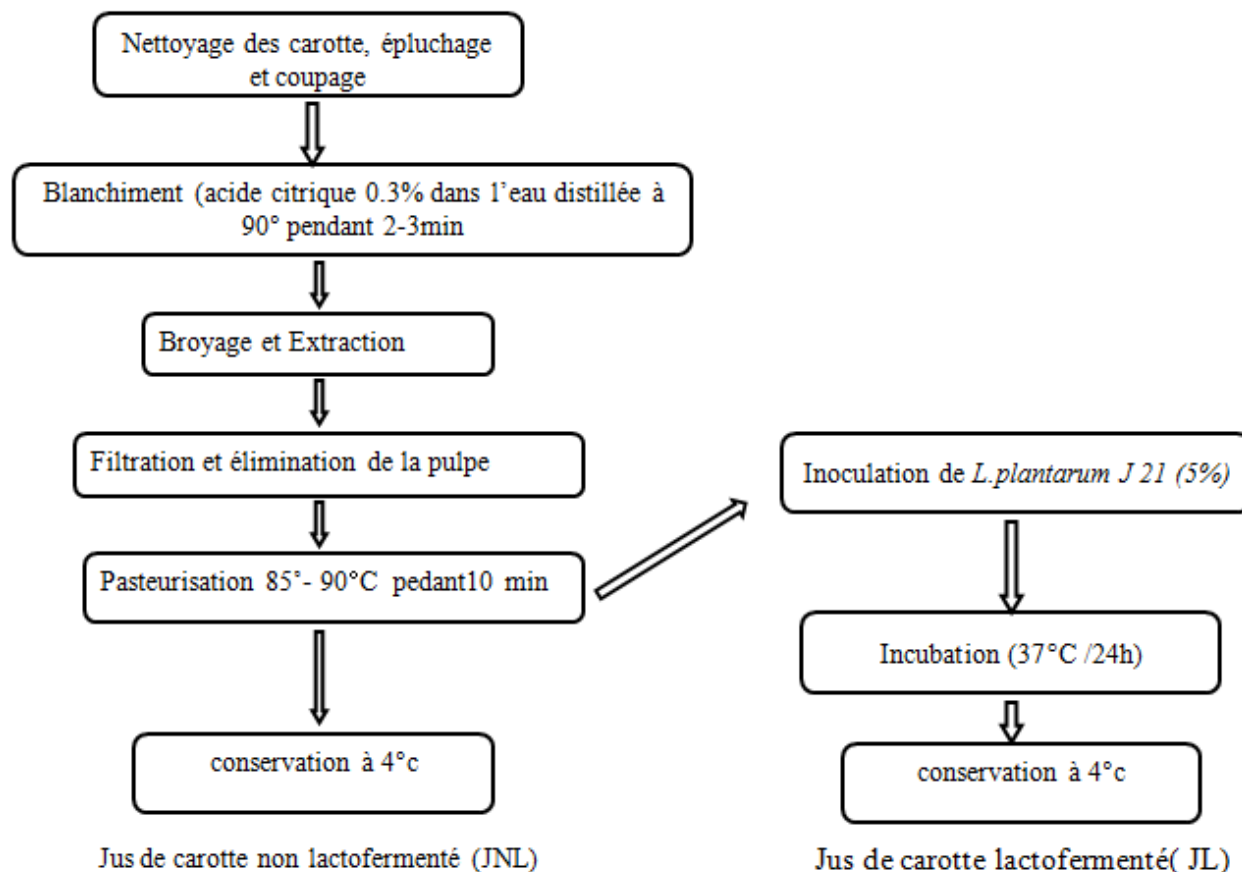


Figure (4) : Diagramme de la préparation des jus de carotte (Breidt et Caldwell, 2011).

III.2.5. Détermination du rendement d'extraction de jus

Le rendement en jus est la quantité de jus extraite après pressage par rapport à la masse initiale du produit (Adjou et *al.*, 2013). Il est calculé par la formule suivante:

$$R\% = \frac{m_j}{m_i} \times 100$$

Avec:

R : Rendement en jus (%)

M_j :Masse de jus après pressage (g)

M_i: Masse avant pressage (g)

III.3. Analyses physicochimiques

Elle a consisté à la détermination des paramètres chimiques tels que (le PH, l'acidité titrable, la teneur en matière sèche et organique, le degré brix, la teneur en cendre, la teneur en minéraux, teneur en protéines, détermination du saccharose, du fructose et du glucose, recherche de pectine et dosage des composés bioactifs dans le jus) et physiques tels que (la densité, la conductivité électrique, la turbidité et la viscosité).

III.3.1. Teneur en eau

La teneur en eau est définie comme étant la perte de poids subie lors de la dessiccation (Audigie et *al.*, 1978). Trois creusets vides sont séchés à l'étuve durant 15 min à $103 \pm 2^\circ\text{C}$. 2 g d'échantillon sont pesés dans chacun des creusets, puis placés dans une étuve (Memmert, Germany) réglée à $70 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant 6 heures. Les creusets sont retirés de l'étuve et pesés après refroidissement dans un dessiccateur. L'opération est répétée trois fois (Chemists, 1990).

La teneur en eau des échantillons est calculée selon la formule suivante :

$$H(\%) = \frac{M1 - M2}{P} \times 100$$

Avec:

H (%) : Humidité.

M1 : Masse du creuset contenant la matière fraîche avant étuvage (g).

M2 : Masse du creuset contenant la matière fraîche après étuvage (g).

P : Masse de la prise d'essai (g).

III.3.2. Détermination de la matière organique et des cendres

Le dosage des cendres est basé sur la destruction de toute la matière organique sous l'effet de la température élevée ($500 \pm 25^\circ\text{C}$) (Linden, 1981).

2 g d'échantillon sont pesés dans des creusets et sont ensuite placés dans un four à moufle (termolyne/furnace 6000 china) réglé à 550°C pendant 5 heures jusqu'à l'obtention des cendres blanchâtres avec un poids constant. Les creusets sont pesés après refroidissement dans un dessiccateur. L'opération est répétée trois fois (Chemists 1990).

La matière organique est calculée selon la formule suivante :

$$MO(\%) = \frac{(M1 - M2)}{p} \times 100$$

Avec:

MO : Matière organique (g).

M1 : Masse du creuset contenant la prise d'essai (g).

M2 : Masse du creuset et des cendres (g).

P : Poids de la prise d'essai(g).

La teneur en cendres est calculée comme suit : **Cendre (%) = 100 – MO %**

III.3.3. Mesure de PH

La détermination du pH, est essentielle pour le contrôle d'une fermentation microbienne. Sa variation, nous renseigne sur l'activité métabolique de la microflore (Ould El Hadj et *al.*, 2001).

Le pH des échantillons de jus de carottes a été déterminé comme suit :50 ml de jus ont servi à la détermination du pH après étalonnage du Ph mètre (Model Hanna pH 211, USA) par immersion directe de l'électrode dans le jus à 20°C (Nadeem et *al.*, 2018).

III.3.4. Mesure de l'acidité titrable

L'acidité titrable (AT) est déterminée par titrage avec une solution de NaOH standardisée de (0,1)N au point de virage avec la phénolphthaléine (pH = 8,1 ± 0,1).L'AT a été exprimée en équivalents d'acide citrique (**AOAC. 2002**).

L'acidité est déterminée par la formule suivante :

$$A(\%) = \frac{V \cdot 0,07}{V(\text{ml})} \times 100$$

Avec:

V: Volume d'échantillon pris pour le titrage (mL) ;

V: Volume de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N utilisé (mL) ;

0,07: Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique.

III.3.5. Mesure du degré Brix

Un jus sucré dévie la lumière (réfraction). Cette propriété est utilisée pour estimer la teneur en sucres. Il est convenu d'appeler sucres : indice réfractométrique, degré brix, le pourcentage de matières sèches solubles.

Le taux de solides solubles (TSS), exprimé en degré Brix, est déterminé à l'aide d'un réfractomètre. Une goutte de jus a été déposée sur le verre du réfractomètre à poche (Model ATAGO HSR-500, JAPAN) préalablement nettoyé avec l'eau distillée et séché pour en évaluer la quantité de matières en suspension. La lecture de la valeur de l'extrait sec réfractométrique a été faite à la lumière, au niveau de l'oculaire de l'appareil (Gao et al., 2019).

III.3.6 Mesure de la conductivité électrique

La conductivité électrique exprime l'aptitude de la solution aqueuse à conduire un courant électrique. Elle est en corrélation avec la teneur en sels solubles (Rodier, 1997). La conductivité électrique du jus est déterminée selon la méthode de (Zou et Jiang 2016). L'électrode du conductimètre (BIOBLOCK, Belgium) est plongée dans un bécher contenant 30 ml d'échantillon, la lecture s'est faite directement sur l'afficheur du conductimètre à 23°C.

III. 3.7. Mesure de la turbidité

Les mesures de turbidité indiquent la quantité de matière colloïdale en suspension dans le jus, ce qui donne une mesure de la concentration des substances qui causent la sédimentation (Eric 2011). La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre (AQUALYTIC SN 084591, GERMANY). La cuvette de celui-ci est remplie par l'échantillon, puis introduite dans la cellule de mesure en changeant l'échelle de mesure jusqu'à l'obtention de la valeur de turbidité exacte sur l'écran de l'appareil. L'opération est répétée trois fois. Les résultats sont exprimés en unité de turbidité (NTU) (Ogando et al., 2019).

III. 3.8. Mesure de la viscosité

La viscosité des jus est mesurée avec un viscosimètre rotatif AR 1000 (Haake, Viscotester, Germany) équipé d'un cône (angle 2°, diamètre 40 mm). Son fonctionnement était basé sur la résistance à la torsion offerte par un liquide lorsqu'une broche de caractéristiques connues tourne (broche R1, 200 tr / min). Le récipient de celui-ci est rempli avec 250 ml d'échantillon, puis sa sonde est introduite dans le récipient en changeant l'échelle de mesure jusqu'à l'obtention de la

valeur de viscosité exacte sur l'écran de l'appareil. L'opération est répétée trois fois. La valeur de viscosité a été exprimée en mPa/s (Anese et al., 2015).



Photo1: Viscosimètre en mesure

III. 3.9. Mesure de la densité

La densité est déterminée par la formule physique connue : $\text{densité} = \frac{\text{poids}}{\text{volume}}$. Après chaque 2 heures, un volume de 30 ml est prélevé et le poids équivalent est noté pour effectuer les calculs (Mousavizadeh et al., 2010).

III.3.10. Détermination de la teneur en protéines

Afin de déterminer la quantité en protéines dans les jus de carottes ; nous avons procédé à un dosage de l'azote total qui passe par les étapes suivantes :

- **Minéralisation:** Dans un matras de l'appareil **Kjeldahl**, 2g de jus de carotte ont été introduits avec 2g de catalyseur (mélange de 20g de sulfate de cuivre et sulfate de potassium), 25 ml de H₂SO₄ concentré (97%) et 2 ml d'eau oxygénée à 30%. Le matras est ensuite chauffé jusqu'à ce que la couleur noire se transforme en une couleur limpide, ce qui indique la transformation de l'azote organique en azote minéral. Ensuite on laisse refroidir et on transpose l'échantillon minéralisé dans une fiole, on lave le matras avec l'eau distillée tout en ajustant le volume jusqu'à 100 ml.
- **Distillation et titration :** dans un matras, on introduit 10 ml du contenu de la fiole au quel on additionne 20 ml d'eau distillée et 30 ml de la soude à 35%. En parallèle, on prépare une solution d'acide borique à 0,1N avec quelques gouttes d'indicateur de Tashiro. La distillation est arrêtée au bout de 4 minutes à compter du début d'ébullition.

En raison de l'utilisation de l'acide borique comme solution de récupération, on va alors titrer l'excès des anions de borate avec la solution d'acide sulfurique (0,1N) jusqu'au changement de la coloration du vert au rose-violet du au virage de l'indicateur de Tashiro. L'azote total est calculé par la formule suivante :

$$\text{Azote total (N) (\%)} = \frac{(VB-VE).0.0014.10.100}{M}$$

Sachant que :

VB : Volume d'H₂SO₄ 0.1N utilisé pour un essai blanc.

VE : Volume de H₂SO₄ 0.1N utilisé pour la titration de la solution à doser (ml).

100 : Coefficient du pourcentage.

10 : Coefficient du volume total de la solution à doser.

M : Masse de la prise d'essai.

Le taux d'azote total est converti en taux de protéines brutes selon la formule suivante :

Avec :

6.25 : est le facteur de conversion basé sur le taux moyen d'azote des protéines.

Taux de protéines brutes (%) = N total (%) x 6.25

III. 3.11. Détermination du saccharose, du fructose et du glucose

Des échantillons de 5 ml de jus de carottes ont été homogénéisés et filtrés sur un filtre millipore de 0,22 µm. Le filtrat a été utilisé pour la détermination du contenu du saccharose, du fructose et le glucose dans les échantillons de jus de carottes dans un système HPL. Les conditions de la phase mobile ont été utilisées comme indiqué par (Zhang et *al.*, 2016).

La quantification a été effectuée par un standard externe avec du saccharose, du glucose et du fructose qualité HPLC (Annexes 1) ; les résultats ont été exprimés en grammes par 100 ml de jus de carottes.

III.3.12. Recherche de pectine

Dans un tube à essai, 10 ml d'éthanol acidifié (1 ml d'acide chlorhydrique concentré dans 100 ml d'éthanol 96%) sont ajoutés à 5 ml de jus. Après 2 agitations renversées et une incubation de 15minutes à température ambiante, un gel apparaît s'il y a présence de pectine (Grimi et *al.*,2007).

III.3.13. Dosage de cuivre, de zinc et de cadmium

Le dosage de certains métaux dans les jus de carottes a été réalisé comme suit : 3 g de jus sont pesés dans un creuset en porcelaine et portés au four à moufle à 450 °C jusqu'à calcination. Les cendres issues de la calcination sont ensuite dissoutes dans une solution de 5 ml d'acide chlorhydrique (2 N) et la solution obtenue est enfin évaporée jusqu'à sécheresse. On obtient alors un résidu final qui est à nouveau dissout dans une solution d'acide nitrique de concentration 0,1 mol/l et la teneur en sels minéraux est déterminée par spectrophotomètre d'absorption atomique (voire annexe 2, 3, 4) (Adjou et *al.* 2013).

III.4. Dosage des composés bioactifs dans le jus

III.4.1. Dosage des caroténoïdes

La détermination quantitative des caroténoïdes est effectuée par des techniques spectrophotométriques. L'absorption est déterminée dans un solvant approprié à la longueur d'onde d'absorption maximale des caroténoïdes (Young et Britton, 1993).

Deux millilitres de jus de carottes ont été mélangés pendant 5 min avec 10 ml de chloroforme /méthanol de qualité analytique (2: 1). Après agitation, la phase organique a été séparée de la phase aqueuse et filtrée avec du papier filtre et recueillie. La phase aqueuse a été extraite à plusieurs reprises avec 5 ml de chloroforme / méthanol jusqu'à ce qu'elle est devenue incolore.

Tous les extraits recueillis ont été mélangés et dilués à un volume final de 50 ml avec du chloroforme/méthanol, et les caroténoïdes ont été quantifiés à température ambiante (21 C°) par un spectrophotomètre (Specord 50, Analytische Jena, Germany) à une longueur d'onde de 450 nm.

Des solutions standard de β -carotène ayant une concentration allant de 0 à 14 $\mu\text{g} / \text{ml}$ ont été utilisées Annexe (5). Les résultats sont exprimés en équivalent μg de β -carotène / 100 ml d'échantillon (Martínez-Flores et *al.*, 2015).

III.4.2. Dosage des composés phénoliques totaux

III. 4.2.1. Extraction des composés phénoliques

Un millilitre de jus de carottes a été extrait avec 10 ml de méthanol et agité dans une zone sombre pendant 24 h dans un agitateur orbitaire.

Après centrifugation à 4500 rpm pendant 10 minutes dans une centrifugeuse (Hettich D-78532, Germany) les surnageant sont été recueillies, stockés à 4°C et utilisés pour quantifier les composés phénoliques (Martínez-Flores et *al.*, 2015).

III. 4.2.2. Dosages des composés phénoliques

Le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀). La méthode de folin-Ciocalteu est basée sur l'oxydation des cycles phénoliques, couplée à la réduction de l'acide phosphomolybdique. Le réactif de Folin-Ciocalteu voit ses propriétés colorimétriques modifiées lorsqu'il est complexé à certaines molécules, il réagit avec la fonction OH des phénols, cette réaction se traduit par le développement d'une coloration bleu foncée, permettant de déterminer la concentration des polyphénols en se référant à une courbe d'étalonnage à partir des concentrations connue (Vermerris et Nicholson, 2006; Sochor et *al.*, 2010).

Le dosage des polyphénols totaux est réalisé comme suit, 200 µl de la solution d'extraction obtenue est mélangée avec 4.0 ml d'eau distillé et 400 µl de réactif Folin-Ciocalteu avec un Vortex (MS2 Mini shaker, VWR VV3) et maintenu à température ambiante (25°C ± 1°C) pendant 10 min. Ensuite, nous avons ajouté 1,25 µl d'une solution de carbonate de sodium à 20%, on l'a mélangé dans un vortex et on l'a maintenu dans l'obscurité pendant 120 min. L'absorbance a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre (Model Ultrospec 100 pro SHIMADZU, Germany) à 760 nm. Les résultats ont été exprimés en mg d'équivalents d'acide gallique (mg EAG/100ml) (annexe 6) (Adiamo et *al.*, 2018).

III. 4.3. Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium (AlCl₃). Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium) (Chang et *al.*, 2002). L'AlCl₃ forme un complexe très stable avec les groupements hydroxydes OH des phénols, ce complexe jaune absorbe la lumière visible à une longueur d'onde de 415 nm. La teneur en flavonoïdes totaux dans le jus de carotte est déterminée par la méthode colorimétrique du trichlorure d'aluminium, elle est reposée sur la capacité de ces composés à former des complexes chromogènes avec le chlorure d'aluminium (AlCl₃). Dans un tube à essai 1 ml d'extrait est ajouté à 1 ml de la solution d'AlCl₃, après 10 minutes d'incubation à température ambiante, la DO est mesurée à 415nm. La concentration des flavonoïdes est déduite

à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec la quercétine et est exprimée en microgramme équivalent de quercétine par milligramme d'échantillon (voire annexe 7) (Talbi et *al.*, 2015).

III. 4.4. Activité antioxydante

Le DPPH est un radical libre stable utilisé expérimentalement pour remplacer les radicaux libres produits par les cellules en réponse à des stress internes ou externes. Il est l'un des premiers radicaux libres utilisés pour étudier la relation structure-activité antioxydante des composés phénoliques (Popovici et *al.*, 2009).

Dans ce test, les antioxydants réduisent le diphenyl picryl-hydrayl ayant une couleur violette en un composé jaune, le diphenyl picryl-hydrazine (Figure 5), dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (Sanchez-Moreno, 2002). L'absorbance du radical est dans la gamme de 517 nm (Noipa et *al.*, 2011).

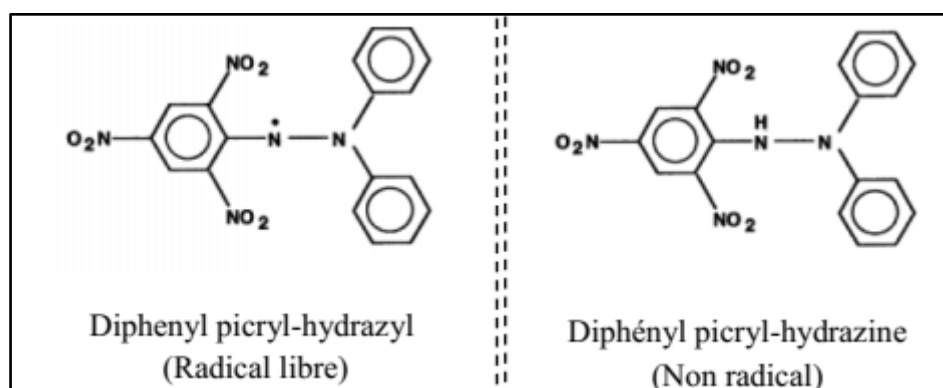
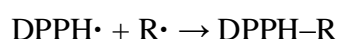
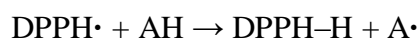


Figure (5): Formes libre et réduite de DPPH (Molyneux, 2004).

Le piégeage de DPPH est suivi par une diminution de l'absorbance. Cette diminution se produit en raison de la réduction par un antioxydant (AH) ou une réaction avec une espèce radicalaires ($R\cdot$) (Gordon, 2001).



La réaction est généralement rapide, mais des réactions secondaires lentes peuvent provoquer une diminution progressive de l'absorbance, et l'équilibre ne peut être atteint que pendant plusieurs heures. Toutefois, la plupart des chercheurs font la lecture après 15 ou 30 minutes (Gordon, 2001).

Le test DPPH est réalisé selon la méthode décrite par Kourouma et *al.*, (2019). 2,9 ml de la solution de diphenylpicryl hydrazyl (DPPH) sont ajoutés à 100 μl d'extrait. La décoloration est

mesurée à 517 nm contre un témoin contenant le DPPH et le solvant après une incubation à 30 minutes à l'obscurité, l'absorbance est lue à 517 nm. Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH est donné par l'équation :

$$\% \text{ d'inhibition du DPPH} = (At - Ae) / At \times 100$$

Avec :

At : Absorbance du blanc

Ae : Absorbance de l'échantillon

III. 5. Analyses microbiologiques

Un suivi de 6 jours a été réalisé dans le but d'évaluer la stabilité et la qualité microbiologique des deux types de jus de carotte (JNL et JL) conservés à 4°C.

III. 5.1. Préparation des dilutions décimales

La qualité microbiologique des jus de carotte a été appréciée à travers la détermination de la flore aérobie mésophile, les bactéries lactiques et des levures et moisissures. Pour cela, 1 ml de l'échantillon à analyser a été prélevé de façon aseptique auquel ont été ajoutés 9 ml d'eau physiologique stérile. Ce mélange, homogénéisé au vortex, a servi de solution mère ; des dilutions décimales successives ont été ensuite réalisées et utilisées pour l'ensemencement des boîtes de Pétri

III. 5.2. Dénombrement microbien

- La flore totale aérobie mésophile est l'ensemble des microorganismes aptes à se développer à l'air, aux températures moyennes, plus précisément ceux dont la température optimale de croissance est située entre 25°C et 40°C. Elles ont la capacité de donner des colonies visibles. Cette flore a été déterminée sur milieu Plate Count Agar (PCA) (Bourgeois et Leveau, 1991).

- Les levures sont des champignons microscopiques (6 à 10 microns) unicellulaires eucaryotes se produisant par bourgeonnement ou fission, interviennent dans la fermentation des matières animales ou végétales en transformant les sucres en alcool et gaz carbonique.

Les levures et moisissures ont été dénombrées dans des boîtes de Pétri coulées par la gélose Sabouraud, et ensemencés ce avec 20 µl de la solution mère ou des dilutions décimales puis incubées à 25°C pendant 3-5 jours (Michel et *al.*, 2001).

- La flore lactique a été dénombrée sur le milieu MRS avec une incubation à 37°C pendant 24 à 48h.

Pour dénombrer les flores susmentionnées, 20 µl de la suspension mère ou de ses dilutions ont été étalés dans des boîtes de Pétri stériles contenant le milieu de culture par l'utilisation de la méthode des spots (Fernandez *et al.*, 2013). Après l'assèchement des gouttelettes, les boîtes de Pétri ont été retournées et incubées. Le dénombrement des germes en Unité Formant Colonie (UFC) / ml des échantillons de jus analysés a été obtenu par application de la formule:

III. 6. Analyse sensorielle

La méthode d'évaluation sensorielle utilisée dans cette étude était basée sur celle proposée par Zhang *et al.* (2016). Un groupe formé d'étudiants (7 hommes et 7 femmes) âgés de 18 à 26 ans de l'Université de Jijel s'est porté volontaire pour participer à l'étude. Pour se qualifier, les membres du jury devaient être non-fumeurs et ne pas être allergiques aux carottes. L'ordre des jus de carottes a été déterminé sur la base d'un modèle randomisé dans lequel chaque type de jus de carotte était échantillonné au hasard en premier, et chaque volontaire buvait chaque jus de carotte indépendamment des autres volontaires. Au cours du processus d'évaluation, tous les volontaires ont utilisé un questionnaire pour mesurer leur degré d'appréciation quant à la couleur, l'apparence, l'arôme, le goût et l'acceptabilité générale du jus de carotte. Chaque échantillon de jus de carotte était versé dans un petit gobelet en plastique et remis au volontaire dans le bon ordre. Les volontaires ont goûté chaque jus de carotte et ont attribué un nombre compris entre 1 et 9, indiquant à quel point ils aimaient ou non chaque attribut. Les volontaires ont reçu de l'eau du robinet et des biscuits non salés entre chaque échantillon de jus de carotte. Au cours du processus d'évaluation, les volontaires étaient libres de commenter chaque échantillon de jus de carotte. Les commentaires ont été enregistrés en bas du questionnaire.



Photo 2 : Analyse sensorielle des jus

III.7. Analyse statistique

Les résultats sont présentés par la moyenne suivie de l'écart-type ($n = 3$) pour chaque paramètre. L'analyse statistique des données expérimentales est réalisée avec l'Excel 2013. Les résultats obtenus sont soumis au test de Student (test d'égalité des espérances). Elles sont considérées :

$p < 0,05$: différences significative.

$p < 0,01$: différences très significative.

$p < 0,001$: différences hautement significative.



***RESULTATS ET
DISCUSSIONS***

IV.1. Rendement de jus

Le rendement en jus est considéré comme un facteur d'importance économique primordiale pour l'industrie de la transformation et fabrication du jus. Bien que les informations disponibles soient limitées, des rendements de jus entre 50 et 70% ont été rapportés selon les diverses méthodes d'extraction (Vora, 2001).

Tableau2 : Rendement du jus

Masse de jus avant pressage (g)	Masse de jus après pressage (g)	Pourcentage(%)
655,25± 3	454,0± 5	69,29±1.8%

Selon le tableau 2 les résultats montrent que le rendement en jus de carotte après pressage est de 69,29, ce qui est largement supérieur à celui de Khandare et *al.* (2011) qui est de 40±2.3%, et d'Adubofuor et *al.* (2016) qui a obtenu un rendement de 53.32±5% d'un jus de carottes non blanchi, et à ceux de Smati et *al.* (2017) et Guihua et *al.* (2008) qui ont travaillé sur un jus de citron et ont trouvé un rendement compris entre 38.43% et 40.39% respectivement. Les techniques d'extraction affectent directement le rendement en jus (Padonou et al, 2015).

Selon Adubofuor et *al.*(2016) le blanchiment augmente le rendement de jus et diminue lorsque la durée de conservation des carottes augmente. La diminution du rendement s'expliquerait par la perte en eau des carottes. En effet une fois les carottes récoltées, la conservation réalisée à la température ambiante (28 - 30°C), favoriserait des phénomènes de transpiration.

IV.2. Caractéristiques physico-chimiques

IV.2.1. Détermination de la teneur en eau et en matière sèche

La détermination de l'eau (dénommée également détermination de l'humidité) est l'une des analyses effectuées le plus fréquemment dans les laboratoires du monde entier, car la teneur en eau dans de nombreux produits a une influence déterminante sur leur qualité, la possibilité de traitement, leur conservation et leur stabilité (Mathlouthi, 2001).

Le taux d'humidité (H%) est calculé et rapporté sur la figure

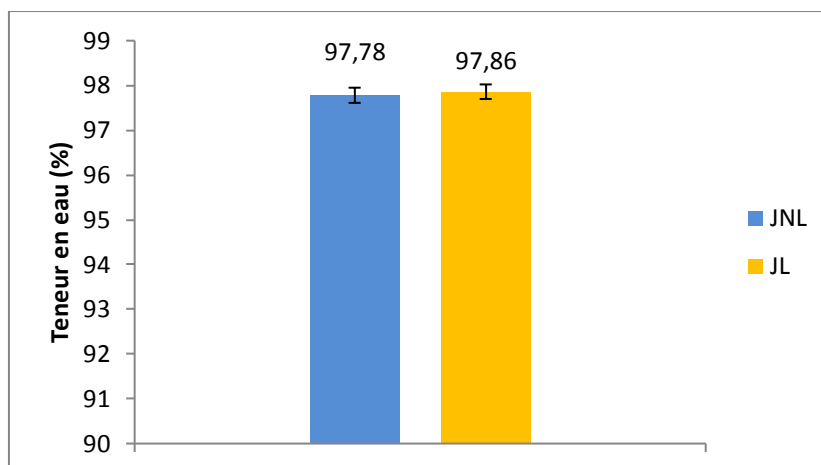


Figure 6: Taux d'humidité des jus fabriqués

Au regard des résultats obtenus, il ressort que les différents échantillons analysés sont constitués pour presque la totalité de leurs poids d'eau. Celui-ci varie de $97,78 \pm 0,69\%$ à $97,86 \pm 0,162\%$ pour les JNL et JL respectivement. On remarque qu'il n'y a pas une grande différence significative entre les deux types de jus ($P > 0,05$).

Ces résultats pouvant être comparés avec des données de différents travaux réalisés dans le même contexte, principalement celui de Waghray *et al.* (2012) qui a travaillé sur le jus de carottes et citrons (97%), et Adubofuor *et al.* (2016) qui a étudié la qualité d'un jus de carotte non blanchi et a trouvé 94%. Ces résultats sont légèrement supérieurs aussi à celui d'Olalude *et al.* (2015) qui est de 91 %.

Par ailleurs, la figure (7) montre les résultats obtenus pour la teneur en matière sèche des deux types de jus de carotte, où on remarque que celle du jus fermenté est inférieure à celle de produit brut avec des valeurs de $2,13 \pm 0,169$ et $2,22 \pm 0,162$ respectivement. On remarque qu'il n'y a pas une grande différence significative entre les deux types du jus ($P > 0,05$).

Les facteurs qui peuvent influencer la teneur en eau de la carotte sont l'âge de la plante, la période du cycle végétatif et même des facteurs génétiques (Sharma *et al.* 2012; Villeneuve et Leteinturier 1992). Cette variation de la teneur en eau peut être due aussi aux différentes conditions et processus de la technologie de fabrication de jus (Zhang *et al.* 2016).

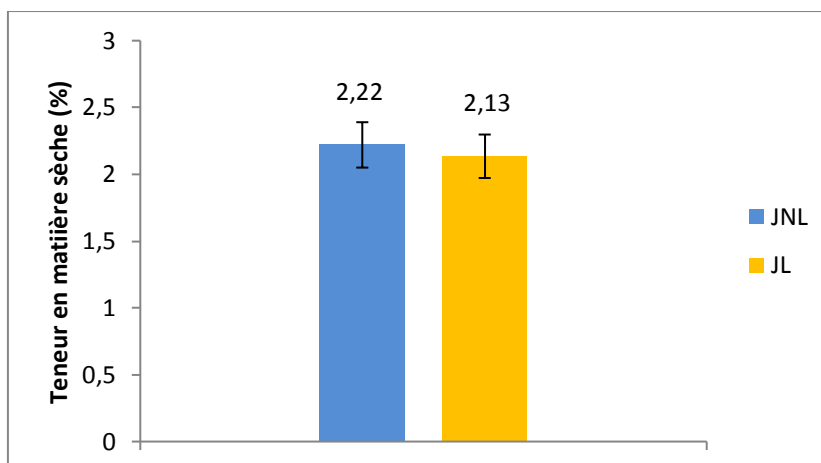


Figure 7 : La teneur en matière sèche des jus de carotte fabriqués

Une étude similaire réalisée par Lu et *al.* (2002) sur la même matière première a montré des résultats supérieurs aux nôtres, avec une teneur en matière sèche variant entre 4.34 et 5.01%.

IV.2.2. La teneur en matières organique et cendres

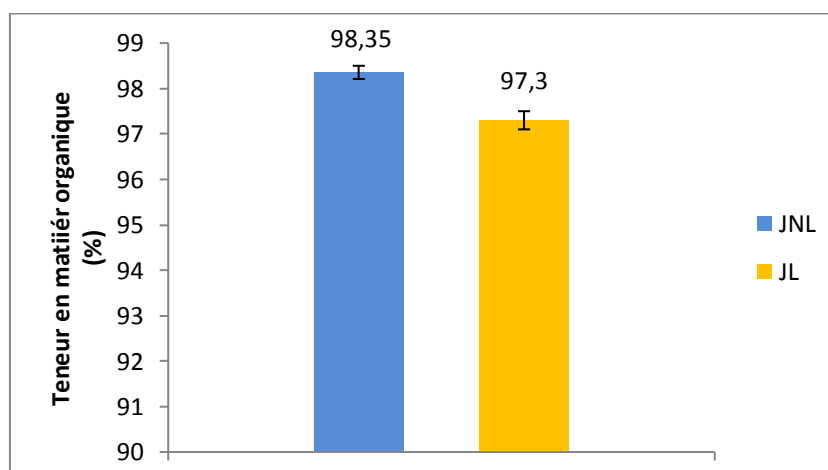


Figure 8 : Teneur en matière organique des jus fabriqués

L'expression cendres totales est un terme se rapportant à la partie inorganique d'un échantillon alimentaire restant après que l'échantillon soit brûlé à 600 °C pendant deux à cinq heures. Ce résidu contient des oligo-éléments tels que le calcium, le phosphore, le sodium, le potassium, le magnésium et le manganèse.

La détermination de la teneur en matière minérale nous éclaire sur la qualité nutritionnelle de l'échantillon à analyser. En effet, la teneur en cendres des aliments doit avoir un seuil à ne pas dépasser pour la consommation humaine et animale (Gaouar, 2011).

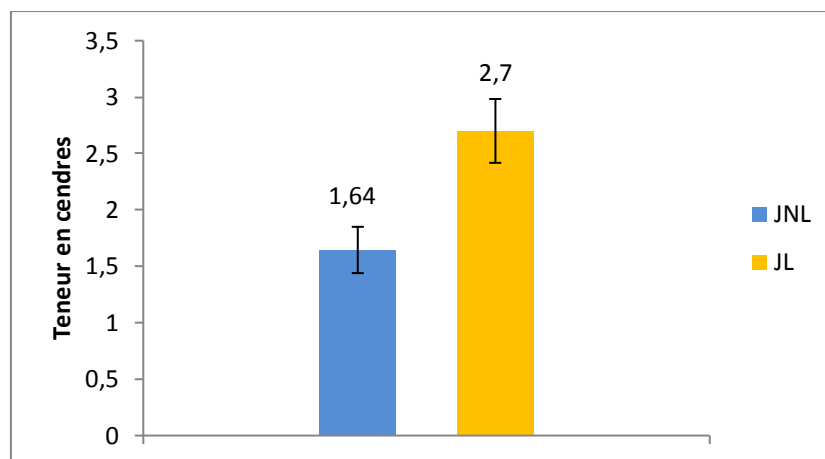


Figure 9: Teneur en cendres des jus fabriqués

L'analyse statistique révèle une différence significative de la teneur en cendres entre les valeurs de la teneur en cendres ($P < 0,05$). Les valeurs vont de $1.64 \pm 0.2\%$ et $2.7 \pm 0.28\%$ pour le JNL le JL respectivement. Donc le JL est plus riche en cendres que le JNL.

Ces résultats sont supérieurs à ceux trouvés par Adubofuor et *al.* (2016) à savoir $0,41 \pm 0,01\%$ et d'Olalude et *al.* (2015) qui est de $1,33 \pm 0.15\%$ et à celui d'Alwis et *al.* (2016) avec $1.56 \pm 0.01\%$. Une étude similaire réalisée par Lu *et al.* (2002) sur le jus de concombre a montré des résultats supérieurs aux nôtres, avec une teneur en matière sèche variant entre 4.34 et 5.01%.

Selon Francou (2003), la masse totale des cendres ne correspond pas vraiment à la teneur en matières minérales d'un aliment: il peut y avoir perte de substances par volatilisation ou synthèse d'oxydes et de carbonates pendant la combustion.

IV.2.3. Evolution du pH et de l'acidité

Le pH est un autre paramètre déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit affronter pour assurer sa prolifération (Sadler et Murphy, 2010). Ainsi, le Codex Alimentarius recommande dans ce cas une valeur de pH comprise entre 3 et 4,5 pour les jus destinés à la conservation (Adjou et *al.*, 2013).

Les valeurs moyennes du pH enregistrées au cours du procédé de conservation des jus, sont regroupées dans la figure ci-dessous :

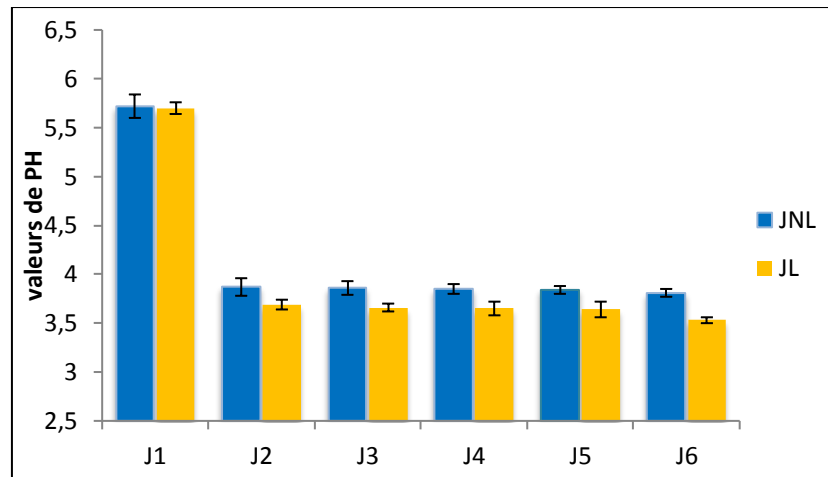


Figure10: Evolution du PH des jus de carotte fabriqués au cours de stockage à 4°C

Avant de précéder à la fermentation, le jus de carotte avait un pH de 5,72. Cependant après ensemencement du jus de carotte brut par la souche *L.plantarum* J21, le pH a chuté jusqu'à atteindre une valeur de 3.81 pour le JNL et 3.53 pour le JL après 6 jours de conservation à 4°C.

Ce résultat se concorde avec celui obtenu par Idoui (2013), qui a réalisé une étude sur le même produit et a obtenu une réduction de pH de 6,5 à environ pH 3,55 dans les jus fermentés, alors qu'il a atteint un pH de 3,86 dans le cas du témoin pendant la période de conservation.

Des études réalisées et qui ont utilisé des probiotiques de la même espèce que la nôtre mais dans des substrats différents ont donné des résultats variés mais qui montrent que le pH baisse au cours de la conservation. L'étude réalisée par Nosrati et al, (2014), qui a travaillé sur le jus de concombre lactofermenté par *L.casei* et *L.plantarum*, a trouvé une diminution du pH au cours de la conservation qui a atteint 3.7. Hashemi et al, (2017) a eu des résultats comparables aux nôtres ; cette étude a été réalisée sur le jus de citron avec une souche de même espèce *L.plantarum* où le pH a diminué jusqu'à 3,4 au cours de la conservation à 4°C pendant 29 jours. Lavinia et al, (2012) dans une étude réalisée sur le jus de concombre avec une souche de *L.acidophiles* le pH a diminué de 6.21 à 2.51, après 24 heures d'incubation.

Une diminution de Ph de 6,2 à 3.68 dans le jus de pommes fermenté par *L.Plantarum* a été trouvée par Li et al (2018) alors que, le témoin a donné des valeurs généralement stables pendant la période de conservation et qui tournaient autour de 6,2.

Les résultats de l'étude menée par Sharma et al, (2013), ainsi que celle réalisée par Nosrati et al. (2014) ont montré que la valeur du pH diminue au cours de la fermentation de jus de légumes, ce changement du pH est due à la production de l'acide lactique.

L'acide citrique a certainement un effet sur l'abaissement du pH, (Abdel-Naeem et Mohamed, 2016). La chute de pH est le fait du métabolisme des composants de jus de carotte par notre souche

qui a pu convertir ces derniers en acides organiques qui agissent directement sur le potentiel hydrogène du produit. De même, il est bien établi que les bactéries lactiques produisent principalement de l'acide lactique lors de la fermentation, ce dernier étant un des conservateurs naturels des produits alimentaires fermentés.

L'acidité a été également suivie au cours de la conservation, les résultats obtenus sont illustrés par la figure 9.

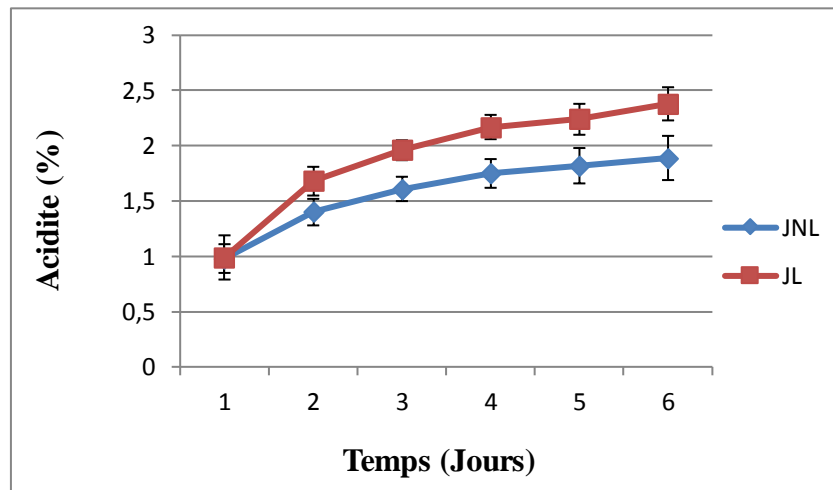


Figure 11 : Evolution de l'acidité des jus de carotte fabriqués au cours de stockage

D'après les résultats de la figure 11, nous constatons que l'acidité des jus de carotte brut et lactofermenté augmente progressivement au cours de la période de stockage de $0,98 \pm 0,13\%$ et $0,99 \pm 0,2\%$ pour atteindre les valeurs de $1,89 \pm 0,2\%$ et de $2,38 \pm 0,15\%$ respectivement.

Par ailleurs, d'après Lavinia et *al.*(2012), il y a une corrélation entre la diminution du pH et l'augmentation de l'acidité, ce qui explique les résultats illustrés dans la figure 9. Cet auteur a montré que l'acidité des jus de carottes augmente au cours du stockage jusqu'à atteindre $12,69^\circ\text{D}$ après 24 heures d'incubation. Cette valeur est strictement inférieure à la nôtre, ce qui nous laisse supposer que notre *L.plantarum* a un statut fermentaire différent à celui des souches utilisées par cet auteur.

Le jus de carottes est généralement à une faible teneur en acides, il contient des petites quantités d'acide succinique, d'acide lactique, d'acide pectique, d'acide citrique, d'acide malique, d'acide glycolique, d'acide ascorbique et d'acide caféique (Vora et *al.*, 1999).

L'acidité augmente pendant le stockage en raison de la fermentation et de l'oxydation des sucres. Lorsque les micro-organismes utilisent les sucres comme nutriments, ils produisent des acides organiques, augmentant ainsi la valeur d'acidité et à mesure que l'acidité du jus de carotte augmentait, les valeurs du pH diminuaient (Martínez-Flores, 2015 ; George et Moilola 2015).

IV.2.4. Degré brix

Les résultats de la détermination du degré Brix de deux jus (JNL et JL) stockée dans les mêmes conditions sont représentés dans le tableau 3.

Tableau 3: Degré Brix des jus fabriqués

	J1	J2	J3	J2	J5	J6
JNL	2	2	2	2,1	2	2,1
JL	2	2,5	2,3	2,1	2	1,8

L'analyse des deux jus de carotte stockées à 4°C a révélé que l'extrait sec réfractométrique reste relativement constant : les variations ne dépassant pas 1 % pour un JNL tandis que le JL en observe augmentation dans le deuxième jour de conservation à partir de ce jour-là en remarquant une diminution de °Brix jusqu'à atteindre une valeur de 1,8 dans le 6^{ème} jour.

Selon Robertson et Samaniego (1986), un autre jus (le jus de citron stockée à 36 °C) est contenant un degré de Brix de 9.4 ne présente aucun changement significatif durant le stockage.

Notre résultat est proche de celle trouvé par Liu *et al.* (2016) qui ont montré que le degré Brix de jus de concombre est entre 2.13 et 2.63 °Brix, Cependant, une autre étude menée par Zhao *et al.* (2013), a montré que le taux des solubles totaux est de 3° Brix dans le jus de concombre au cours de son stockage ce qui est légèrement supérieur à notre résultat.

L'augmentation de Brix est négligeable mais peut être expliqué par l'effet d'évaporation qui provoque la diminution de l'eau et donc l'augmentation de la concentration du saccharose dans le JNL.

Après le temps de fermentation à 37°C, nous avons observé une augmentation du °Brix dans le JL (2 à 2.5 °Brix). Ceci est expliqué par le fait que cette bactérie est un bon producteur d'exopolysaccharides (Kalui *et al.*, 2009) qui pourraient être considérés comme des prébiotiques. De plus, ces exopolysaccharides peuvent améliorer la viabilité des bactéries probiotiques dans les cas où ils sont présents dans les boissons (Bulatovic *et al.*, 2014), au cours de stockage La diminution du taux d'extrait sec soluble du notre jus en présence des bactéries lactiques confirme leur métabolisation (Sadok *et al.*, 2014) à partir de l'utilisation des sucres comme source de carbone.

IV.2.5. La conductivité

La conductivité électrique est un paramètre important pour l'évaluation de la qualité des jus et donne une idée sur l'état de fraîcheur de celui-ci. Elle est faible lorsque le jus est frais, et augmente en perdant la fraîcheur de celui-ci (Bazhal, 2001). Elle permet aussi de détecter les changements de structure du produit traité (Lebovka *et al.*, 2004).

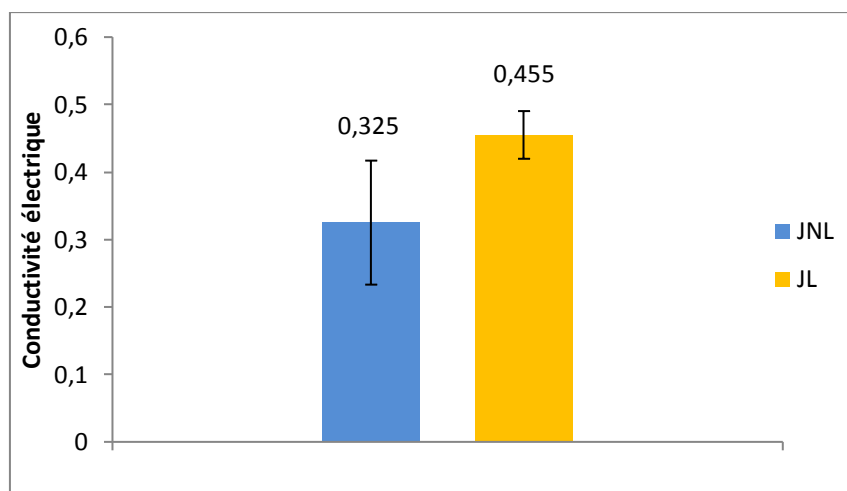


Figure 12 : Conductivité des jus fabriqués

Les résultats obtenus nous montrent que la conductivité dans le JL est de 0.455 ± 0.09 , elle est un peu plus élevée que celle de JNL qui est de $0.325 \pm 0,03$, mais cette différence est non significative ($P > 0.05$) de point de vue statistique. Ces valeurs sont similaires que celles trouvées par Rodrigo *et al.* (2003) qui a rapporté des conductivités de 0.416 ± 0.11 , 0.375 ± 0.01 et 0.435 ± 0.03 dans trois types des mélanges du jus orange-carotte.

Cependant nos résultats sont inférieurs à ceux trouvés par Zhang (2009) et Abid *et al.* (2014) dans le jus de carotte frais et un jus de pomme, avec des valeurs de $1,41 \pm 0,09$ et $1,39 \pm 0.04$ (S/m) respectivement.

La conductivité électrique est influencée par le pH de la solution, la valence des ions et le degré d'ionisation. Cette légère augmentation de la conductivité électrique pourrait être attribuée à la libération d'éléments minéraux ou de vitamines provenant des tissus de carottes (Rodier *et al.*, 2005; Zou et Jiang, 2016).

IV.2.6. La turbidité

Les mesures de turbidité indiquent la quantité de matière colloïdale en suspension dans le jus, ce qui donne une mesure de la concentration des substances qui causent la sédimentation (Pelletier, 2009).

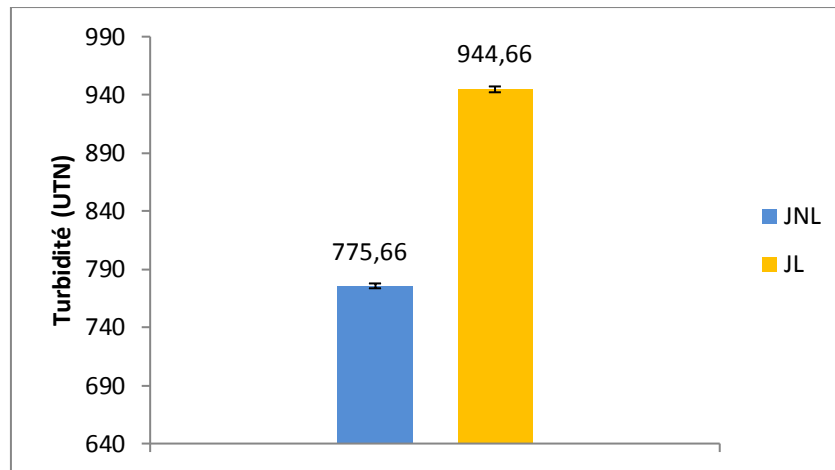


Figure 13: Turbidité des jus fabriqués

Selon la figure 13 la turbidité du JNL est de 775.66 ± 2.08 UTN elle est inférieure à celle du JL (944.66 ± 2.51 UTN). Selon l'analyse statistique, ces résultats sont significativement différents ($P < 0,05$). Nos résultats sont largement inférieurs à celui de Reiter et *al.* (2003) qui a travaillé sur un jus de carottes avec pulpe et a obtenu 2500 UTN.

Zhang et *al.* (2016) montrent que la turbidité du jus de carotte est demeurée inchangée après le traitement thermique, dont ces auteurs ayant effectué une étude sur deux jus de carotte ayant subi deux traitements thermique différent (HPP, HTST) et ont conclu qu'il y a eu une diminution de la turbidité. Le blanchiment des carottes est généralement utilisé pour inactiver la pectine estérase (PE) ou la pectine méthyle stérase (PME) afin de maintenir la stabilité des nuages dans le jus de carotte avant le pressage (Zhou et *al.*, 2009). Le blanchiment peut également entraîner la coagulation des protéines en vue de leur élimination à l'avance afin de maintenir la stabilité du jus de carotte.

IV.2.7.La viscosité

La viscosité est le terme qui représente la résistance à l'écoulement et au mouvement. Lorsque la viscosité augmente, la capacité du fluide à s'écouler diminue. La plupart du temps la viscosité diminue lorsque la température augmente. L'unité officielle de viscosité est le m .Pascal seconde (Pa.s) (Stephan, 2013).

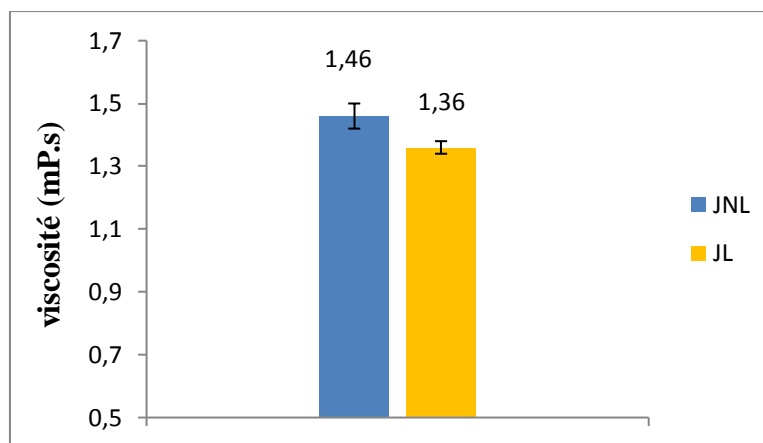


Figure 14: Viscosité des jus fabriqués

L'analyse statistique des résultats montre une différence non significative ($P < 0,05$) entre les valeurs de la viscosité des jus fabrique.

D'après la figure, on remarque que la viscosité du JNL est plus élevée à celle du JL avec des valeurs de 1.46 ± 0.04 et 1.36 ± 0.02 respectivement. Ces résultats sont inférieurs à ceux trouvés par Sharma et al. (2009, Martínez-Flores et al. (2015) et Jiang (2016), qui trouvaient des valeurs de 1.47 ± 0.03 ; 1.52 ± 0.02 et 1.97 ± 0.05 (mPa / s) respectivement.

La viscosité est corrélée à la concentration des sucres, parce que l'ajout du sucre rend le jus plus visqueux car il pénètre dans les membranes cellulaires et augmente la concentration dans le système colloïdal (Zou et Jiang 2016). Notre jus ne contient aucun sucre ajouté, ce qui explique la viscosité basse.

IV.2.8. La densité

La densité d'un jus de fruits ou légumes est en fait en relation avec la matière sèche contenue dans ce jus. Par convention elle se mesure à une température de 20°C , et à une pression de 1atmosphère (Ramos et Ibarz, 1998).

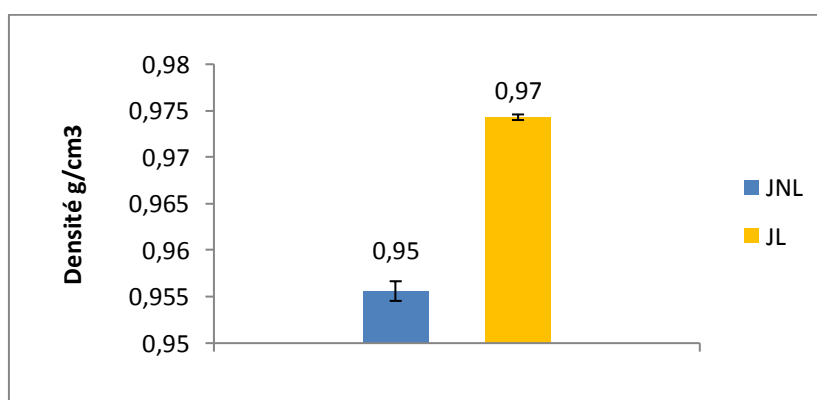


Figure 15 : Densité des jus fabriqués

Les résultats montrent que la densité du jus de carotte brut est égale à $0,95 \pm 0,001$, tandis que dans le jus lacto-fermenté est égale à $0,97 \pm 0,0003$.

Notre résultat est identique à celui trouvé par Leahu et al,(2013) qui a fabriqué un jus de carottes acidifié par le citron, le même chercheur en année a trouvé une densité relative de 1,049 dans le jus d'orange et de kiwi.

D'après nos résultats on peut dire que la densité de notre jus est proche de celle de l'eau qui est de 1 à 25°C (Koch et Holthausen, 2015), cela peut s'expliquer par la teneur en eau élevée dans notre jus.

IV.2.9. Teneur en protéines

Les jus des légumes et fruits sont des sources pauvres en protéines, leur contenu varie entre 1 et 1.35 g/l (George et Moilola, 2015). La teneur en protéines dans la carotte est relativement faible avec une fourchette de 0,77 à 1,2% comme rapportée par Vora (2001).

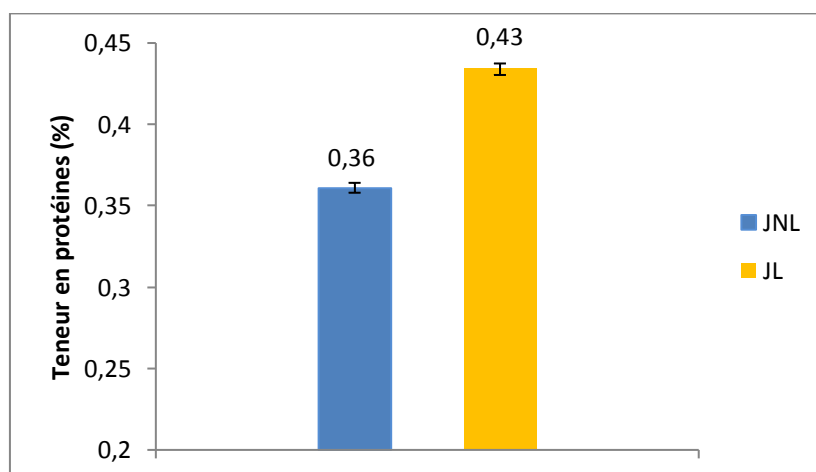


Figure 16: Teneur en protéines des jus fabriqués

Les résultats de la figure 16 montrent que les taux en protéines se situent entre $0,36 \pm 0,003\%$ et $0,43 \pm 0,0035\%$. L'analyse statistique révèle qu'il n'y a pas une différence significative entre les deux types de jus ($P > 0,05$).

Nos résultats sont inférieurs à ceux d'Alwis et al,(2016) où la teneur en protéines dans le jus est de $0,81 \pm 0,02$, et à ceux d'Olalude et al,(2015) qui ont trouvé $1,08 \pm 0,12$. Cette variation peut-être due à la cuisson de jus de carotte entraînant une dénaturation et précipitation des protéines, qui seront perdues au moment de l'extraction et les traitements thermiques au cours de la fabrication (Kumar et al.,2015)

IV.2.10. Détermination du Glucose, du Saccharose et du Fructose

Les différentes teneurs en sucres des jus sont présentées dans le Tableau 4:

Tableau 4 : Teneur en glucose, saccharose et fructose des jus fabriqués ($\mu\text{g} / \text{ml}$)

Echantillons	Glucose	Saccharose	Fructose
JNL	4.031 \pm 0.15	1.722 \pm 0.13	3.657 \pm 0.16
JL	1.599 \pm 0.19	2.570 \pm 0.17	3.359 \pm 0.11

Selon le tableau 4, on remarque que les quantités de glucose et fructose dans le JNL sont plus élevées que celle dans le JL avec des valeurs de 4.031 \pm 0.15 et 3.657 \pm 0.16 et de 1.599 \pm 0.19 et 3.359 \pm 0.11 respectivement. Par contre la teneur en saccharose est importante dans le JL par rapport au JNL avec des concentrations de 2.570 \pm 0.17 et 1.722 \pm 0.13 respectivement.

Nos résultats sont dans la même fourchette de Zhang et al. (2016) qui a travaillé sur un jus de carottes sans sucre avec : 2,079 pour le glucose. 3,69 et 2,19 pour le saccharose et le fructose respectivement. D'autre part, les résultats de l'étude réalisée par Lu et al. (2002) sur le concombre fermenté ont montré que la teneur en sucres varie de 1.75 à 2.45 $\mu\text{g}/\text{ml}$.

Par contre, nos résultats sont largement inférieurs à ceux obtenus par Jabbar et al. (2014) qui a travaillé sur un jus de carotte avec sucres et a trouvé 13,76 pour le glucose. 37,07 et 24,56 pour le saccharose et le fructose respectivement. Cette grande différence est raisonnable parce que notre jus ne contient pas de sucre.

La perte en glucose et fructose est due probablement à l'utilisation de ces substrats glucidiques par *L.plantarum* comme source de carbone pour la croissance et la production des métabolites notamment l'acide lactique (Mousavi et al., 2011). Cela dit, Buruleanu et al. (2012) ont justifié la réduction du taux des glucides dans le jus de concombre fermenté par *L.acidophilus* par son utilisation pour la fermentation homo-lactique qui a conduit à l'acidification du milieu.

Villeneuve et Leteinturier (1992) ont rapporté que la teneur des carottes en sucres dépend de leur stade de maturité, du climat et l'origine géographique, ainsi que les conditions de stockage.

IV.2.11. Détection de la présence de pectine

Les résultats de la mise en évidence des pectines dans les deux types de jus (JL et JNL) sont représentés dans la photo ci-dessous, on remarque que les deux types de jus contiennent une faible teneur en pectines.



Photo 3 : Mise en évidence de la présence des pectines

IV.2.12. Teneur en Cuivre, en Zinc et en Cadmium:

Tableau 5 : Teneur en métaux lourds dans les jus fabriqués (ppm)

Echantillons	Cuivre (Cu)	Zinc (Zn)	Cadmium (Cd)
JNL	0.1229	0.1561	0.0324
JL	0.0842	0.4102	0,0057

La teneur en métaux lourds est déterminée par spectroscopie d'absorption atomique. Les résultats sont illustrés dans le tableau5. Nous constatons que la teneur en cadmium de jus de carotte est trop faible par rapport à celle du Zinc et du cuivre pour l'ensemble des échantillons de jus.

Ainsi, pour le cadmium et le Cuivre, on remarque une concentration de 0.0324 ppm et de 0.1229 ppm dans le JNL, Elle est plus supérieure à celle du JL qui contient 0,0057 ppm et 0.0842 ppm respectivement. Il n'y a pas une grande différence entre les deux types du jus, qui est statistiquement non significative ($P > 0.05$). Notre résultat est légèrement supérieur à celui trouvé par Eric (2011) qui a trouvé 0.01. Par contre il est légèrement inférieur à celui de Sharma et al, (2012) qui a trouvé 0,06 ppm. La teneur en Zinc est de 0.1561 ppm dans le JNL, elle est inférieure à celle du JL qui contient 0.4102 ppm. D'autres chercheurs ont trouvé des résultats différents, comme Sharma et al. (2012) qui a trouvé 0,6-0,8 ppm, et Haq et Prasad (2015) avec 0.9 ppm.

Selon Eric (2011), la plupart des éléments minéraux sont liés aux tissus des végétaux et lors de l'extraction ils se retrouvent dans les pulpes, ce sont seulement 9% qui sont extraits et présents dans le jus.

IV. 3. Dosage des composés bioactifs dans le jus

IV.3.1. Teneur en caroténoïdes

Les résultats de la teneur en caroténoïdes des jus fabriqués sont représentés dans la figure 17 ci-dessous :

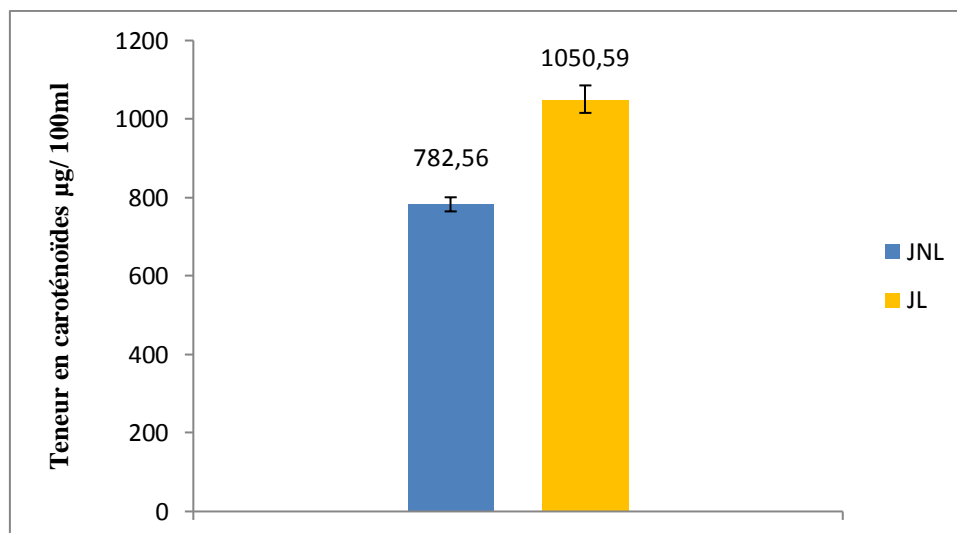


Figure 17 : Teneur en caroténoïdes des jus fabriqués

Selon la figure 17, la concentration des caroténoïdes dans le JL est égale à $1050,59 \pm 20 \mu\text{g}/100\text{ml}$, cette valeur est légèrement supérieure à celle du JNL où la concentration des caroténoïdes était $782,56 \pm 18 \mu\text{g}/100 \text{ml}$. L'analyse statistique révèle qu'il n'y a une différence significative entre les deux types de jus ($P < 0,05$).

Nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par Zou et Jiang (2016), par Hashem *et al.* (2014) et par Eric (2011), qui ont trouvé $347 \mu\text{g}/100 \text{ml}$, $670 \mu\text{g}/100\text{ml}$ et $755 \mu\text{g}/100\text{ml}$ respectivement.

Par contre nos résultats sont inférieurs à ceux d'Olalude *et al.* (2015) et Martínez-Flores *et al.* (2015) qui ont trouvé $2805 \mu\text{g}/100 \text{ml}$ et $1774 \mu\text{g}/100 \text{ml}$ respectivement.

Selon Rodriguez-amaya et Kimura (2004) les facteurs influençant la composition des aliments en caroténoïdes sont la variété, le stade de maturité, le climat et l'origine géographique. la teneur en caroténoïdes peut être affectée aussi par les conditions de stockage et le processus de fabrication comme le blanchiment et les traitements thermiques (Zhang *et al.* 2016).

IV.3.2. Teneur en polyphénols

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires connus par leurs activités biologiques. En effet, ces composés ayant une forte capacité antioxydante, sont utilisés comme médicaments ou suppléments (Macheix *et al.*, 1990). De ce fait, nous avons quantifié leur concentration dans les jus fabriqués. Les résultats de la teneur en polyphénols sont déterminées à partir de l'équation de la

régression linéaire de la courbe d'étalonnage exprimé en mg équivalent d'acide gallique/100ml de jus.

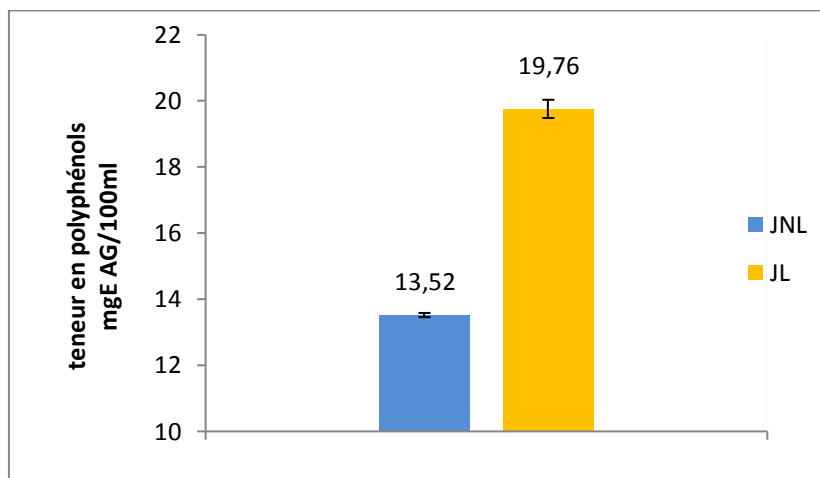


Figure 18 : Teneur en polyphénols des jus fabriqués

Les résultats illustrés par la figure, montrent que la concentration des composés phénoliques dans le JNL est égale à 13.52 ± 0.27 mg EAG/100 ml, cette valeur est un peu inférieure à celle du JL où la concentration des composés phénoliques était de 19.76 ± 0.06 mg EAG/100 ml.

La concentration des composés phénoliques totaux dans nos jus (JNL et JL) sont inférieures à celle trouvée par Zhang *et al.* (2016) qui est de 47.82 ± 0.004 mg EAG/100 ml, Dans d'autres études, Wu *et al.* (2004) ; Faller et Fialho (2009) ont rapporté, des teneurs respectives de 125.00 mg et 45.10 mg EAG/100g, ces teneurs sont très élevées par rapport à nos résultats, alors que ces derniers sont supérieurs à ceux trouvés par Brat *et al.* (2006) et Mélo *et al.* (2006) avec des teneurs successives de 10.10 mg et 12.90 mg EAG/100g.

L'analyse des composés polyphénoliques est influencée par leur nature chimique, la méthode d'extraction utilisée, la durée et les conditions de stockage, ainsi que la méthode d'analyse (Shahidi et Naczki, 2006).

IV.3.3. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une grande classe des composants polyphénoliques présents chez les végétaux ayant des effets bénéfiques sur la santé (Erdman *et al.*, 2007). La figure19 représente les différentes teneurs en flavonoïdes des jus de carotte étudiés.

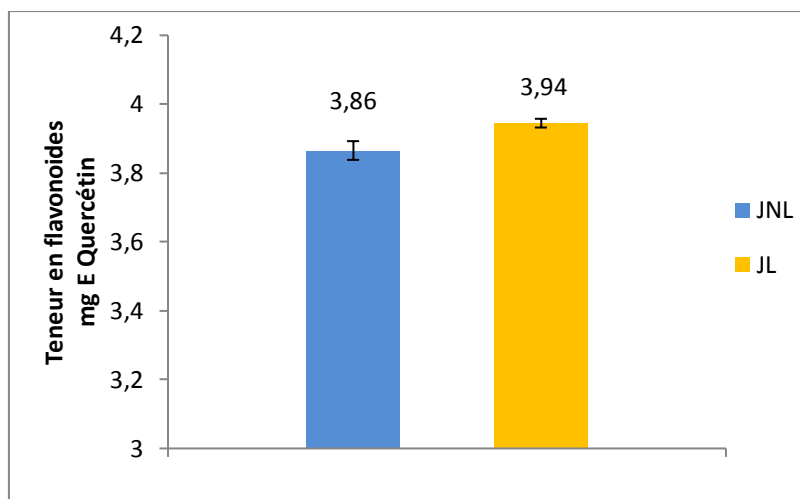


Figure 19: Teneur en flavonoïdes des jus fabriqués

Les teneurs en flavonoïdes des jus de carotte présentent des différences non significatives ($P > 0.05$). Le JL a montré la teneur la plus élevée en flavonoïdes qui est de 3.94 ± 0.012 mg E Quercétin, alors que la teneur la plus faible est celle du JNL avec 3.86 ± 0.027 mg E Quercétin.

Il est rapporté que la fermentation des fruits et légumes provoque une augmentation de contenu en polyphénols et flavonoïdes (Gan *et al.*, 2016; Kwaw *et al.*, 2018). Selon Melo *et al.* (2006) et Xu *et al.* (2008), la diversité des teneurs en flavonoïdes peut être due aux conditions environnementales (la lumière, climat, saison, et le soleil), le degré de maturation ainsi que les méthodes analytiques et la durée de conservation.

IV.3.4. Activité antioxydante (DPPH)

L'activité antioxydante est corrélée aux teneurs en phénols totaux, c'est-à-dire le contenu phénolique élevé est un facteur important qui détermine les capacités antioxydantes. Elle est exprimée par le % d'inhibition du radical DPPH par les deux types du jus. Cette activité est représentée dans la figure (18).

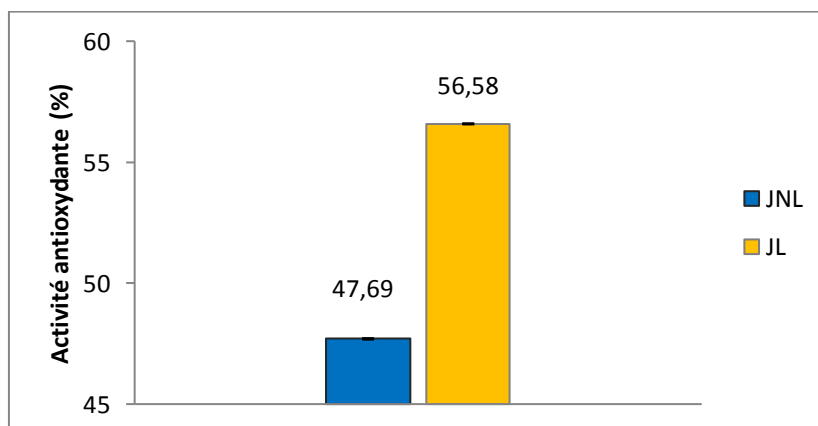


Figure 20: Activité antioxydante des jus fabriqués.

L'analyse statistique révèle une différence significative de l'activité des jus ($P < 0.05$) avec des valeurs de $47,69 \pm 0.099\%$ et $56,58 \pm 0.094\%$ pour le JNL et le JL respectivement.

Ces résultats sont supérieurs de ceux de Li et *al.*, (2018), qui a montré une augmentation de pourcentage d'inhibition pendant une durée de conservation à 4°C des jus de pomme brut qui allait de $24,95 \pm 0,86\%$ à $25,64 \pm 0,11\%$, alors qu'ils remarquent une diminution importante de pourcentage d'inhibition dans le JL mais reste toujours supérieur à celle de JNL. Cette augmentation peut être due à la souche de *Lactobacillus plantarum* J21 (Gan et *al.*, 2016 ; Kwaw et *al.*, 2018).

Des études réalisées par Tounsi et *al.*, (2010) sur l'orange amer et sanguine, ont montré que la capacité antiradicalaire est de 96.1% et 90.21% respectivement. De plus Xu et *al.*, (2008) rapportent que les jus hamlin et citron possèdent des activités antioxydantes de 60.24 et 24.50 respectivement. D'autre part, Mousavi et *al.* (2013) a montré que lors de la fermentation du jus de grenade, l'activité antioxydante a augmenté. En outre, dans une étude précédente, la fermentation de Doogh par *L.plantarum* LS5 a montré des activités de nettoyage radical et augmentation de la stabilité à l'oxydation de Doogh (Hashemi et *al.*, 2016).

L'activité antiradicalaire peut être affectée par de nombreux facteurs tels que, la polarité des solvants et la procédure d'extraction, la variation des espèces utilisées (Ismail et *al.*, 2004). Les métabolites produits par les souches sélectionnées pour la fermentation peuvent également avoir un impact significatif sur l'activité antioxydante croissante dans le jus de fermenté Kim et *al.*, 2011).

IV.4. Analyse microbiologique :

Un suivi de l'évolution microbiologique a été effectué, dont l'objectif est d'apprécier la stabilité du produit et d'évaluer l'effet de la souche *Lactobacillus plantarum* J21 sur la qualité microbiologique du jus de carottes au cours de sa conservation, en comparant avec un jus de carotte brut produit avec le même procédé de fabrication et conservé dans les mêmes conditions.

L'évaluation et le dénombrement des bactéries étudiées ont été déterminés tout au long de 6 jours pendant le stockage à 4°C.

Tableau 6: Nombre de colonies des Levure et moisissures (UFC /ml)

	J1	J2	J3	J4	J5	J6
JNL	41	56	89	198	$1,7.10^2$	$3,6.10^2$
JL	19	41	78	187	$1,2.10^2$	$2,3.10^2$

Le résultat obtenu dans le tableau ci-dessus montrent que les deux jus analysés sont de bonne qualité en ce qui concerne les levures et les moisissures ; dont le nombre ne dépassait pas la norme fixée selon le Journal Officielle de la République Algérienne par 10^2 UFC/ml, ce taux n'a été dépassé qu'à partir du 5^{ème} jour.

Le dénombrement de levure et moisissure dans les jus de carotte est un témoin de contamination et leur présence est non souhaitable.

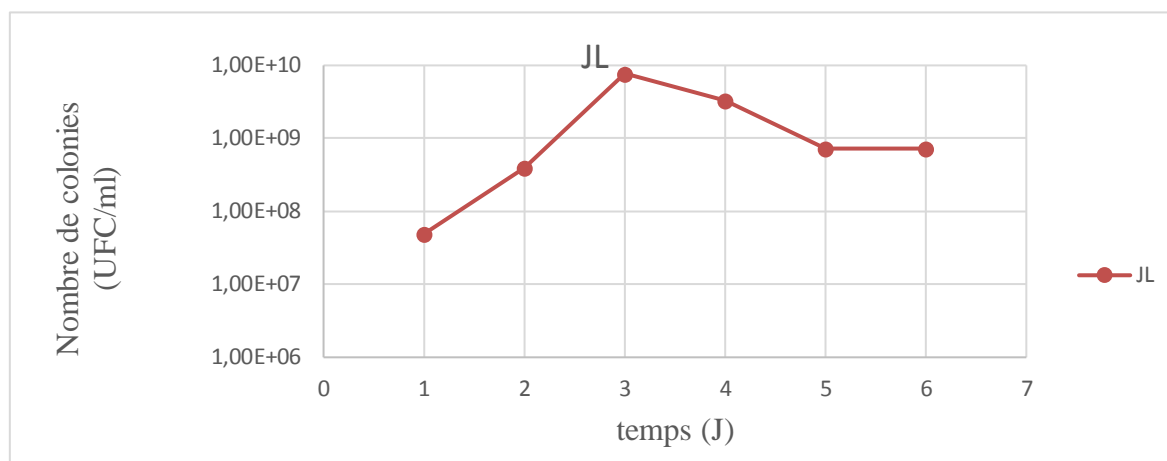


Figure 21 : Nombre de colonies des bactéries lactiques (UFC/ml).

Selon la figure ci-dessus, on remarque que le nombre des colonies des bactéries lactiques augmente dans le jus lactofermenté dès le premier jour après 24 h d'incubation à 37°C. En effet, ce jus a étéensemencé avec 5 % de *L.planctarum*, tandis que dans le jus non lactofermenté les bactéries lactique étaient absentes parce que ce jus est nonensemencé et en plus il est pasteurisé à 90°C pendant (5- 10) min.

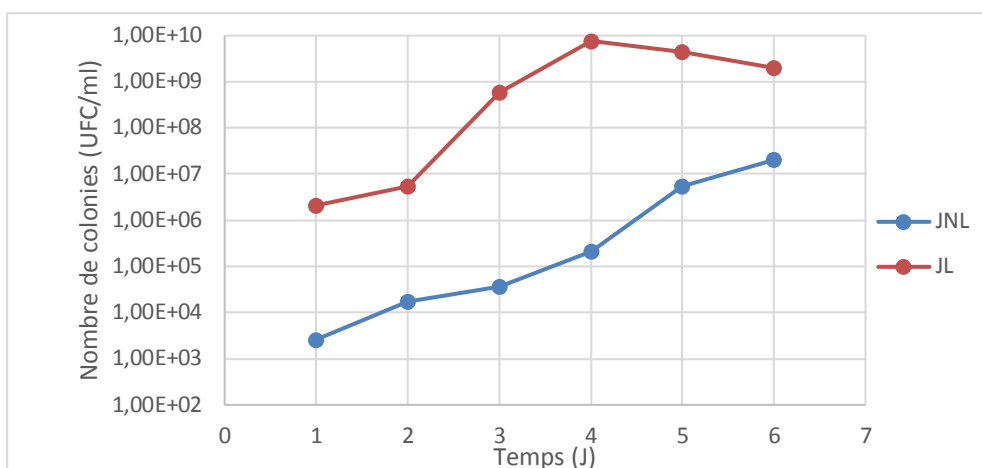


Figure 22: Evolution du nombre de la flore mésophile aérobie totale FTAM.

D'après la figure, on observe que le nombre de la FTAM a augmenté dans les deux types du jus au cours de leur conservation à 4°C. Mais cette augmentation est plus faible dans le jus non lactofermenté.

Les deux jus sont préparés dans les mêmes conditions et de la même façon. Après 1 jour de conservation le nombre des UFC des FTAM est $2.6 \cdot 10^3$ UFC/ml dans le JNL ce qui prouve de l'efficacité de la pasteurisation, alors que dans le JL il est de $2.1 \cdot 10^6$ UFC/ml, le nombre élevé de la FTAM dans le JL est dû à l'ensemencement de ce dernier par la souche *Lactobacillus plantarum*.

La flore mésophile aérobie totale permet d'avoir une idée sur les conditions d'hygiène au cours de la fabrication ainsi que sur la salubrité du produit; en effet même s'il n'y a pas une corrélation entre le nombre de mésophiles et le nombre de micro-organismes pathogènes, on constate généralement que la présence de pathogènes ne se manifeste que pour des flores totales élevées.

La destruction des micro-organismes par la chaleur est la méthode de conservation la plus utilisée en industries agricoles et alimentaires. Elle a pour but de détruire les formes végétatives et de neutraliser les formes nuisibles à la bonne conservation de produit (Xanthakis et Valdramidis, 2016). La réfrigération est la méthode de conservation la plus courante du jus de carottes afin de prolonger la durée de conservation (Daneshi et al., 2013), une réfrigération à 4°C du produit fini ralentit la croissance microbienne (Hsieh et Ko, 2008). La réglementation algérienne exige que le nombre de la FTAM dans les jus à base des fruits et des légumes ne dépasse pas le 10^5 UFC/ml, donc nos résultats sont dans les normes.

Cette stabilité microbiologique peut s'expliquer par l'efficacité des traitements thermiques qui comptent le blanchiment, la cuisson à la vapeur et la pasteurisation (Strickler et al. 2015 ; Ferenc et

al. 2016) ainsi que l'effet de l'abaissement du pH par l'ajout d'acide citrique qui a un effet antimicrobien comme démontré par plusieurs études telle celle menée par Picouet et al. (2015).

IV.5. Effet de *Lactobacillus plantarum* J21 sur les propriétés sensorielles du jus de carottes

L'effet du probiotique sur les propriétés sensorielles du jus de carottes est présenté dans la figure Ci-dessous :

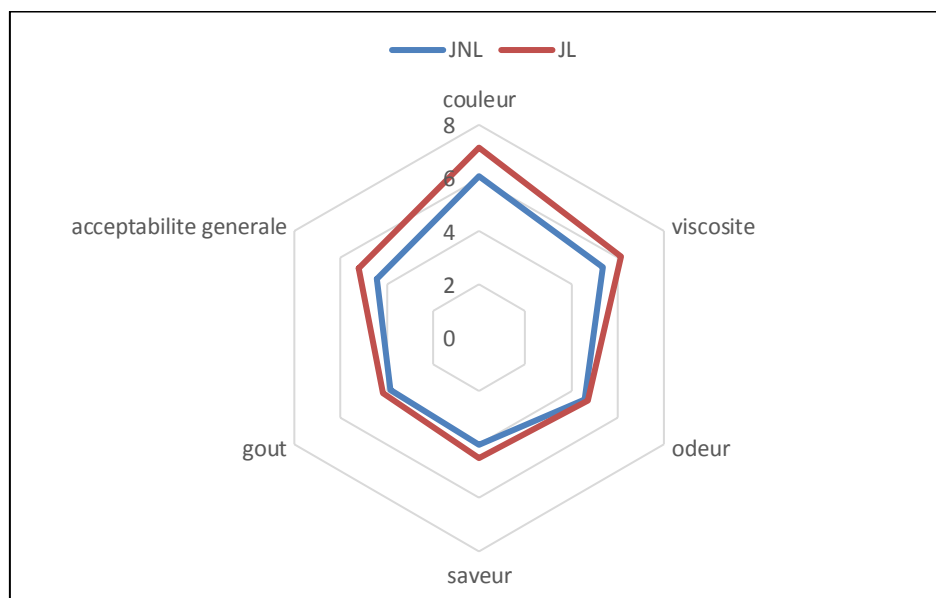


Figure 23: Effet de *Lactobacillus plantarum* J21 sur les critères sensoriels de jus de carotte.

Selon la figure 23 on remarque qu'il n'y a aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les deux échantillons de jus (JL est JNL) au niveau de gout, de saveur et l'odeur. Cependant pour la viscosité, la couleur et l'acceptabilité générale il y'a une différence significative ($p < 0,05$) entre les deux échantillons. L'utilisation de *lactobacillus plantarum* J21 avec le jus de carottes a une bonne acceptabilité par rapport au jus de carottes seul.

L'ajout de la souche n'apporte pas un effet sur le gout et la saveur, par contre à un effet considérable sur la couleur, la viscosité, et l'acceptabilité générale de notre jus.

Des résultats similaires ont été trouvés par Rafiq et al., (2016) qui a trouvé même un changement de couleur, sauf que ce dernier a utilisé un mélange de souches probiotiques.



CONCLUSION

Conclusion

Le jus de carottes est un jus qui devient de plus en plus populaire, grâce aux bienfaits des carottes et leur richesse en éléments nutritifs et antioxydants. Cette richesse nous a poussé à penser de l'utiliser comme moyen pour transporter les bactéries lactiques probiotiques à la population qui ne consomme pas des produits laitiers.

Dans cette étude, des probiotiques à base de bactéries lactiques ont été utilisés pour fermenter un jus de carottes. Nous avons tenté d'évaluer sa qualité tout en le comparant à un jus témoin non supplémenté. Les deux jus ont été fabriqués de la même façon, sauf que le produit à probiotiques a étéensemencé par la souche *Lactobacillus plantarum J21*.

Le jus fabriqué a été obtenu avec un rendement après pressage de 69,29%, ce rendement vient avec une teneur en eau de 97%. Le pH des deux jus a chuté brusquement au deuxième jour, il est passé de presque 6 et arrivé autour de 3, puis il est resté à cette valeur durant la conservation. D'autre côté, l'acidité a continué d'augmenter aux files du temps. Les paramètres physiques comme la turbidité, la viscosité, la densité et la conductivité électrique sont restés inchangés, alors que le JL était plus turbide que le JNL. La détermination des sucres par HPLC a permis de démontrer que le JL avait une teneur en glucose moins que celle du JNL.

L'évaluation de l'activité antioxydante a montré que les deux jus ont un certain pouvoir antioxydant, qui est plus élevé dans le jus supplémenté.

La souche *Lactobacillus plantarum J21* a atteint $7,75.10^9$ après trois jours de stockage à 4°C témoignant de la bonne survie et au développement continu, même retardé, de la souche probiotique. La FTAM était dans les normes dans le JNL suite à une pasteurisation réussie et est restée jusqu'au 4^{-ème} jour de conservation, alors qu'elle était élevée au JL à cause de la supplémentation par des bactéries probiotiques qui font augmenter le nombre de la FTAM. Les moisissures n'ont pas dépassé la norme qu'après le 5^{ème} jour de conservation.

L'analyse sensorielle a montré que les deux jus sont acceptés par le panel de dégustation. L'utilisation des bactéries probiotiques a permis d'améliorer certains descripteurs comme le goût et l'acceptabilité générale.

A la lumière des résultats obtenus on peut conclure que les deux jus ont une très bonne qualité nutritionnelle, sensorielle mais surtout hygiénique. Et que la probiotification de ce jus a bien réussi avec la souche *lactobacillus plantarum J21*.

A l'issue de ce travail, nous avons certaines perspectives que nous souhaitons atteindre qui sont surtout une étude moléculaire pour déterminer les populations microbiennes au sein des deux jus, et une étude toxicologique pour déterminer la nature et la quantité des substances toxiques qui peuvent se développer durant le stockage et la conservation.



***REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES***

Références bibliographiques

Abdel-Naeem, H. H., and Mohamed, H.M. (2016). "Improving the physico-chemical and sensory characteristics of camel meat burger patties using ginger extract and papain." *Meat science*. 118: 52-60.

Abid, M., Jabbar, S., Wu, T., Hashim, M. M., Hu, B., Lei, S. and Zeng, X. (2014). "Sonication enhances polyphenolic compounds, sugars, carotenoids and mineral elements of apple juice." *Ultrasonics Sonochemistry*. 21(1): 93-97.

Adiamo, O. Q., Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F., Mohamed Ahmed, I.A., and Babiker, E. E. (2017). Effects of thermosonication and orange by-products extracts on quality attributes of carrot (*Daucus carota*) juice during storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(9): 2115–2125.

Adiamo, O.Q., Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F., Babiker, E.E., and Mohamed Ahmed, I.A. (2018). Thermosonication process for optimal functional properties in carrot juice containing orange peel and pulp extracts. *Food Chemistry*: 245 79–88.

Adjou, E., Amamion, H., Tchobo, F.P., Aissi, V.M., and Soumanou, M.M. (2013). "Extraction assistée par enzyme du jus de la pulpe fraîche du rônier (*Borassus aethiopum* Mart.) acclimaté au Bénin: caractérisation physico-chimique et microbiologique." *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 7(3): 1135-1146.

Adubofuor, J., Amoah, I., and Ayivi, R. D. (2016). "Effects of Blanching on Physicochemical Properties of Chantenay Carrots Juice and Assessing the Qualities of Formulated Carrot-MD2 Pineapple Juice Blends." *American Journal of Food Science and Technology*. 4(3): 81-88.

Aguilar Zarate, P., Cruz, M.A., Hernandez, Montanez, J.C., Belmares Cerda, R.E., and Aguilar C.N. (2014). "Bacterial Tannases: Production, Properties and Applications". *Ingeniería Química* 13, 63–74.

Aguiló-Aguayo, I., Brunton, N., Rai, D.K Balagueró, E., Hossain, M.B., and Valve, J. (2014). Polyacetylene levels in carrot juice, effect of pH and thermal processing. *Food Chemistry* 152 :370–377.

Alimentarius, C., Session, R., and TRAITES, S. (1998). "Comisión del codex alimentarius." Organización Mundial para la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, *Segunda edición*, Roma, Italia.

Alsavar, C., Grigor, M.J., Zhang, D., Quantick, C. P., and Shahidi, F. (2001). "Comparaison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins and sensory quality of different colored carrot varieties." *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49: 1410-1416.

Alwis, A., Perera, O., and Weerahewa, H. (2016). "Development of a Novel Carrot-based Synbiotic Beverage using *Lactobacillus casei* 431" *Journal of Agricultural Sciences* 11(3).

Anese, M., Bot, F., Panozzo, A., Mirolo, G., and Lippe, G. (2015). "Effect of ultrasound treatment, oil addition and storage time on lycopene stability and in vitro bioaccessibility of tomato pulp". *Food Chemistry*.172: 685–691.

AOAC. (2002). Official Methods of Analysis. 17th Ed. Gaithersburg, USA. 480p.

Arasu, A.V., Al-Dhabi, N.A., Ilavenil, S., Choi, K.C., and Srigopalram, S. (2015). *In-vitro* importance of probiotic *Lactobacillus plantarum* related to medical field, *Saudi Journal of Biological Sciences*.

Artis, D. (2008). Epithelial-cell recognition of commensal bacteria and maintenance of immune homeostasis in the gut. *Nature Reviews Immunology* 8(6):411-420.

Audigie, L., Figarella, J., and Zonszain, F., (1978). Manipulation biochimique. Ed. Doin. Paris. 274p.

Bahri, F., Boulahrouf, A., Idoui, T., and Thonart, P. (2012). Identification, characterization and determination of probiotic properties of *Lactobacillus* isolated from infant faeces. *New Biotechnology*, (29): S122-S123.

Bartkiene, E., Zavistanaviciute, P., Lele, V., Ruzauskas, M., Bartkevics, V., Bernatoniene, J., and Santini, A. (2018). *Lactobacillus plantarum* LUHS135 and *paracasei* LUHS244 as functional starter cultures for the food fermentation industry: Characterisation, mycotoxin-reducing.

Batdorj, B., Pithva, S.P., Ambalam, P.S. (2007). "Isolation, taxonomic identification and hydrogen peroxide production by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* T31, isolated from Mongolian yoghurt: inhibitory activity on food-borne pathogens." *Journal of applied microbiology* 584-593.

- Bazhal, M. (2001). Etude du mécanisme d'électro-perméabilisation des tissus végétaux. Application à l'extraction du jus des pommes.
- Benamara, S and Agougou, A. (2003). " Production des jus alimentaires technologie des industries agroalimentaires". *Office des publications universitaires*, Alger.
- Billiau, L ., Constant , M., Mattaigne, A., Nzeza, R., Vanhamme, E ., Verachten, P., Vercauteren , A.(2010). *Sciences Biomédicales Printemps des Sciences - Bruxelles*
- Bimbenet , J.J., Duquenoy, A., and Trystram,G. (2002). Génie des procédés alimentaire. Des bases aux applications, Dunod, Paris.
- Bodinier, M. (2019). L'intérêt des prébiotiques et des probiotiques dans l'immunothérapie allergénique. *Revue Française d'Allergologie*.
- Boricha, A. A., Shekh, S. L., Pithva, S. P., Ambalam, P. S., & Manuel Vyas, B. R. (2019). *In vitro* evaluation of probiotic properties of *Lactobacillus* species of food and human origin. *LWT*.
- Boukhezer, D., Cherdouh ,S., (2014). Suivi des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du jus lacté « DANA O » au cours du stockage, p 3.
- Bourgeois, C.M., and Leveau, J.Y. (1991). Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires : Le contrôle microbiologique, Chapitre 2, 2e édition, Lavoisier - Tec & Doc, Paris. 572 p.
- Bourguet, S. (2008). Mesure des énergies subtiles avant et après traitement technologique de fruits et de légumes à l'aide du système bioscope, Haute Ecole d'Ingénierie.
- Brat, P., Georgé, S., Bellamy, A., Du Chaffaut, L., Scalbert A., and Mennen, L. (2006). " Daily polyphenol intake in France from fruit and vegetables." *Journal. Nutrition*. 136 (9):2368-2373.
- Breidt, F., and Caldwell, J.M. (2011). Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in Cucumber Fermentation Brines. *Journal of Food science*.76: 198-203.
- Brizuela, N., Tymczyszyn, E. E., Semorile, L. C., La Hens, D. V., Delfederico, L., Hollmann, A., and Bravo-Ferrada, B. (2018). *Lactobacillus plantarum* as a malolactic starter culture in Dacosta, Y., and Aou, T. (2001). La bioprotection des aliments : l'antagonisme bactérien au service de la sécurité et de la qualité microbiologique. *Ed. Yves Dacosta. Paris p: 3-21*.
- Brown, L., Rimm, E. B., Seddon, J. M., Giovannucci, E., Chasan-Taber, L. L., Spiegelman, D., Willett, W. C., and Hankinson, S. E. (2010). "A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men. " *The American journal of clinical nutrition* 70 (4): 517-524.

- Bulatović, M.L., Rakin, M.B., Mojovic, L.V., Nikolić, S.B., Vukasinovic Sekulic, M.S. Dukic, A. and Vukovi, P. (2014).Improvement of production performance of functional fermented whey-based beverage.*Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*.20(1): 1-8.
- Buruleanu, L., and Manea, I. (2006).influence des traitements thermiques sur la composition des jus végétaux– substrats pour la fermentation lactique.
- Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., and Chern, J. C. (2002).Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis* 10(3):178-182.
- Chaux, C., and Foury, C., (1994).Productions légumières-Tome 2: Légumes feuilles, tiges, fleurs, racines, bulbes. *Editions Tec et Doc*. Paris, p639.
- Chemists, A.A. (1990)."Official methods of analysis."Vol. I. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
- Chen, C., Lu, Y., Yu, H., Chen, Z., and Tian, H. (2019). Influence of 4 Lactic Acid Bacteria on the Flavor Profile of Fermented Apple Juice. *Food Bioscience*.
- Clinquart, A. (1999). Technique de conservation des aliments.
- Codex STAN, « Norme général pour les jus et les nectars de fruits ». (2005), N°247.
- Collins, R.L., Morsheimer, E.T., Shiffman, S., Paty, J.A., Gnys, M., and Papandonatos, G.D. (1998).Ecological momentary assessment in a behavioral drinking moderation training program. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*.
- Da Silva Dias, J. C. (2014). "Nutritional and health benefits of carrots and their seed extracts." *Food and Nutrition Sciences* 5(22): 2147.
- Dacosta, Y., and Aou, T., (2001).La bioprotection des aliments: l'antagonisme bactérien au service de la sécurité et de la qualité microbiologique. *Ed. Yves Dacosta*. Paris p: 3-21.
- Dauté, C.M., Barrot, L., and Chevalier, P., (2001). Produits végétaux riches en carotènes. Fiches descriptives et pratiques à l'usage des pays Sahéliens. IRD : p 30.
- De Angelis, M., Calasso, M., Cavallo, N., DiCagno, R., and Gobbetti, M. (2016).Functional proteomics within the genus *Lactobacillus*. *Proteomics* 16, 946–962.
- De Vos, P., Garrity, G.M., Jones, D. Krieg , N.R., Ludwig, W., Rainey, F.A., Schleifer K.H., and Whitmanet ,W.B. (2009). Genus *Lactobacillus*, *Bacillus* and *Listeria*. In: « Bergey's manual of systematic bacteriology - The Firmicutes » Vol 3. *Springer éd., New York*. pp. 19-511.

Dias, F.S., Duarte, W.F., and Schwan, R.F. (2013). Evaluation of adhesive properties of presumptive probiotic *Lactobacillus plantarum* strains. *Bioxi. Journal*, 29, 1678-1686.

Dib, W., Dib, W., Grar, H., Grar, H., Gourine, H., Biscola, V., and Kheroua, O. (2015). *Lactobacillus plantarum* et modulation de la réponse immunitaire. *Revue Française d'Allergologie*, 55(3), 265.

Diop, M.B., Destain, J., Tine, T., and Thonart, P. (2009). Les produits de la mer au Sénégal et le potentiel des bactéries lactiques et des bactériocines pour la conservation. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 341-350.

Dortu, C., and Thonart, P. (2009). Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*. 13(1): 143-154.

Drider, D. (2017). 20th Club des Bactéries Lactiques: New challenges for research and industry. *International Journal of Food Microbiology*, 247, 1.

Erdman, W.J., (2007). Flavonoids and heart health: proceeding of the ILSI North America flavonoids workshop, *Washington Journal of Nutrition*. 137: 718-773.

Eric, K. (2011). Stable clear blended carrot-orange juice beverage production using enzyme and cyclodextrin, Jiangnan University.

Evanovich, E., de Souza Mendonça Mattos, P.J and Guerreiro, J.F. (2019). Comparative Genomic Analysis of *Lactobacillus plantarum*, *International Journal of Genomics*.

Evrard, B., Bonnet, B., Jubelin, G., and Bernalier-Donadille, A. (2018). Probiotiques et allergie. *Revue Française d'Allergologie*, 58(3): 185–187.

FAO/OMS(2001). Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization (Organisation Mondiale pour la Santé OMS) .*Working Group Report*. Cordoba, Argentina.

FAO/WHO, (2001). Health and nutritional properties of Probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria, Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live lactic acid bacteria, Córdoba, Argentina.

Faure, S., Pubert, C., Rabiller, J., Taillez, J., and Yvain, A.L. (2013). Que savons-nous des probiotiques ? *Actualités Pharmaceutiques*, 52(528), 18–21.

Fernandez, B., Le Lay, C., Jean, J., and Fliss, I. (2013). "Growth, acid production and bacteriocin production by probiotic candidates under simulated colonic conditions." *Journal of applied microbiology* 114(3): 877-885.

Flourié, B., and Nancey, S. (2007). Propriétés fonctionnelles des probiotiques. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 42, 38–44.

Francou, C. (2003). Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains: Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage-Recherche d'indicateurs pertinents, INAPG (Agro Paris Tech).

Fuller, R., (1989). Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.*, 66(5): 365-378.

Gan, R.; Shah, N.; Wang, M.; Lui, W.; and Corke, H. (2016) Fermentation alters antioxidant capacity and polyphenol distribution in selected edible legumes. *International. Journal of food science and technology*. 51: 875–884.

Gao, H., Wen J. J., Hu, J. L., Nie, Q.X., Chen, H. H., Nie S. P., Xiong, T., and Xie, M. Y. (2019). *Momordica charantia* juice with *Lactobacillus plantarum* fermentation: Chemical influence of storage conditions." *Journal of food science*. 68(6): 2111-2116.

Gaouar, N. (2011). "Etude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés Algériennes."

Gardner, W.H. (1972). "Acidulants in food processing." *Handbook of food additives*: 225-270.

George, M. J., and Moiloa L. V. (2015). "Determination and comparison of physico-chemical properties of home-made juices in Lesotho and commercial juice available in the local markets." *American Chemical Sciences Journal*. 5(3): 247-252.

Georgé, S., Brat, P., Alter, P., and Amiot, M.G. (2005). "Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(5): 1370-1373

Gogineni, V.K., Monow, L.E., and Malesker, M.A. (2013). Probiotics: Mechanisms of Action and Clinical Applications. *Probiotics & Health*, 1, 1-11.

Gordon, M.H., (2001). Measuring antioxidant activity, Antioxidants and food stability. *In: Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. Antioxidants in food, Practical applications. Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC*, pp: 71-84.

Grimi, N., Praporscic, I., Lebovka, N., and Vorobiev, E. (2007). "Selective extraction from carrot slices by pressing and washing enhanced by pulsed electric fields." *Separation and Purification Technology* 58(2): 267-273.

Guihua, X., Donghong, L., Jianchu, C., Xingqian, Y., Yaqin, M., and John, S. (2008). Juice components and antioxidant capacity of *Citrus* varieties cultivated in China. *Food Chemistry*. 106: 545–551.

Hashemi, S. M. B., Amininezhad, R., Shirzadinezhad, E., Farahani, M., and Yousefabad, S. H. A. (2016). The antimicrobial and antioxidant effects of *Citrus aurantium* L. flowers (Bahar Narang) extract in traditional yoghurt stew during refrigerated storage. *Journal of Food Safety. Journal of the Science of Food and Agriculture*.

Hashemi, S.M.B., and Mahmoodi, M. (2017). Fermentation of Barberry Juice to Produce Probiotic Beverage. *Curr.Nutrition. Food Science*.13: 204–211.

Hawrelak, J, B., Geisen, R., Björkroth, J., and Schillinger, U. (2013). Probiotics *In: Pizzorno JE, Murray MT, editors. Text book of Natural Medicine. 4th ed. St. Louis, Missouri: Churchill Livingstone Elsevier; p. 979–94.*

Hawrelak, JA., Whitten, DL., and Myers, SP., (2005). Is *Lactobacillus rhamnosus* GG effective in preventing the onset of antibiotic-associated diarrhoea. *Digestion*. 72(1):51-6.

Héctor, E., Flores, M., Garnica-Romo, M., Bermúdez-Aguirre, D., Pokhrel, P .R., Gustavo, V., and Cánovas, B. (2015). Physico-chemical parameters, bioactive compounds and microbial quality of thermo-sonicated carrot juice during storage. *Food Chemistry* 172 : 650–656.

Holzappel, WH., Haberer, P., Geisen, R., Björkroth, J., and Schillinger, U. (2001). Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition* 365-373.

Idoui, T. (2013). Changes of Microbial Population and Some Composition in Carrot Juice During Fermentation With Selected Autochthonous *Lactobacillus Plantarum* Strains. *Turkish Online Journal of Science and Technology*, 3.

Idoui, T., (2008). Les bactéries lactiques indigènes: Isolement, identification et propriétés technologiques. Effets probiotiques chez le poulet de chair ISA15, le lapin de souche locale etlerat Wistar. Thèse de Doctorat d'Etat. Université d'Oran, Algérie. 179

Idoui, T., Boudjerda, J., Leghouchi, E. and Karam N.E. (2009). Lactic acid bacteria from "Sheep's Dhan", a traditional butter from sheep's milk: Isolation, identification and major technological traits. *Gr. Y. Aceites*. 177-183

Ismail, A., Marjan, Z. M., and Foong, C.W. (2004). Total antioxidant activity and phenolics content in selected vegetables. *Journal of Food Chemistry*, 87: 581-586.

Jabbar, S., Abid, M., Hu, B., Wu, T., Hashim, M. M., Lei, S., Zhu, X. and Zeng, X. (2014). "Quality of carrot juice as influenced by blanching and sonication treatments." *LWT-Food Science and Technology* 55(1): 16-21.

Jankovic, I, Sybesma, W, Phothirath, P, Ananta, E., and Mercenier A. (2010). Application of probiotics in food products--challenges and new approaches. *Current Opinion in Biotechnology* 21(2):175-181.

Jiang, T., Mustaph, A., and Savaiano, D.A. (1996). Improvement of lactose digestion in humans by ingestion of unfermented milk containing *Bifidobacterium longum*. *Dairy Sci* 79: 750-757.

Kalui, C., Mathara, J., Kutima, P., Kiiyukia C., and Wongo, L. (2009). Functional characteristics of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus rhamnosus* from ikii, a Kenyan traditional fermented maize porridge. *African Journal of Biotechnology*. 8 (18).

Kechagia, M., Basoulis, D., Konstantopoulou, S., Dimitriadi, D., Gyftopoulou, K., Skarmoutsou, N., and Fakini, E.M. (2013). Health Benefits of Probiotics. *Hidawi Publishing Corporation*, 1-7.

Kechaou, N. (2012). Identification de Nouvelles souches probiotiques à propriétés immuno-modulatrices et anti-oxydantes. Université Paris Sud.

Kerry, R.G., Patra, J.K., Gouda, S., Park, Y., Shin, H. S., and Das, G. (2018). Benefaction of probiotics for human health. *Journal of food and drug analysis*, 26(3), 927-939.

Khalighi, A., Behdani, R., and Kouhestani, S. (2016). Probiotics: Mode of Action and Role in Human Nutrition. Chapter from the book Probiotics and Prebiotics in *Human Nutrition and Health*.

Khan, S.H., and Ansari, F.A., (2007). Probiotics – the friendly bacteria with market potential in global market. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 20, 71-76.

- Khandare, V., Walia, S., Singh, M., and Kaur, C. (2011). Black carrot (*Daucus carota ssp. sativus*) juice: Processing effects on antioxidant composition and color. *Food and Bioprocess Technology*, 89(4), 482–486.
- Kim, J., Choi, J. N., Kang, D., Son, G. H., Kim, Y. S., Choi, H. K., and Lee, C. H. (2011). Correlation between antioxidative activities and metabolite changes during Cheonggukjang fermentation. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 75(4), 732–739.
- Kim, Y.S., Park, S.J, Cho, Y. H., and Park, J. (2001). "Effects of combined treatment of high hydrostatic pressure and mild heat on the quality of carrot juice." *Journal of Food Science* 66:1355-1360.
- Koch, W., Holthausen, M. C. (2015). A chemist's guide to density functional theory, John Wiley and Sons.
- Kothari, D., Patel, S., and Kim, S.K. (2019). Probiotic supplements might not be universally-effective and safe: *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 111, 537–547.
- Kourouma, V., Mu, T.-H., Zhang, M., and Sun, H.N. (2019). Effects of cooking process on carotenoids and antioxidant activity of orange-fleshed sweet potato, *LWT - Food Science and Technology*.
- Kumar, D.A., Anusha, S.V., Oruganti, S., Deshpande, M., Zehra, A., and Tiwari, A.k. (2015). Raw versus cooked vegetable juice Effect on parameters of glycaemic overload and oxidative stress *in vitro*. *Natural food*.2: 1-12.
- Kwaw, E., Ma, Y., and Tchabo, W. (2018). Effect of *Lactobacillus* strains on phenolic profile, color attributes and antioxidant activities of lactic-acid-fermented mulberry juice. *Food Chemistry*.250: 148–154.
- Lairini, S., Beqqali, N., Bouslamti, R., Belkhou, R., and Zerrouq, F. (2014). Isolement des bactéries lactiques à partir des produits laitiers traditionnels Marocains et formulation d'un lait fermenté proche du Kéfir. *Afrique Science*, 267 – 277.
- Lavinia, B.C., Manea, I., Bratu, M.G., Avram, D., and Nicolescu, C.L. (2012). Evaluation of the cabbage and cucumber juices as substrate for *Lactobacillus acidophilus* LA-5. *Romanian Biotechnological Letters*.17: 7418-7429.

Leahu, A., Damian, C., Carpiuc, N., Oroian, M., and Avramiuc, M. (2013). "Change in colour and physicochemical quality of carrot juice mixed with other fruits." *Journal of Agroalimentary processes and technologies* 19: 241-246.

Lebaka, V. R., Wee, Y. J., Narala, V. R., and Joshi, V. K. (2018). Development of New Probiotic Foods—A Case Study on Probiotic Juices. *Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods*, 55–78.

Lebovka, N.I., Bazhal, M.I., and Vorobiev, E. (2000). Simulation and experimental investigation of food material breakage using pulsed electric field treatment. *Journal of Food Engineering*, 44, 213-223.

Li, Z., Teng, J., Lyu, Y., Hu, X., Zhao, Y., and Wang, M. (2018). Enhanced Antioxidant Activity for Apple Juice Fermented with *Lactobacillus plantarum* ATCC14917. *Molecules*, 24, 51;

Liegeois, V. (2003). Jus de fruits cocktail de plaisir et de santé, UNIJUS (Union Nationale. Interprofessionnelle des jus de fruits.

Lilly, D.M., and Stillwell, R.H. (1965). « Probiotics: Growth-Promoting Factors Produced by Microorganisms », *Science*, vol. 147, n° 3659, p. 747-748.

Linden, G. (1981). Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires: Principe des techniques d'analyse Vol. II. Ed. *Collection Science et Technique Agroalimentaire*. Paris. 434p.

Lu, Z., Fleming, H.P., and Feeters, R.F. (2002). Effects of Fruit Size on Fresh Cucumber Composition and the Chemical and Physical Consequences of Fermentation. *Food Chemistry and Toxicology*. 67: 2934-2939.

Macheix, J.J., Fleuriet, A., and Billot, J. (1990). Fruit phenolics, CRC Press, Boca Raton, 378p.

Manu, D.K. (2016). "Antimicrobial activity of cinnamaldehyde or geraniol alone or combined with high pressure processing to destroy *Escherichia coli* O157: H7 and *salmonella enterica* in juices, Iowa State University." *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 46 : 1205-1211.

Manzoor A., and Tayyeb, A. (2019). Functional probiotic attributes and gene encoding plantaricin among variant *Lactobacillus Plantarum* strains, *Microbial Pathogenesis*.

Marteau, P., and Seksik, P., (2005). Probiotiques et alicaments in Bactéries lactiques et probiotiques. De Luquet F.M. et Corrieu G. Ed. *Tec et Doc. Lavoisier, Paris*: 256-260.

Martínez-Flores, H. E., Garnica-Romo, M. G., Bermúdez-Aguirre, D., Pokhrel, P. R., and Barbosa- Cánovas, G. V. (2015). "Physico-chemical parameters, bioactive compounds and microbial quality of thermo-sonicated carrot juice during storage." *Food chemistry* 172: 650-656.

Mathlouthi, M. (2001). "Water content, water activity, water structure and the stability of Michel, V., Hauwuy, A., and Chamba, J. F. (2001). La flore microbienne de laits crus de vache: diversité et influence des conditions de production. 81(5): 575-592.

Melo, E., Lima, V.L.A.G. and Maciel, M.I.S. (2006). Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoids contents in common. Fruit and vegetables. *Brazilian Journal of Food Technology*. 9(2): 89-94.

Miller, L. E., Lehtoranta, L., and Lehtinen, M.J. (2018). Short-term probiotic supplementation enhances cellular immune function in healthy elderly. *Nutrition Research*.

Mohanty, D., Panda, S., Kumar, S., and Ray, P. (2018). *In vitro* evaluation of adherence and anti-infective property of probiotic *Lactobacillus plantarum* DM 69 against *Salmonella enterica*. *Microbial Pathogenesis*.

Molyneux, P. (2004). "The use of the stable free radical diphenyl picrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity." *Songklanakarin J. Sci. Technol* 26(2): 211-219.

Morelli, A., and Danesi, S. (2000). Group velocity of Rayleigh waves in the Antarctic region, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 122, 55-66.

Mousavi, Z.E Mousavi, S.M., and Razavi, S.H.,(2013). Effect of fermentation of pomegranate juice by *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus acidophilus* on the antioxidant activity and metabolism of sugars, organic acids and phenolic compounds. *Food Biotechnology*. 27 (1): 113.

Mousavi, Z.E., Mousavi, S.M., Razavi, S.H., Emam-Djomeh, Z., and Kiani, H. (2010). Fermentation of pomegranate juice by probiotic lactic acid bacteria. *World journal Microbiol.Biotechnol.*27: 123–128.

Mukherjee, P.K., Nema,N.K., Maity, N., and Sarkar, B.K. (2013). "Phytochemical therapeutic

Nadeem, M., Ubaid, N., Qureshi, T. M., Munir, M., and Mehmood, A. (2018).Effect of ultrasound and chemical treatment on total phenol, flavonoids and antioxidant properties on carrot-grape juice blend during storage.*UltrasonicsSonochemistry*.45:1–6.

Noipa, T., Srijaranai, S., Tuntulani, T., and Ngeontae, W., (2011). New approach for evaluation of the antioxidant capacity based on scavenging DPPH free radical in micelle systems. *Food Research International*. 44 : 798–806.

Northolt, M., Burgt, G.V., Buisman, T., and Bogaerde, A.V. (2004). Parameters for carrot quality and the development of the inner quality concept. *Louis Bolk Institut*. pp 1-74.

Nosrati, R., Hashemi-ravan, M., and Talebi, M. (2014). Fermentation of vegetables juices by probiotic bacteria. *International Journal of Bioscience*. 4: 171-180.

Novel, G. (1993). Les bactéries lactiques. In LEVEAU, J.Y., BOUIX, M. Microbiologie industrielle : les micro-organismes d'intérêt industriel. Paris : *Tec and Doc Lavoisier*, P.170-331.

Ogando, F.I., de Aguiar, C.L., Vioto, J.V.N., Haredía, F.J., and Hernanz, D. (2019). "Removal of phenolic, turbidity and color in sugarcane juice by electro coagulation as sulfur-free process". *Food Research International*.

Olalude, C., Oyedeji, F., and Adegboyega, A. (2015). "Physico-Chemical Analysis of *Daucus Carota* (Carrot) Juice for possible industrial applications." *IOSR Journal of Applied Chemistry*. 8(8): 110-113.

Ould El Hadj, M.D., Sebihi, A.H., and Siboukeur, O. (2001). Qualité Hygiénique et Caractéristiques Physico-Chimiques du Vinaigre Traditionnel de Quelques Variétés de Dattes de la Cuvette d'Ouargla. *Production et Valorisation – Biomasse*, 87-92

Ourtirane, R., Titeli, F., and Bendjeddou, K. E. (2012). Etude de quelques Aptitudes probiotiques de *Lactobacillus paracasei* subsp *paracasei* BMK 2005.

Park, Y.W. (1987). "Effect of freezing, thawing, drying, and cooking on carotene retention in carrots, broccoli and spinach." *Journal of Food Science* 52(4): 1022-1025.

Patterson, M. F., McKay, A. M., Connolly, M., and Linton, M. (2012). "The effect of high hydrostatic pressure on the microbiological quality and safety of carrot juice during refrigerated storage." *Food Microbiology*. 30: 205-212.

Pelletier, C. (2009). "Mesure de turbidité." *Techniques de l'ingénieur. Mesures et contrôle* (R2355).

Pelli, K., and Lyly, M., (2003). Les antioxydants dans l'alimentation. *Finlande*, p 28.

Pereira, A. L. F., Maciel, T. C., and Rodrigues, S. (2011). Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. *Food research international*, 44(5), 1276-1283.

Peres, C.M., Peres, C., Andez-Mendoza, F., and Malcata, F.X. (2012). "fermented plant materials as carriers and sources of potentially probiotic lactic acid bacteria e With an emphasis on table olives." *Trends in food science and technology*. 26:31-42.

Popovici, C., Saykova I., and Tylkowski, B. (2010). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH.

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

Quigley, E. M. M. (2018). Prebiotics and Probiotics in Digestive Health. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*.

Rafiq, S., Sharma, V., Nazir, A., Rashid, R., and Sofi, S. A. (2016). Development of probiotic carrot juice. *Nutr Food Sci*, 6(534), 2.

Ramos, A., and Ibarz, A. (1998). "Density of juice and fruit puree as a function of soluble solids content and temperature." *Journal of Food Engineering*. 35(1): 57-63.

Reisch, L. A., Sunstein, C.R., and Gwozdz, W. (2017). Beyond carrots and sticks: Europeans support health nudges. *Food Policy*, 69, 1-10.

Reiter, M., Stuparić, M., Neidhart, S., and Carle, R. (2003). "The role of process technology in carrot juice cloud stability." *LWT-Food Science and Technology*. 36 (2): 165-172.

Roberfroid, M.B. (2002). Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. *British J Nutri* 87: 139-143.

Roberston, G.L., and Samaniogo, M.L. (1986). effet of initial dissolved oxygen level on the degradation of ascorbic acide and the brewing of Limon juice storage, *journal of food technologie*.

Rodier, J. (1997). L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer .8ème Ed. *Dunod. France*. pp: 57-65.

Rodrigo, D., Arranz, J., Koch, S., Frígola, A., Rodrigo, M., Esteve, M., and Calvo, C. (2003). "Physicochemical characteristics and quality of refrigerated Spanish orange-carrot juices and foodstuffs." *Food control* 12(7): 409-417

Saarela, M., Mogensen, G., Fondén, R., Matto, J., and Mattila-Sandholm, T. (2000). Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology* 84(3):197-215.

Sadok, H.T., Aid, F., Doumandji, A., and Bellal, M. (2014). Effet du jus de cladodes d'*Opuntia ficus indica* sur la fermentation du lait et la croissance des bactéries lactiques et probiotiques. *Nature and Technology* (11): 17-21

Salminen, S., Von Wright, A., Morelli, L., Marteau, P., Brassart, D., de Vos, W.M., Fonden, R., Saxelin, M., Collins, K., Mogensen, G., Birkeland, S.E., and Mattila-Sandholm, T. (1998). Demonstration of safety of probiotics. *Int. J. Food. Microbiol.* 44(1-2): 93-106.

Sanchez-Moreno, C. (2002). Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food Science and Technology*.8: 121–137.

Selle, A., Brosseau, C., Barbarot, S., and Bodinier, M. (2018). Les prébiotiques : une stratégie nutritionnelle pour prévenir des allergies. *Revue Française d'Allergologie*.

Shahidi, F., and Naczki, M., (2006). Phenolics in Food and Nutraceuticals. *Taylor and Francis Library CRC Press LLC*, Florida, 566p.

Sharma, K. D., Karki, S., Thakur, N. S. and Attri, S. (2012). "Chemical composition, functional properties and processing of carrot". *Journal of food science and technology*. 49(1): 22-32.

Shivhare, U., Gupta, M., Basu, S. and Raghavan, G. (2009). "Optimization of blanching process for carrots." *Journal of food process engineering*. 32(4): 587-605.

Smati, I., Bettaieb Rebey, I., Hammami, M., Hamdaoui, G., and Saidai-Tounsi, M. (2017). Variation of the quality of lemon (*Citrus limon*L.) juice during stage of fruit maturity. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 43(1), 2334-2343.

Sochor, J., Zitka, O., Skutkova, H., Pavlik, D., Babula, P., Krska, B., Horna, A., Adam, V., Provaznik, I. and Kizek, R., (2010). Content of Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity in Fruits of Apricot Genotypes. *Molecules*. 15: 6285-6305.

Taale, E., Savadogo, A., Sina, H., Zongo, C., Karou, S.D., Baba-Moussa, L., and Traore, A.S. (2016). Searching for fermented food in Burkina Faso by molecular methods. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 7, 86-94.

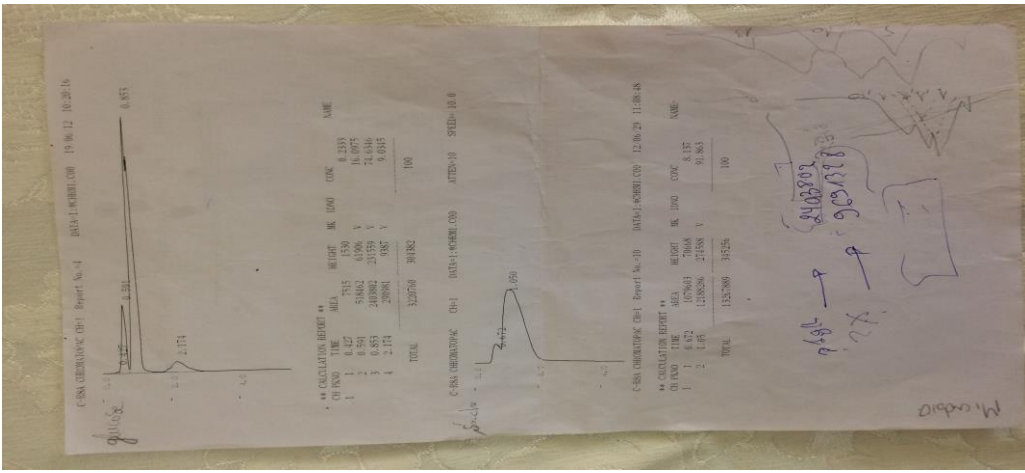
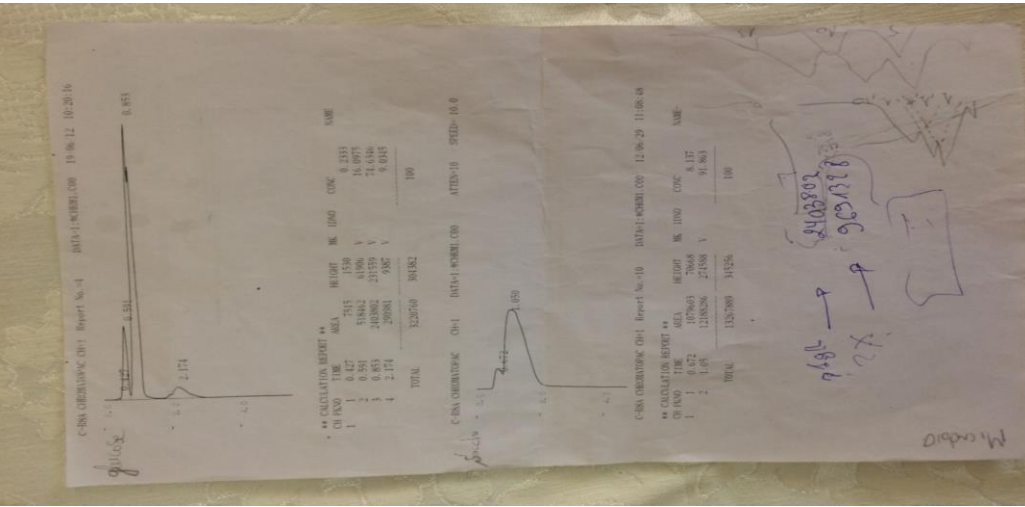
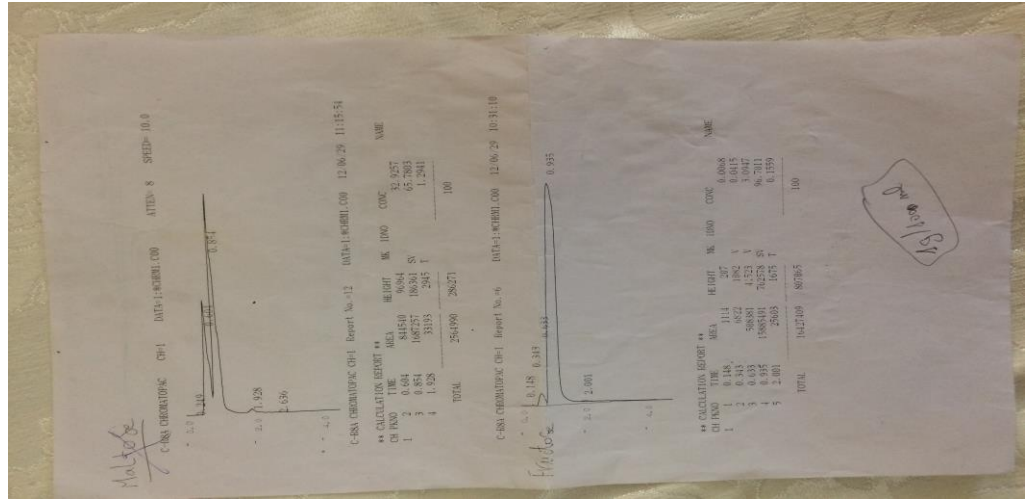
Tailliez, P. (2004). *Les lactobacilles* : propriétés, habitats, rôle physiologique et intérêt en santé humaine. *Antibiotiques*, 6(1), 35–41.

- Talbi, H., Boumaza, A., El-Mostafa, K., and Hilali, A. (2015). Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigellasativa L.* (Evaluation of antioxidant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigellasativa L.*). *Mater. Environ. Science.*6 :1111-1117.
- Tirilly, Y., Bourgeois, C. M. (1999). Technologie des légumes, *Editions Tec and Doc.*
- Todorov, S.M., and Franco, B.D.G.M. (2010). *Lactobacillus Plantarum*: Characterization of the Species and Application in Food Production. *Food Reviews International*, 26, 205-229.
- Tounsi, M.S., Wannas, W.A., and Ouerghemmi, I. (2010). "Juice components and antioxidant capacity of four Tunisian Citrus varieties," *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 91, no. 1, pp. 142–151,
- Tsao, R. (2010). "Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols." *Nutrients* 2(12): 1231-1246.
- Turkmen, N., Sari, F., and Velioglu, Y. S. (2005). "The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables." *Food chemistry.*93(4): 713-718.
- Vermerris W. and Nicholson R. (2006). Phenolic Compound Biochemistry. *Springer*, 276p.
- Villeneuve, F., and Leteinturier, J. (1992). La Carotte: guide pratique, *Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes.*
- Viridiana, C.R., Lidia, D.A., Audry, P.L., and Humberto, H.S. (2018). Lactic Acid Bacteria Isolated From Vegetable Fermentations: Probiotic Characteristics. *Reference Module in Food Science.*
- Vora, H.M. (2001). Quality optimisation of carrot juice, *Victoria University of Technology.*
- Waghray, K., Gulla, S., Kumar, C.S., Kumar, M.P., and Kumar, A.A. (2012). "Sensory Quality and Acceptability of Fresh Juices." *Stud Home Com Scie* 6(3): 179-181. winemaking: A new (old) player? *Electronic Journal of Biotechnology.*
- Walker, N. W., and Gassie, N. (1999). Votre santé par les jus frais de légumes et de fruits, *Diffusion Différente.*
- Wu X., Beecher, G. R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E., and Prior, R.L. (2004). "Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States." *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* 52 (12): 4026-37.
- Xu G, Liu D, Chen J, Ye X, Ma Y and Shi J. (2008). Juice components and antioxidant capacity of Citrus varieties cultivated in China. *Food Chem* 106:545–551

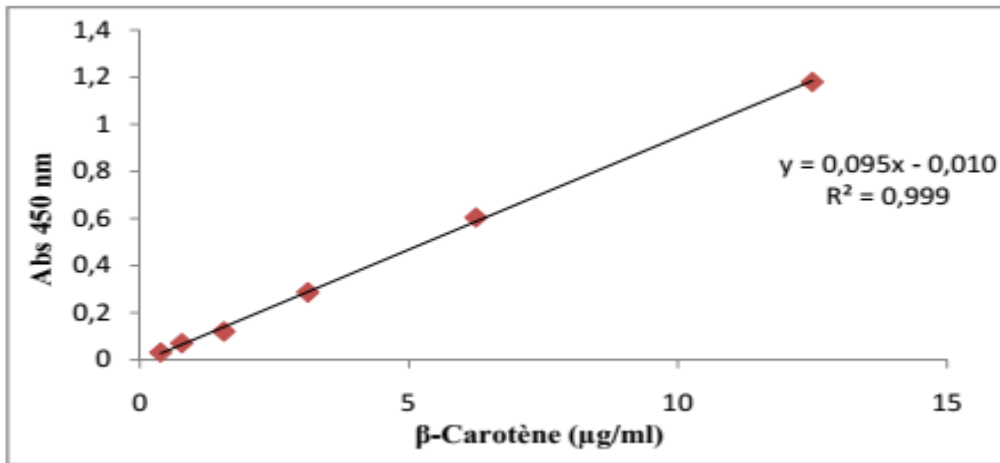
- Xu, X., Bao, Y., Wu, B., Lao, F., Hu, X., and Jihong, Wu. (2019). Chemical analysis and flavor properties of blended orange, carrot, apple and Chinese jujube juice fermented by selenium-enriched probiotics. *Food Chemistry*.
- Yao, A. A., Egounlety, M. L., Kouame, P., and Thonart, P. (2009). Les bactéries lactiques dans les aliments ou boissons amylicés et fermentés de l'Afrique de l'Ouest: leur utilisation actuelle. *Ann. Méd. Vét.* 153: 54-65.
- Zarour, K., Llamas, M. G., Prieto, A., Rúas-Madiedo, P., Dueñas, M. T., de Palencia, P. F. and López, P. (2017). Rheology and bioactivity of high molecular weight dextrans synthesised by lactic acid bacteria. *Carbohydrate Polymers*, 174, 646–657.
- Zhang, H. (2009). "Electrical properties of foods." *Food Engineering*-Volume I: 110.
- Zhang, Y., Liu, X., Wang, Y., Zhao, F., Sun, Z., and Liao, X. (2016). Quality comparison of carrot juices processed by high-pressure processing and high-temperature short-time processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*.33 : 135–144.
- Zhao, L., Wang, S., Liu, F., Dong, P., Huang, W., Xiong, L., and Liao, X. (2013). Comparing the effects of high hydrostatic pressure and thermal pasteurization combined with nisin on the quality of cucumber juice drinks. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* .17 :27-36.
- Zhou, Y.M., Chen, B., and Tian, H.Z.(2009).Determination of residues of teen herbicides in potato by HPLC, *Chin. J. Chromatogr.* 48: 749–754.
- Zhu, S., Wang, C., Ramaswamy, H. S. and Yu, Y. (2017). "Phase transitions during high pressure treatment of frozen carrot juice and influence on Escherichia coli inactivation." *LWT-Food Science and Technology* 79: 119-125.
- Zou, Y., and Jiang, A. (2016)."Effect of ultrasound treatment on quality and microbial load of carrot juice." *Food Science and Technology (Campinas)* 36(1): 111-115.



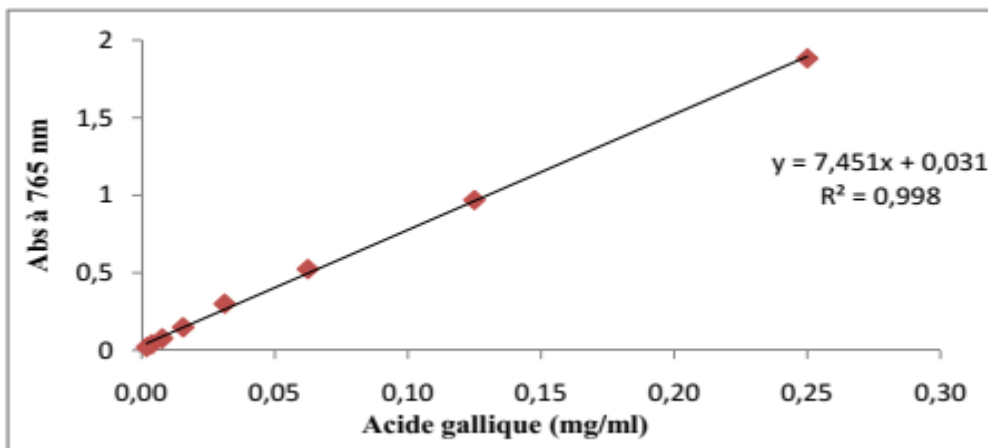
ANNEXES



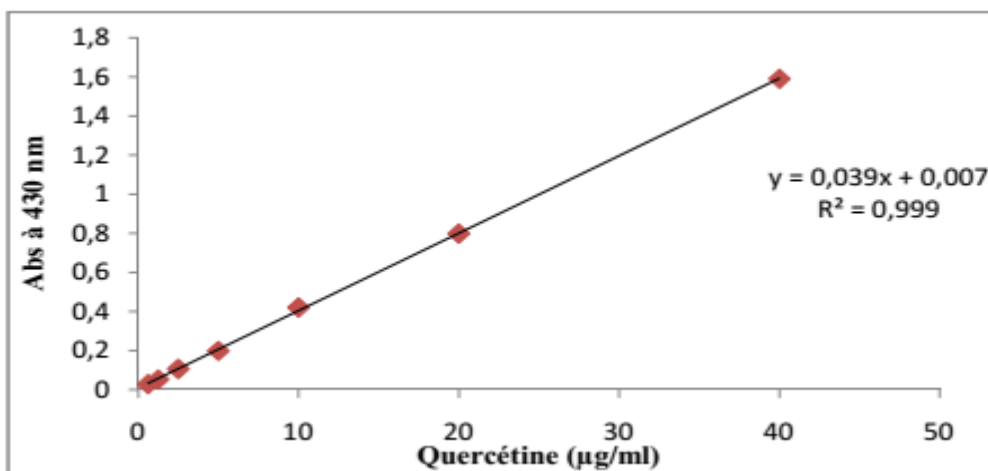
Annexe 1 : courbes détalonnages pour les dosages glucose, saccharose et fructose.



Annexe 05 : Courbe d'étalonnage pour la quantification des carotanoïdes.



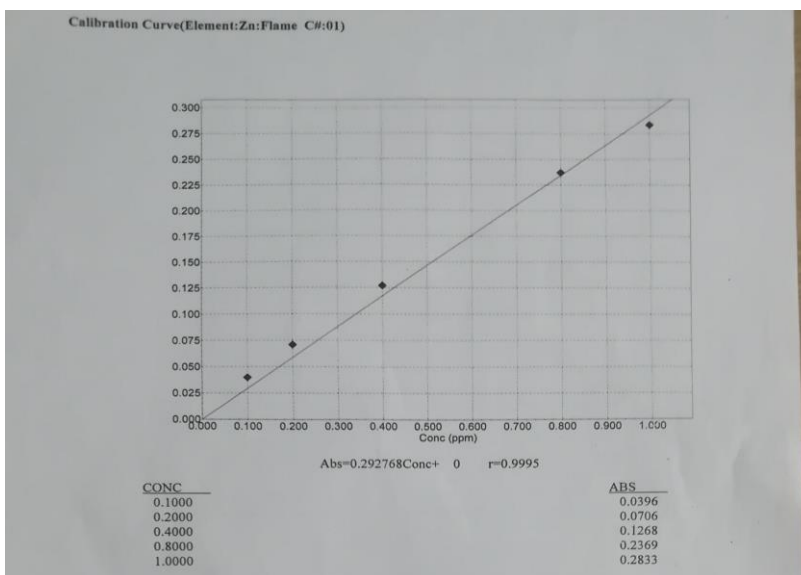
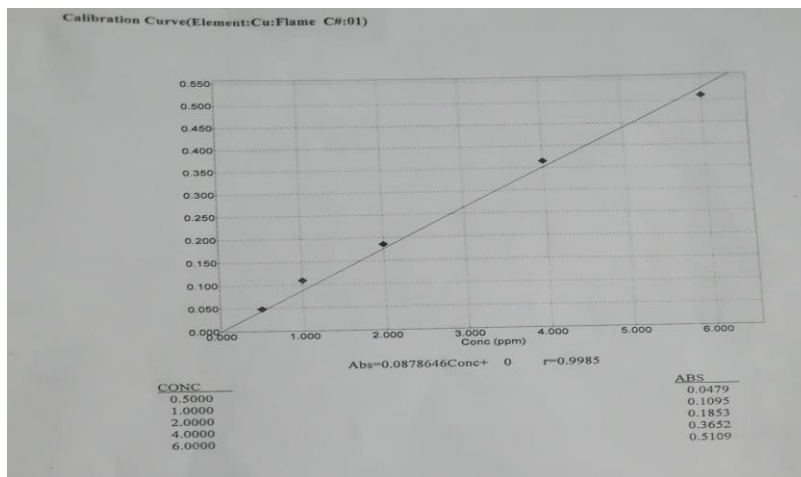
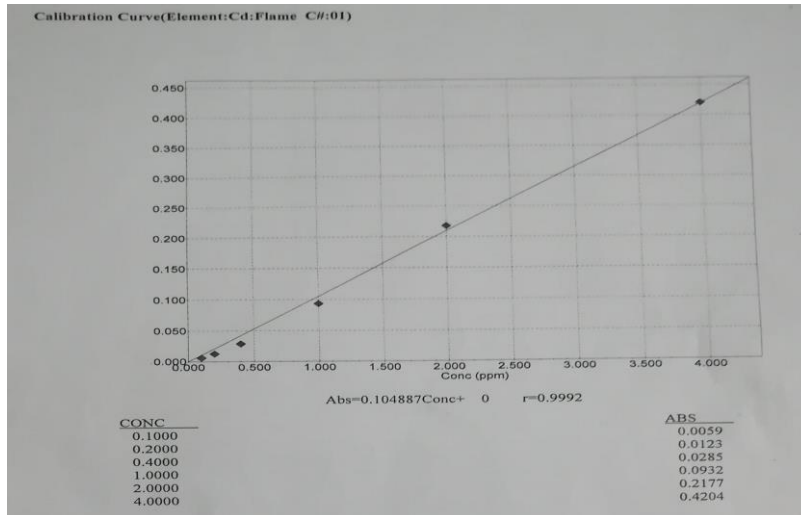
Annexe 06 : Courbe d'étalonnage pour la quantification des polyphénols



Annexe 07 : Courbe d'étalonnage pour la quantification des flavonoïdes

COMPOSITION	(grammes/litre)
Peptone	10,0
Extrait de viande de boeuf	8,0
Extrait de levure	4,0
Glucose	20,0
Tween 80	1,0 ml
Hydrogénophosphate de potassium	2,0
Acétate de sodium 3 H ₂ O	5,0
Citrate d'ammonium	2,0
Sulfate de magnésium 7 H ₂ O	0,2
Sulfate de manganèse 4 H ₂ O	0,05
pH 6,2 ± 0,2	

Annexe 8: composition de milieu bouillon MRS.









Annexe 1, 2, 3 : Courbes d'étalonnage pour le dosage du cuivre, Cadmium et du zinc

Nom du produit :

Dégustateur N° :

Evaluation sensorielle du jus de carottes

Couleur	
Viscosité	
Odeur	
Saveur	
Goût	
Acceptabilité générale	

Présenté par :
Cheroual Bilal
Hennous Leila

Encadré par :
D^r Boubezari MT

Membres de jury :
Dr Boussouf L
M^{me} Benhamada N

Développement d'un jus de carottes supplémenté en probiotiques

Résumé

Le but de cette étude était de fournir une boisson probiotique non laitière destinée aux personnes qui ne peuvent pas manger de produits laitiers en raison d'une intolérance au lactose, de préférences alimentaires comme les végétariens ou d'autres problèmes de santé. Tout en recherchant un autre vecteur pour les probiotiques, l'adéquation du jus de carotte pour la production d'aliments probiotiques avec *L.plantarum* a été examinée. La composition approximative du jus probiotique a montré qu'il a la même teneur en matière sèche, en flavonoïdes et en protéines que le témoin, une réduction de la teneur en glucides et une augmentation des paramètres physiques comme la conductivité électrique, la turbidité et de la teneur en polyphénols par rapport au jus de carotte frais. De plus, les deux jus ont présenté une bonne activité antioxydante qui est encore meilleure dans le jus supplémenté. *L.plantarum* J21 a montré une bonne survie dans le jus et l'analyse sensorielle a montré que les deux jus ont une bonne acceptabilité par le panel. Les résultats suggèrent que le jus de carotte fermenté peut servir de milieu approprié pour la croissance des probiotiques.

Mots-clé : Jus, carottes, *lactobacillus plantarum* J21, probiotiques.

Abstract

The purpose of this study was to provide a non-dairy probiotic drink for people who can not eat dairy products because of lactose intolerance, dietary preferences such as vegetarians or other health problems. While looking for another vector for probiotics, the suitability of carrot juice for the production of probiotic foods with *L. plantarum* was examined. The approximate composition of the probiotic juice has shown that it has the same dry matter, flavonoid and protein content as the control, a reduction in carbohydrate content and an increase in physical parameters such as electrical conductivity, turbidity and the polyphenol content compared to fresh carrot juice. In addition, both juices showed a good antioxidant activity that is even better in the supplemented juice. *L.plantarum* J21 showed good survival in the juice and sensory analysis showed that both juices had good acceptability by the panel. The results suggest that fermented carrot juice can serve as a suitable medium for the growth of probiotics.

Keywords: Juice, carrots, *lactobacillus plantarum* J21, probiotics. antioxidant activity

الملخص

كان الغرض من هذه الدراسة هو تقديم مشروب مخمر ببيكتيريا اللاكتو باسيلوس، لا يحتوي على منتجات الألبان للأشخاص الذين لا يستطيعون تناول منتجات الألبان بسبب عدم تحمل اللاكتوز أو التفضيلات الغذائية مثل النباتيين أو غيرها من المشكلات الصحية. أثناء البحث عن ناقل آخر للبروبيوتيك، تم فحص مدى ملاءمة عصير الجزر لإنتاج الأغذية بروبيوتيك مع *Lactobacillus plantarum* أظهرت التركيبة التقريبية لعصير البروبيوتيك أنه يحتوي على نفس المادة الجافة، ومحتوى الفلافونويد والبروتين وانخفاض في محتوى الكربوهيدرات وزيادة في المعايير الفيزيائية مثل الموصلية الكهربائية، التعكر ومحتوى البوليفينول مقارنة بعصير الجزر الطازج. بالإضافة إلى ذلك أظهر كل من العصائر نشاط جيد مضاد للأكسدة وهو أفضل في العصير المضاف. أظهر *L.plantarum* J21 بقاءً جيداً في العصير، وأظهر التحليل الحسي أن كلا من العصير المخمر باللاكتو باسيلوس والعصير الطازج كان مقبولين جيداً من قبل الفريق. وتشير النتائج إلى أن عصير الجزر المخمر يمكن أن يكون وسيلة مناسبة لنمو البروبيوتيك.

الكلمات المفتاح: عصير، الجزر.
