

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière sciences Biologiques

Département de Microbiologie

Spécialité : Microbiologie Appliquée



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du Diplôme

Master

Thème

**Analyse sensorielle d'un jus d'orange
probiotique élaboré au laboratoire**

Réalisé par :

DJOUDER SAFINEZ et IDRI LYDIA

Soutenu le : 16 / 07 / 2022

Devant le jury composé de :

Mme OUARABI Liza	M.A.B	Encadreur
Mme BENDALI Farida	Professeur	Présidente
Mr BARACHE Nacim	M.A.B	Examineur
Mr OUTMANI Toufik	Ingénieur	Invité
Mr BECHAR Rachid	Ingénieur	Invité

Année universitaire : 2021/2022

REMERCIEMENTS

Nous rendons grâce à Dieu tout puissant pour le courage et la patience qu'il nous a accordé pour mener à bien notre travail.

Nous tenons à remercier vivement **Dr OUARABI Liza**, notre promotrice qui nous a encouragé, et guidé et éclairé lors de la réalisation de ce travail.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres de Jury : **Pr BENDALI Farida** et **Dr BARACHE Nacim** pour l'honneur qu'ils nous ont fait en examinant ce mémoire et pour le temps et l'attention qu'ils ont bien voulu consacrer à ce travail.

Nos sincères remerciements à tous les membres du Laboratoire de Microbiologie du bloc 9 et du laboratoire de Microbiologie Appliqué qui nous ont permis de réaliser ce travail dans les meilleures conditions.

Nous exprimons notre gratitude à l'équipe de l'entreprise CEVITAL pour leur accompagnement, leur bienveillance et leurs précieux conseils, en particulier, **Mr HADJAL Samir**, responsable de la section Recherche et Développement, **Mr OUATMANI Toufik** ingénieur dans la section Recherche et Développement, **Mr SOUALMI Locif** responsable de contrôle de qualité et à **Mr BECHAR Rachid**, Ingénieur en recherche et Développement.

Nous exprimons notre reconnaissance aux responsables et au personnel du complexe CEVITAL spa et ceux de l'unité TCHINA d'El Kseur pour leur collaboration et les moyens qu'ils ont mis à notre disposition.

Finalement, il nous est agréable d'adresser nos chaleureux remerciements à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation au sein de l'université de Bejaia et à tous ceux que nous n'avons pas cités et qui nous ont pourtant aidés de près ou de loin à la réalisation de cette présente étude.

Dédicace

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 :

A ma chère mère Hayatte celle qui m'a donné la vie, la lanterne qui illumine mon chemin la source de la tendresse, aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour les sacrifices que tu as fournis à veillez sur moi, Ce travail est un témoignage de mon profond amour.

A mon cher père Mohand, l'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect qui m'a entouré de tous ses encouragements et son aide durant toute la période de mes études, ce travail est le fruit de ses sacrifices.

A mes chères sœurs Anaïs, Amina et Norhane vous êtes le cadeau le plus précieux que Dieu m'ait donné vous m'avez montré la fraternité au sens propre du terme,

A mon fiancé Farouk, je monte les premières marches vers la réalisation de mon rêve ou vous avez toujours été à mes côtés entouré d'encouragement et soutenu mes rêves et ambitions, et vous m'avez aidé et poussé vers le haut.

A mes chers oncle LAID ainsi AMER qui nous a quitté tôt mais toujours présent dans mon esprit.

A mes chers cousins et cousines Yasmina, Kahina, Siham, Lydia, Imane particulièrement Katia pour moi un exemple de persévérance, de courage et de générosité.

A toute la famille DJOUDER et la famille ZITOUNE et BOURNANE.

A mon binôme Lydia qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail merci pour ta compréhension et ta gentillesse.

Enfin, je dédie à toutes personnes ayons contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

De mon profond amour. Puisse dieu le tout puissant vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur.

SAFINEZ

Dédicace

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

Même si les mots semblent fades face à la profondeur des sentiments, il faut pourtant les concrétiser en remerciements, pour honorer tous ceux qui nous ont aidé à franchir ce pas vers l'avenir.

Je dédie ce modeste travail

A tous ceux que j'aime et m'aiment,

A ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour

A ceux qui m'ont encouragé et soutenu durant les moments les plus difficiles

Ceux qui m'ont tendu la main quand j'étais au plus bas

A ceux qui ont cru en moi avant que je le fasse moi-même

A celle qui m'a donné la vie, a celle qui m'a illuminé durant les périodes les plus sombre, source d'amour inconditionnelle ma très chère mère « RAHIMA » pour son sacrifice est son soutien qui ma donner confiance en moi.

A celui qui se bat corps et âme pour mon confort à celui qui a choisi mon bien avant le sein, à celui qui m'a bâti un chemin dans les ruine à mon très cher père « ZOUBIR » pour tous ses encouragements et son support continu qui ma donner la sécurité et de l'assurance.

Que dieu vous protège et vous garde en bonne santé et longue durée de vie et fait en sort que vous soyez toujours fière. Je leur suis et je leur resterai toujours reconnaissante, c'est eux qui m'ont permis d'arriver là aujourd'hui.

A mon cher frère LOUCIF

A ma chère sœur CELINE

A mes proches, amies et camarades

A mon binôme SAFINEZ avec qui j'ai surmonté tout obstacle et franchit des oppositions, le fruit de notre persistance et persévérance enfin accompli.

Sans oublier tous les enseignant que ce soit du primaire jusqu'à l'enseignement supérieur merci pour chaque geste et intention faite pour une meilleure version de moi-même

A toute la famille IDRI et ZAIDI ou qu'elle soit.

Lydia

Liste des abréviations

- **B** : *Bifidobacterium*
- **FAMT** : Flore Aérobie Mésophile Totale.
- **F.A.O**: Food and Agricultural Organization
- **GRAS** : Generally Recognized As Safe
- **Kcal** : Kilocalories
- **L** : *Lactobacillus*
- **MRS** : Man Rogosa et Sharpe
- **NaOH** : Hydroxyde de Sodium
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- **PCA** : Plate Count Agar
- **pH** : potentiel d'Hydrogène
- **PSM** : Poste de Sécurité Microbiologique
- **TSE** : Tryptone Sel
- **UFC** : Unité Formant Colonie
- **YGC** : Yeast extract Glucose Chloramphenicol (Gélose Glucosée à l'Extrait de Levure et au Chloramphénicol)

Liste des figures

Figure 01 : Situation géographique du complexe Cevital	13
Figure 02 : Procédé de fabrication du pur jus d'orange et du concentré d'orange et le jus reconstituer	15
Figure 03 : photographie d'échantillons à analyser	19
Figure 04 : Séance du test hédonique	20
Figure 05 : L'évolution de l'acidité du jus probiotique et du jus témoin	21
Figure 06 : L'évolution du ph du jus probiotique et du jus témoin	22
Figure 07 : L'évolution du degré de brix du jus probiotique et du jus témoin	23
Figure 08 : Préférence globale du jus probiotique et du jus non probiotique	24
Figure 09 : Note d'acceptabilité du jus probiotique, témoin et commerciale	26
Figure 10 : Note des trois jus selon l'âge des dégustateurs	26
Figure 11 : Note des trois jus selon le sexe des dégustateurs	27
Figure 12 : La moyen de préférence des caractères organoleptiques des trois jus	30
Figure 13 : Profil sensorielle du jus probiotique, témoin et commerciale	30

Liste des tableaux

Tableau I : Principe de l'analyse sensorielle	2
Tableau II : Principe du système sensoriel.	3
Tableau III : Facteurs influençant l'analyse sensorielle	4
Tableau IV : Composition biochimique de l'orange dans 100g	5
Tableau V : Valorisation des parties de l'orange	6
Tableau VI : Les types de jus d'orange	7
Tableau VII : Les propriétés nutritionnelles des composants d'un jus de fruit	8
Tableau VIII : Utilisation des probiotiques dans le domaine alimentaire	11
Tableau IX : Protocole expérimental de jus fermenté	17
Tableau X : Paramètres de l'analyse physico-chimique	17
Tableau XI : Protocole de l'analyse microbienne	18
Tableau XII : Résultat de l'analyse microbiologique du jus probiotique	24

Liste des annexes

Annexe 1 : Evaluation sensorielle d'eau fruitée (test triangulaire)

Annexe 2 : questionnaire d'évaluation sensorielle d'un jus (Panel Hédonique)

Annexe 3 : questionnaire d'évaluation sensorielle d'un jus (Panel d'expert)

Liste des tableaux en annexe

Tableau I : Principaux microorganismes utilisés comme probiotique

Tableau II : Caractéristiques des bactéries lactiques

Tableau III : Les matériels de laboratoire

Tableau IV : Fiche technique des milieux de culture

Tableau V : Fiche technique des milieux de culture (la suite)

Liste des figures en annexe

Figure 1 : Schéma des gammes de produit du complexe CEVITAL

Sommaire

Introduction	1
Partie bibliographique	
I. Analyse sensorielle	2
I.1. Définition de l'analyse sensorielle	2
I.2. Principe de l'analyse sensorielle	2
I.3. L'évaluation du système sensoriel	3
I.4. Les facteurs influençant l'évaluation sensorielle	4
II. Jus d'orange	5
II.1. Généralités sur l'orange	5
II.1.1. Valorisation de l'orange	5
II.2. Définition d'un jus	6
II.2.1. Types de jus	6
II.3. Qualité des jus d'orange	7
II.3.1. Qualité nutritionnelle du jus	7
II.3.2. Qualité microbiologique du jus	8
III. Les probiotiques	10
III.1. Définition d'un probiotique	10
III.2. Les microorganismes utilisés au tant que probiotique	10
III.3. Les bactéries lactiques	11
III.4. Les probiotique dans les jus	12
Partie expérimentale	
I. Présentation de l'organisme d'accueil	13
I.2. Situation géographique	13
I.3. Les produits du complexe	13
II. Matériel et méthode	14
II.1. Préparation industriel du jus d'orange	14
II.1.1. La matière première	14
II.1.2. Type de jus	14
II.1.3. Procédé de fabrication du pur jus d'orange et du concentré d'orange	14

II.2. Préparation du jus d'orange fermenté	16
II.2.1. La souche bactérienne	16
II.2.2. Préparation de la pré-culture	16
II.2.3. Incorporation de la souche probiotique dans le jus d'orange	16
II.3. Analyse physico-chimique	17
II.4. Analyse microbiologique	18
II.5. Analyse sensorielle	19
II. 5.1. Test discriminatif (Triangulaire)	19
II. 5.2. Test descriptif	19
II. 5.3. Test hédonique	20

Partie résultats et discussions

I. Analyses physico-chimiques	21
I.1. L'acidité	21
I.2. Potentiel hydrogène (pH)	21
I.3. Le degré de Brix	22
II. Résultat de l'analyse microbiologique	23
III. Analyse sensorielle	24
III.1. Résultat du test discriminatif	24
III.2. Résultat du test hédonique	25
III.2.1. L'acceptabilité globale du jus	25
III.2.2. L'acceptabilité globale du jus selon l'âge	26
III.2.3. L'acceptabilité globale du jus selon le sexe	27
III.3. Résultat du test descriptif	28
III.3.1. L'odeur	28
III.3.2. La couleur	28
III.3.3. Le goût	28
III.3.4. L'amertume	28
III.3.5. L'acidité	29
III.3.6. La texture	29

III.3.7. L'intensité d'arôme	29
III.4. Effet de <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> sur le profil sensoriel du jus d'orange fermenté	30
Conclusion	32
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

Depuis l'antiquité, l'Homme consomme les produits issus de la fermentation bactérienne. Ces derniers se sont avérés être bénéfiques pour la santé humaine en contribuant au bon fonctionnement intestinal grâce aux composés bioactifs synthétisés lors de la fermentation (**Birsan *et al.*, 2022**). C'est de là que le concept d'addition de souches probiotiques aux matrices alimentaires a émergé. Ainsi, diverses matrices notamment les fruits et les légumes ont été suggérées comme milieu pour la culture des souches probiotiques en raison de leurs richesses en nutriments essentiels (**Pariera *et al.*, 2011**).

Il est bien connu que les jus de fruits sont plus facilement assimilés par l'organisme humain par rapport aux matières premières (**Rakin *et al.*, 2004**). De plus, le choix de la probiotification s'est porté sur le jus d'orange en raison de sa prédominance dans le régime alimentaire quotidien due à sa durée de conservation, ses propriétés nutritionnelles et la teneur élevée en acide ascorbique (**Osungbade *et al.*, 2021**).

L'utilisation des probiotiques dans une matrice végétale permet de métaboliser différents substrats, entraînant des changements grâce à sa capacité à produire de l'acide lactique, composés aromatiques, et exopolysaccharides. Les probiotiques sont reconnues pour améliorer les propriétés nutritionnelles et organoleptiques des produits alimentaires (**Garcia *et al.*, 2020**).

L'étude sensorielle est considérée comme un outil de mesure au service de la production et du développement alimentaire qui vise à anticiper les choix ultérieurs du consommateur (**Giboreau A, 2009**). Suivant ce concept, les industries agro-alimentaires sont en concurrence dans le but de répondre aux exigences des consommateurs en qualités organoleptiques et nutritives (**Antunes *et al.*, 2013**).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude qui a pour objectifs d'analyser la qualité sensorielle d'un jus d'orange enrichi en probiotique et d'étudier l'effet de cette souche sur les profils sensoriels du jus fermenté.

Afin de cerner le contexte de cette étude, une synthèse bibliographique relative au sujet sera confectionnée donnant un aperçu sur les jus fermentés, les probiotiques et l'analyse sensorielle. Par la suite, la méthodologie adoptée dans cette étude sera détaillée, les résultats obtenus seront présentés et discutés en se référant à la littérature. Enfin, les conclusions auxquelles ils nous ont amenés seront exposées suivies de certaines perspectives.

Chapitre I : Analyse sensorielle

I.1. Définition de l'analyse sensorielle

L'analyse sensorielle représente l'ensemble des méthodes permettant d'évaluer les qualités organoleptiques d'un produit alimentaire faisant appels aux organes de sens de l'Homme dont le goût, l'odorat, la vue, le toucher et l'ouïe comme instruments de mesure (**Bauer *et al.*, 2010**).

A partir des années cinquante, l'évaluation sensorielle a été mise en avant en partie par l'effort du gouvernement fédéral Américain afin de fournir des produits alimentaires de meilleure qualité aux militaires en optimisant le degré d'acceptabilité des menus servis (**Peryam *et al.*, 1954 cité par Stone *et al.*, 2012**).

Ce procédé fut vite adopté par les industries du secteur agroalimentaire afin d'appréhender les attentes et les préférences du consommateur d'une part et de mesurer l'acceptabilité de nouveaux produits d'une autre part. Cette démarche permet également de se distinguer de la concurrence tout en répondant au maximum aux exigences des consommateurs (**Giboreau, 2009**).

I.2. Principe de l'analyse sensorielle

L'évaluation sensorielle doit être conforme à une série de recommandations internationales respectant les directives générales pour la réalisation des différents types de tests (**Tableau I**).

En général, deux tests complémentaires sont réalisés : un test analytique par un panel expert et un test hédonique par un panel naïf (**Bauer *et al.*, 2010**).

Tableau I : Principe de l'analyse sensorielle (**Pôle Agroalimentaire, 2020**)

Test	Panel	Compétences du panel	Objectifs du test
Tests analytiques	Panel expert	Les panélistes sont sélectionnés et formés à l'évaluation objective des produits.	Réalisation d'une évaluation discriminative dans le but de comparer différents échantillons.
			Réalisation d'une évaluation descriptive afin de mesurer l'intensité de la sensation entre les produit.
Test hédonique	Panel naïf	Les panélistes ne sont ni entraînés ni formés pour représenter le consommateur au mieux.	Ce test vise à rechercher les préférences et l'acceptabilité du produit.

I.3. L'évaluation du système sensoriel

Les informations relatives à notre environnement extérieur sont uniquement perçues par nos organes de sens (**tableau II**). De nombreuses recherches démontrent que la perception du sujet est influencée par l'interaction entre les différents systèmes sensoriels (**Bauer et al., 2010**).

Tableau II : Principe du système sensoriel

Sens	Organe	Principe de perception	Propriétés sensorielles relatives	Référence
La vue	L'œil	Les photons activent les photorécepteurs de la rétine de l'œil	Evaluation visuelle des critères d'apparence dont la couleur, l'aspect et la forme du produit.	(Bauer et al., 2010)
L'odorat	Le nez	Les Molécules sont transportées par la voie orthonasale activant les organes olfactifs.	Evaluation de l'odeur perçue selon la quantité de substances volatiles captées par les cellules réceptrices.	(Kemp et al., 2011)
Le gout	Organe gustatif (la langue)	Les sensations gustatives perçues par les papilles gustatives qui contiennent les bourgeons du gout.	Evaluation gustative des saveurs (salé, sucré, acide et amère) stimulées par les substances solubles dans le produit.	(Kemp et al., 2011)
L'ouïe	L'oreille	Les cellules réceptrices de la cochlée située dans l'oreille internes qui captent les ondes et les vibrations.	Evaluation de l'audition caractérisée par les attributs tels que le croquant, le craquant et le croustillon d'un produit.	(Bauer et al., 2010)
Le toucher	La peau et les muqueuses	Sensibilité tactile captés par les tissus de la peau et muqueuses qui traduisent les sensations	Détermination de la texture des produits tels que la dureté, la viscosité, la cohésion l'adhérence et élasticité.	(Bauer et al., 2010)

I.4. Les facteurs influençant l'évaluation sensorielle

Selon **Charnay *et al.*, (2006)**, pour obtenir la meilleure précision possible en évaluation sensorielle, il est nécessaire de prendre en considération quelques paramètres qui peuvent agir négativement sur les résultats attendus (**tableau III**).

Tableau III : Facteurs influençant l'analyse sensorielle (**Pôle Agroalimentaire, 2020**)

Type de facteurs	Les conditions nécessaires en évaluation sensorielle
Facteur liées à l'environnement	Une salle de dégustation contrôlé : l'aération, la couleur, l'odeur, l'éclairage uniforme, ainsi le silence total durant l'évaluation.
Facteurs liées à l'aliment	Limité le nombre d'échantillon à analyser par séance. La température, le volume, la couleur et la quantité doit être correspondante au produit. L'ordre de présentation d'échantillon doit être maîtrisé soit aléatoire ou équilibré.
Facteurs liés au dégustateur	Etre en bon état de santé et état émotionnel afin d'assurer la fiabilité des résultats. L'interdiction de la consommation des produits a des parfums forts (chocolat, café) ou de fumer.

II. Le jus d'orange

II.1.1 Généralités sur l'orange

L'orange ou *Citrus sinensis* est un fruit généralement cultivé dans les régions à climat tropical et subtropical (climat chinois et méditerranéen). L'orange est un agrume aussi appelé hesperidium car il possède une couche extérieure dur protectrice de la partie comestible du fruit (Shukla *et al.*, 2020).

Chaque année, plus de 50 millions de tonnes d'orange sont produits destinés à la consommation mondiale due à la recommandation élevée du consommateur (Traquato *et al.*, 2017).

II.1.2. La composition biochimique de l'orange :

L'orange contient principalement des glucides, des fibres, des acides organiques, des pigments, ainsi que des vitamines dissous dans 85% d'eau (tableau IV).

Tableau IV : Composition biochimique de l'orange dans 100g (Albrigo, 1970)

Composants (g)	Contenance
Valeur énergétiques	40 Kcal
Eau	85,70 %
Glucides	8.5 à 12%
Acides organiques	1.2 % (acide citrique et un peu d'acide malique).
Vitamines	dominé par une teneur en vitamine C
Minéraux	40mg/ 100 g
Pigments	Anthocyanes

II.1.2. Valorisation de l'orange :

Les oranges sont constitués d'une écorce qui est en général assez épaisse par rapport à la taille du fruit et peut même constituer la majeure partie de celui-ci, la partie colorée de cette écorce elle est appelée flavédo. Le mésocarpe interne, beaucoup plus épais, généralement blanchâtre de texture spongieuse l'albédo. Puis la pulpe la partie comestible du fruit constitué de poils à jus (tableau V) (Siles *et al.*, 2016).

Tableau V : Valorisation des parties de l’orange (Siles *et al.*, 2016)

Partie du fruit	Localisation	Utilisation
Flavédo	La couche extérieure colorée, qui contient les glandes à huiles essentielles.	Utilisation pour la fabrication de parfums et d’arômes, mais aussi comme mélasse pour l’aliment des animaux et la production du carburant.
Mésocarpe	La couche intérieure blanche spongieuse, riche en pectines.	Utilisation en gélifiant et épaississant texturant en alimentation, principalement pour la fabrication des confitures.
Endocarpe	Epiderme interne	Utilisation dans la fabrication de jus de fruits, de confiture, de purée d’orange et concentré d’orange.

II.2. Définition du Jus

Le jus de fruits est un produit liquide naturel non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible d’un fruit sain mature, qu’il soit frais ou conservé. Les jus possèdent la couleur, l’arôme et le goût caractéristiques des fruits dont ils proviennent (**Codex Alimentarius, 2005**).

Le jus d'orange est l'un des jus de fruits les plus consommés au monde, car il offre une option nutritive avec une saveur agréable pour une large variété de consommateur (**Alaa Ewais *et al.*, 2021**). Le jus d’orange occupe la première place avec plus de 55 milliards de litres sont bus chaque jour dans le monde (**ANONYME b, 2022**).

II.2.1 Types de jus d’orange

Les jus d’orange sont classés en plusieurs catégories de produit en fonction de leur procédé de fabrication et selon leur teneur en fruit (**tableau VI**).

Tableau VI : Les types de jus

Type de jus	Caractéristiques	Référence
Purs jus de fruits	Contiennent 100% de jus de fruit naturel	(Dila ,2013)
Jus à base de concentré de fruits	Contiennent 100% de jus de fruit suivie d'une concentration par évaporation d'eau.	(Chanson-Rolle <i>et al.</i>, 2016)
Nectars de fruits	Obtenus par ajout d'eau au jus ou à la purée de fruits.	(Braesco, <i>et al.</i>, 2013).
Jus gazéifiés	Obtenus par ajout du gaz carbonique au jus de fruit.	(Benamara <i>et Agougou</i>, 2003)
Jus fermentés	Obtenus par une fermentation lactique. Leur contenu est riche en acide lactique.	(Buruleanu <i>et Manea</i>, 2006).

II.3. Qualité des jus d'orange

II.3.1. Qualité nutritionnelle des jus d'orange

En raison de sa composition, le jus d'orange est considéré comme une boisson nutritive et hydratante **(Benamara et Agougou, 2003)**. Il contient en partie les constituants hydrosolubles de l'orange ; riche en glucides, minéraux, vitamines, acides, et substances aromatiques. Les glucides forment un apport énergétique important du jus **(tableau VII)**. Les carotènes, les flavonoïdes, et les composés volatiles influencent sur les propriétés sensorielles du produit. **(Hendrix et Redd, 1995)**

Tableau VII : Propriétés nutritionnelles des composants d'un jus de fruit (Souci *et al.*, 1994).

Composant	Propriétés
Eau	Avec plus de 85% d'eau, le jus de fruit contribue à satisfaire nos besoins d'hydratation.
Glucides	Source d'énergie métabolique et du stock de glycogène. Les glucides sont également responsables de la saveur du jus et influencent sa consistance et ses propriétés organoleptique.
Acides organiques	L'acide citrique est responsable de la saveur acidulée du jus d'orange, celle-ci influence la perception sensorielle des composés volatils du jus
Vitamines C	Antioxydant, stimulant dans l'absorption du Fer et composé essentiel dans la résistance aux infections.
Vitamine B9 (acide folique)	Anti anémique, intervient dans le renouvellement tissulaire et renforce les systèmes immunitaire et nerveux.
Vitamine E	Antioxydant, participe au bon fonctionnement des systèmes immunitaire et nerveux et joue un rôle dans la fertilité.
Minéraux	Le potassium est le minéral le plus abondant. Il est indispensable à l'équilibre nutritionnel participe à de nombreuses réactions chimiques dans le corps.
Caroténoïdes	Pigments, provitamine A, ils ont des effets anti-cancéreux, antioxydant et de protection des tissus.
Fibres	Ils favorisent le fonctionnement de la membrane muqueuse du système digestif.

II.3.2. Qualité microbiologique

Le jus d'orange est un produit qui peut facilement être altéré par voie microbienne. Ainsi, la détection des contaminants lors du processus de fabrication est primordiale. Plusieurs groupes microbiens sont recherchés tout au long du processus dont :

- **Les bactéries** : les bactéries acétiques sont responsables du brunissement des jus et de la production d'arômes indésirables par des réactions enzymatiques (Tribst *et al.*, 2009). Les espèces pouvant croître dans un tel substrat sont principalement : *Bacillus coagulans*,

Bacillus polymyxa, *Clostridium pasteurianum* et *Clostridium butyricum* (Covadonga *et al.*, 2002).

- **Les levures** : Les espèces de levures généralement retrouvées dans les jus d'agrumes sont *Candida parapsilosis*, *Candida stellata*, *Saccharomyces cerevisiae*, bien que les espèces du genre *Rhodotorula*, *Pichia*, *Hanseniaspora* soient également fréquentes. Ces espèces fongiques ont la capacité de dégrader les glucides en alcool, acides organiques et en CO₂ (Aneja *et al.*, 2014).
- **Les moisissures** : Les moisissures peuvent croître en tapis mycéliens à la surface du jus. Elles provoquent des altérations par la production de gaz et la modification de l'odeur et la saveur par l'activité des enzymes : cellulase, amylase, invertase et la pectinase (Wareing *et al.*, 2005).

III. Les probiotiques

III.1. Définition d'un probiotique

Selon l'Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO /OMS), les probiotiques sont définis comme des microorganismes vivants qui, lorsqu'ils sont administrés en quantités suffisantes, exerce un effet bénéfique sur la santé de l'hôte **(FAO, 2002)**.

La souche probiotique améliore la qualité nutritionnelle de l'aliment fermenté par rapport au non fermenté, de plus l'administration des microorganismes vivants agissent positivement sur la santé d'hôte en modifiant la composition et les fonctions du microbiote intestinal **(Pimentel et al., 2019)**.

De nombreux travaux scientifiques prouvent que les probiotiques jouent un rôle important dans les fonctions immunologiques, digestives et respiratoires et qu'ils sont susceptibles d'aider à lutter contre les maladies infectieuses **(Garcia-Gonzalez et al., 2022)**.

III.3. Les microorganismes utilisés en tant que probiotiques

Les espèces de bactéries les plus fréquemment utilisées autant que probiotiques sont les bactéries lactiques et à leur tête le genre *Lactobacillus*. Du côté des levures, c'est le genre *Saccharomyces* qui est le plus fréquemment utilisé. Ces espèces sont souvent associées à l'alimentation humaine sous forme de produits fermentés **(Khan et Ansari, 2007)**.

Tableau VIII : Utilisation des probiotiques dans le domaine alimentaire

Aliment	Souche probiotique	Référence
Kombucha	<i>Saccharomyces sp, Acetobacter sp</i>	Letaconnoux, 2019
Yaourt	<i>Lactobacillus delbrueckii sp bulgaricus,</i> <i>Streptococcus thermophilus</i>	Valence, 2019
Fromage	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	Valence, 2019
Kéfir	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus,</i> <i>Lactobacillus casei, Lactococcus lactis,</i> <i>Lactococcus lactis biovar diacetylactis,</i> <i>Leuconostoc citreum, Saccharomyces kefir</i>	Letaconnoux, 2019
Jus de pomme	<i>Lactobacillus paracasei</i>	Letaconnoux, 2019
Jus d’ananas	<i>Bifidobacterium animalis ssp, lactis</i>	Šárka. H et al., 2018
Lben	<i>Lactococcus, Leuconostoc</i>	Letaconnoux, 2019
Le pain	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Letaconnoux, 2019
Choucroute	<i>Lactiplantibacillus plantarum, Leuconostoc</i> <i>mesenteroides</i>	Garcia et al., 2020
Cornichons	<i>Pediococcus cerevisiae, Lactiplantibacillus</i> <i>plantarum</i>	Letaconnoux, 2019
kimchi	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	Letaconnoux, 2019
Lait de soja	<i>Lactobacillus acidophilus, Streptococcus</i> <i>thermophilus, Lactobacillus bulgaricus,</i> <i>Bifidobacterium longum</i>	Garcia et al., 2020

III.3.1. Les bactéries lactiques

Les bactéries lactiques constituent le plus grand ensemble de microorganismes vivants ingérés via l'alimentation. Actuellement, le genre *Lactobacillus* est fortement utilisé par les industries agro-alimentaires dans le but d'améliorer les propriétés organoleptiques et optimiser la conservation du produit fini (**Pimentel et al., 2019**). (**Annexe**).

Les espèces du genre *Lactobacillus* forment un ensemble très hétérogène considéré comme les plus étudiées dans le domaine agroalimentaire (**De Angelis, 2016**). Les bactéries lactiques sont des microorganismes ubiquistes, isolées de différentes niches écologiques et associées aux

aliments fermentés. Il est bien connu que l'espèce *Lactiplantibacillus plantarum* est souvent utilisée comme culture starter dans le secteur alimentaire (**Garcia-Gonzalez et al., 2020**).

Ces dernières années, plusieurs rapports épidémiologiques et cliniques ont confirmé son utilisation pour une amélioration de la santé et la réduction du risque des maladies (**Garcia-Gonzalez et al., 2022**). Cette espèce réduit le risque de certains cancers et des maladies cardiovasculaires (**Garcia et al., 2020**). Elle a un effet thérapeutique contre la diarrhée associée aux antibiotiques, la constipation, les infections intestinales, les maladies liées à l'intestin telles que le syndrome de l'intestin irritable et le cancer du côlon (**Guan et al., 2020**).

III.4. Les probiotique dans les jus

Dernièrement, les jus fermentés à base de fruits ont reçu une attention considérable de la part des consommateurs soucieux de leur santé. Cette tendance favorise l'enrichissement des jus en probiotiques (**Szutowska, 2020**).

L'avantage d'utiliser les jus de fruits comme matrice pour la fermentation lactique est leur composition riche (vitamines, minéraux et sucres) et leur acidité adéquate à la viabilité des souches lactiques (**Mantzouarani et al, 2018**).

L'intérêt de ces jus fermentés est de répondre aux demandes croissantes de substrat alternatif non laitier par les consommateurs en raison de l'intolérance au lactose, des allergies aux composants du lait, la dyslipidémie ainsi que de la prévalence des maladies chroniques (**Mantzouarani et al, 2018**).

Les aliments additionnés de probiotiques offrent une opportunité pour améliorer la composition nutritionnelle et les qualités organoleptiques mais permettent également d'optimiser la durée de conservation (activité antimicrobienne) recherchée dans le secteur agro-alimentaire (**Birsen et al., 2022**).

I. Présentation de l'organisme d'accueil « Entreprise CEVITAL »

L'entreprise CEVITAL est un complexe industriel agro-alimentaire créé en Mai 1998 et ayant investi dans des secteurs d'activités diversifiées. Elle est répartie en plusieurs unités de production équipées des dernières technologies à travers le territoire algérien et poursuit son développement par divers projets en cours de réalisation. En 2006, elle annexe l'unité Conserves et Jus d'El Kseur (COJEK), filiale de l'Entreprise Nationale des Jus et Conserves Alimentaires (ENAJUC) au complexe sous le nom de TCHINA pour la production de jus de fruits et des conserves.

L'entreprise s'est hissé comme leader sur le marché national et commence à investir le marché de l'exportation grâce à la haute qualité de ses produits.

I.2. Situation géographique du complexe

L'entreprise CEVITAL occupe une superficie de 45000 m² au sein de la ville de Bejaïa. Sa situation géographique stratégique est un atout à son développement économique.



Figure 01 : Situation géographique du complexe CEVITAL au sein de la ville de Bejaïa (Google map)

I.3. Les produits du complexe :

L'entreprise produit et commercialise plusieurs produits diversifiés (Annexe);

- Raffinage du sucre
- Production des margarines
- Raffinage des huiles végétales
- Production des boissons ; Eau minérale Lalla Khadîdja, et des Jus de fruits TCHINA
- Production de Conserveries (sauce, mayonnaise et confiture)

II. Matériel et méthode

La matrice végétale utilisée dans pour ce travail est le jus d'orange industriel « TCHINA » produit par l'unité de CEVITAL.

II.1. Préparation industriel du jus d'orange

II.1.1. La matière première

La qualité du jus d'orange dépend largement des propriétés des oranges utilisées lors du processus de fabrication. Pour ce travail, la matière première est le concentré du jus d'orange.

II.1.2. Type de jus

La préparation de jus à base de l'orange a été réalisée par l'ingénieur de recherche et de développement de l'entreprise TCHINA (Cevital, Bejaia) en suivant la même recette du jus industriel sans ajout du conservateur et de l'acide citrique. Le jus subie une pasteurisation puis destiné à la fermentation.

II.1.3. Procédé de fabrication du pur jus d'orange et du concentré d'orange

Les agrumes sont un bon exemple de la transformation des produits agricoles à grande échelle. Une gamme de culture d'agrumes est transformée pour exploité et valorisé tous les parties du fruit.

L'industrie de jus d'orange comporte un grand nombre d'opérations, pour rendre les fruits aptes à la transformation. La Figure 02 représente les différentes étapes de fabrication d'un pur jus d'orange et d'un concentré (Berlinet, 2006).

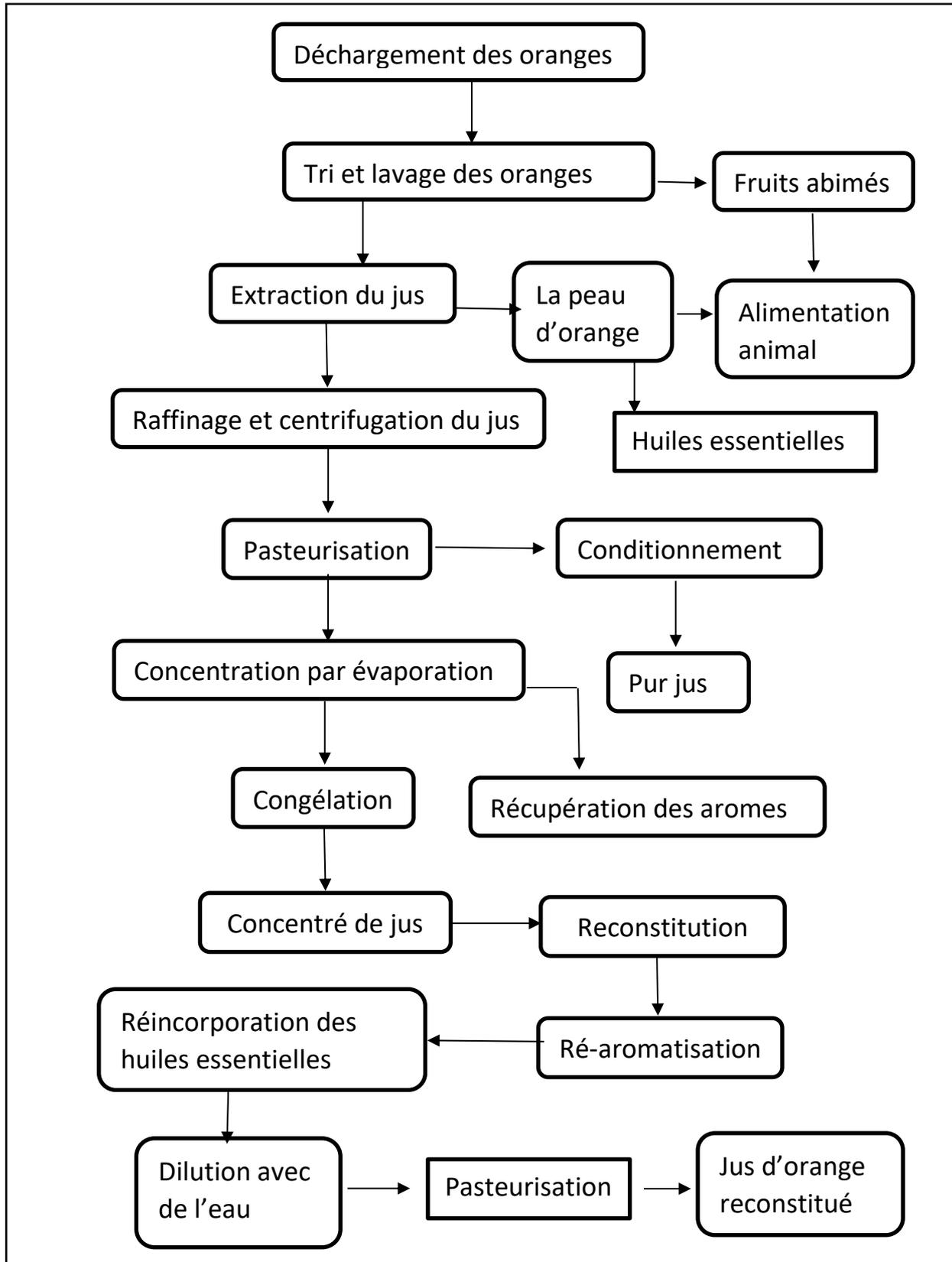


Figure 02 : Procédé de fabrication du pur jus d'orange, du concentré d'orange et du jus reconstitué (Berlinet, 2006).

II.2. Préparation du jus d'orange fermenté

II.2.1. La souche bactérienne

La souche bactérienne utilisée provient du soucier du laboratoire de recherche de Microbiologie Appliquée de l'université Abderrahmane Mira-Bejaia. Il s'agit de l'espèce *Lactiplantibacillus plantarum* isolée, caractérisée et identifiée par séquençage du gène ADNr 16S (**Barache et al., 2020**).

II.2.2. Préparation de la pré-culture

Avant de lancer la pré-culture, la souche *Lactiplantibacillus plantarum* a subi une série de repiquage afin de la relancer. Une standardisation a également été réalisée afin de s'assurer de la charge.

Cinq colonies de la souche sont mises en culture dans 10ml de bouillon MRS à 37°C pendant 18h. Après la période d'incubation, la culture est centrifugée à 5000g pendant 20 min à 4°C. Le culot est ensuite lavé à l'aide d'une solution de TSe stérile par centrifugation à 5000g pendant 20min. Après élimination du TSe, le culot est récupéré et remis en suspension dans 10 ml de jus d'orange (**Barache et al., 2020**).

II. 2.3. Incorporation de la souche probiotique dans le jus d'orange

Une fois la boisson pasteurisée à 95°C pendant 20min, elle est répartie dans des flacons (90ml par flacon) afin d'être inoculés comme suit :

- Seize flacons sont réservés à l'inoculation par 10ml de la pré culture standardisée à 10^8 UFC/ml. On retient deux flacons pour l'analyse du T0 et du T6h.
- Huit flacons non ensemencés sont considérés comme témoins. Deux flacons parmi les huit sont retenus pour les analyses du T0 et du T6h.
- L'ensemble des flacons sont incubé à 37°C pendant 6h puis sont conservés à 4°C.

Tableau IX : Protocole expérimental du jus fermenté.

Expérience	Nombre de flacons	Charge microbienne	Incubation
Jus fermenté	16 flacons ensemencés	10ml de suspension bactérienne à 10 ⁸ UFC/ml	37°C / 6h
Témoin	8 flacons non ensemencés	Sans suspension bactérienne	à 37°C pendant 6h

II. 3. Analyses Physico-chimiques

L'analyse physicochimique consiste en la détermination des paramètres chimiques qui permettent de déterminer les caractéristiques organoleptiques et la composition biochimique du jus (**Tableau X**). Le suivi des paramètres a été effectué après pasteurisation, après fermentation puis à des intervalles : J3, J6, J13, J21 et J31.

Tableau X : Paramètres suivi de l'analyse physico-chimique

Le paramètre	Principe	Méthode
pH	Détermination de la concentration en ions H ⁺ d'une solution mesurée par pH -mètre.	Immerger la sonde du pH-mètre dans un volume d'échantillon à mesurer.
Acidité	Détermination de la concentration des acides libres dans le produit par unité de volume.	Prélever 10 ml de jus dans un bécher additionné de quelques gouttes de solution de phénophtaléine puis verser la solution NaOH jusqu'au virage de couleur.
Degré de Brix	Détermination du pourcentage de la matière sèche soluble qui permet d'estimer la teneur en sucre à l'aide d'un réfractomètre.	Une quantité de jus est placée sur le prisme étalonné du réfractomètre. La valeur est directement affichée sur l'appareil

II.4. Analyse microbiologique :

Le contrôle microbiologique vise au dénombrement de plusieurs catégories de microorganismes responsables des altérations des propriétés organoleptiques et/ou de l'état sanitaire du jus (**Tableau XI**). Cette étape est primordiale pour garantir la salubrité, la qualité du produit et la stabilité de ses caractères physicochimiques, nutritifs et organoleptiques.

Tout comme pour l'analyse physico-chimique, le suivi microbiologique a été effectué après pasteurisation, après fermentation puis à des intervalles : J3, J6, J13, J21 et J31.

Tableau XI : Protocole de l'analyse microbienne.

Microorganismes dénombrés	Objectif	Milieu	ph du milieu	Paramètres d'incubation
La FTAM (Flore Mésophile Aérobie Totale)	Dénombrement des microorganismes d'altération	PCA	7	30°C / 72h
Bactéries lactiques	Dénombrement de l'évolution de la fermentation lactique du jus d'orange	MRS	5,7	37 °C / 48h
Levures et moisissures	Dénombrement des contaminants fongiques responsables de l'altération du jus	YGC	6,6	25 °C / 5J

L'expression des résultats par la formule : (**Guiraud, 2003**)

$$N = \frac{\Sigma \text{ de colonies}}{V \times (n1 + 0.1n2) \times d1}$$

- N : nombre d'UFC par ml de produit initial.
- Σ colonies : sommes des colonies des boites interprétables.
- V ml : volume de la solution (1 ml).
- n1 : nombre de boites considérées à la première dilution retenue.
- n2 : nombre de boites considérées à la seconde dilution retenue.
- d1 : facteur de la première dilution retenue (dilution à partir de laquelle le premier dénombrement est obtenu).

II. 5. Analyse sensorielle

L'évaluation sensorielle des aliments a pour objectif la détermination des propriétés organoleptiques et l'étude des préférences. Deux tests complémentaires sont réalisés : un test analytique (descriptif, discriminatif) réalisé par un panel expert et un test hédonique par un panel naïf (Totte, 2008).

II. 5.1. Test discriminatif (Triangulaire)

Le principe du test triangulaire est de déterminer la perception des différences entre trois produits où deux sont identiques (Urvoy *et al.*, 2012).

Le test a été réalisé par un jury d'expert constitués de onze personnes (femmes /hommes), formés à l'évaluation sensorielle au sein de l'entreprise CEVITAL.

Chaque membre du jury reçoit 3 échantillons représenté dans la figure suivante du jus à évaluer et doit remplir la fiche de dégustation en suivant les recommandations citées (Annexe).

Pour indiquer l'échantillon le plus différent on calcule la valeur de $\mu_{obs} = \frac{|2x-n|-1}{\sqrt{n}}$ (Watts *et al.*, 1991)

n : le nombre total des réponses ; x : nombre de réponses correctes observées

La valeur de μ_{obs} doit être comparée avec les valeurs de μ théoriques suivantes :

$\mu \geq 1,96$ pour un risque de 5%

$\mu \geq 2,58$ pour un risque de 1%

$\mu \geq 3,29$ pour un risque de 1% ◦



Figure 03 : photographie d'échantillons à analyser.

II. 5.2. Test descriptif

Il s'agit de caractériser plus précisément les propriétés d'un produit en tenant compte de tous les paramètres sensoriels (Kemp *et al.*, 2011).

Le test a été réalisé par un jury expert constitué de 8 panelistes. Chaque paneliste reçoit 3 échantillons de jus différents afin de décrire précisément tous les caractères mentionnés sur la fiche de dégustation (**Annexe**).

II. 5.3. Test hédonique

Les épreuves hédoniques ont pour objectif d'analyser le niveau de satisfaction d'un produit (**Bauer et al., 2010**).

Le test a été réalisé par un jury naïf constitué de cent dix (110) personnes. Les dégustateurs sont appelés à évaluer trois jus différents représentés dans la figure suivante puis à répondre à la fiche de dégustation (**Annexe**).



Figure 04 : Séance du test hédonique

I. Analyses physico-chimiques

I.1. L'acidité :

L'acidité joue un rôle fondamental dans la saveur acidulée du jus d'orange et influence la perception sensorielle des composés volatils du jus. Les résultats du suivi de l'acidité sont représentés dans la figure 05.

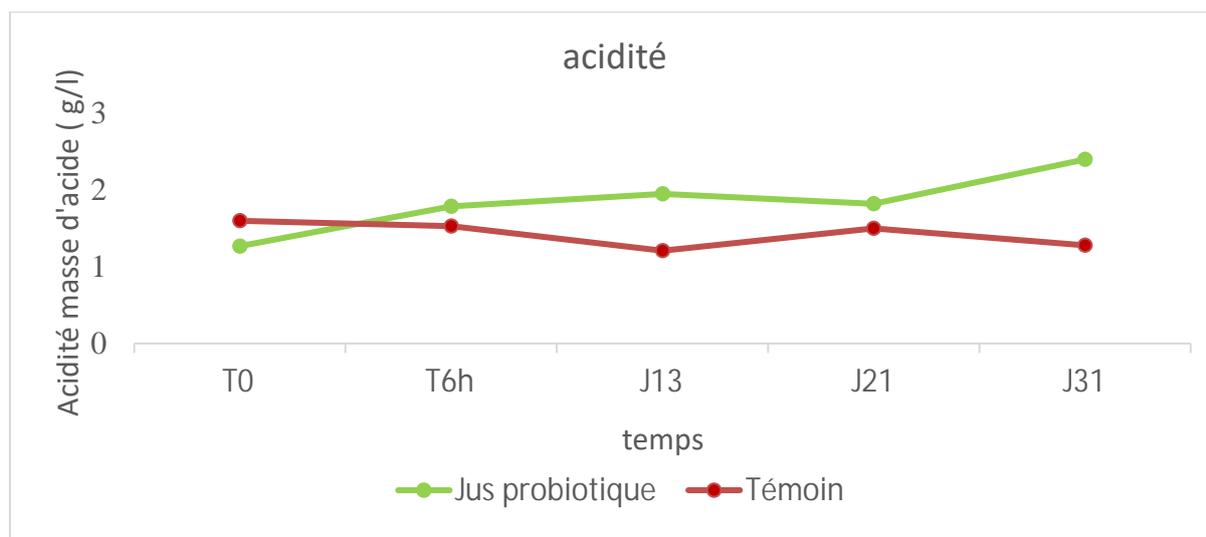


Figure 05 : Evolution de l'acidité du jus probiotique fermenté et du jus témoin.

Les résultats obtenus montrent qu'au moment T0 la valeur de l'acidité du témoin est légèrement plus élevée que le jus probiotique avec des masses d'acide de (1,6g/l) et (1,27g/l) respectivement. La tendance est renversée au 13ème jour avec (1,2g/l) et (1,95g/l) pour le jus témoin et le jus probiotique respectivement pour atteindre un pic de (2,4g/l) au 31ème jour pour le jus probiotique.

L'augmentation de l'acidité du jus probiotique est due probablement à l'acide lactique et produit par *Lactiplantibacillus plantarum* en fermentant le sucre présent dans le jus

L'acidité augmente en raison de la fermentation et de la dégradation des sucres. Lorsque les micro-organismes utilisent les sucres comme source de carbone, ils produisent des acides organiques, augmentant ainsi la valeur d'acidité (Mousavi *et al.*, 2013).

I.2. Potentiel hydrogène (pH)

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

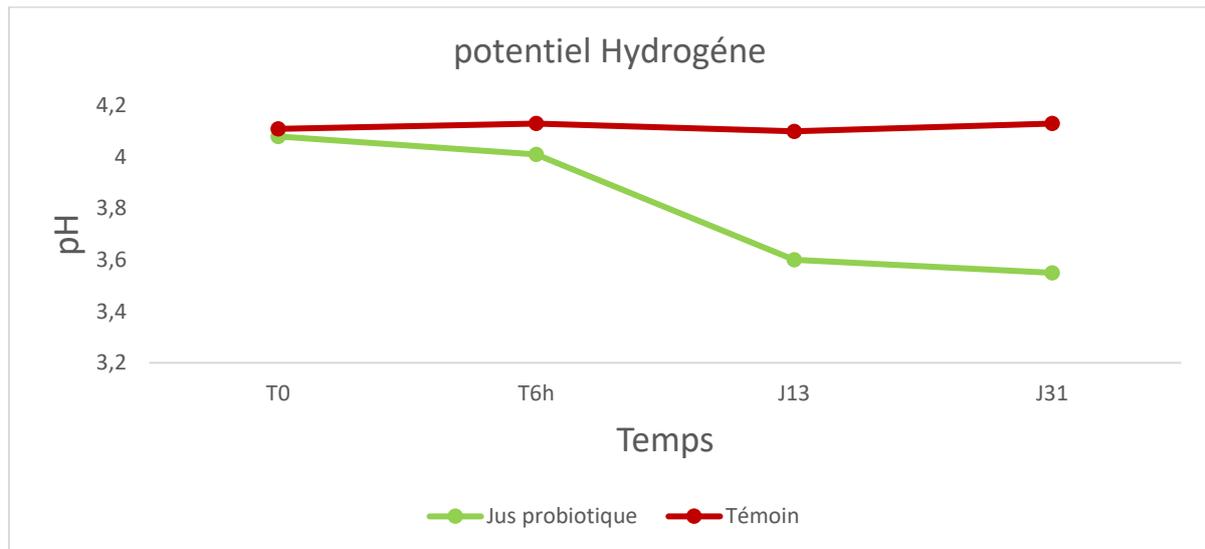


Figure 06 : Evolution du pH d'un jus probiotique et jus témoin.

Les résultats du suivi du pH montrent une diminution des valeurs pour le jus probiotique au fur et à mesure de la durée d'incubation jusqu'à stabilisation du pH. En effet, la valeur initiale du pH était de 4,1 et fini par chuter à la valeur de 3,6 à partir du treizième jour. Tandis que pour le jus témoin, la valeur stagne entre 4,1 et 4,2 tout au long de la fermentation.

Cette diminution du pH peut être due à la dégradation du sucre et la production de l'acide lactique par la bactérie lactique. *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 cultures probiotiques peuvent métaboliser les sucres simples présents dans le jus, ce qui entraîne une production d'acides organiques par conséquent une diminution du pH (**Rodrigues et al., 2012**). Cette dégradation des sucres par la souche témoigne de sa viabilité et son adaptation dans le jus d'orange avec un pH initial de 4,1.

I.3. Le degré de Brix

L'extrait sec soluble de jus permet d'évaluer rapidement leurs concentrations aux sucres solubles. Il mesure, en effet, la fraction de matière sèche soluble majoritairement composée de ces sucres solubles (**Travers, 2004**).

Les résultats obtenus montrent que les valeurs du degré de Brix dans le jus fermenté avec *Lactiplantibacillus plantarum* varient entre 11,18 à 11,3, tout au long de l'expérience. De même pour le jus témoin les valeurs du Brix varie de 11,2 à 11,37.

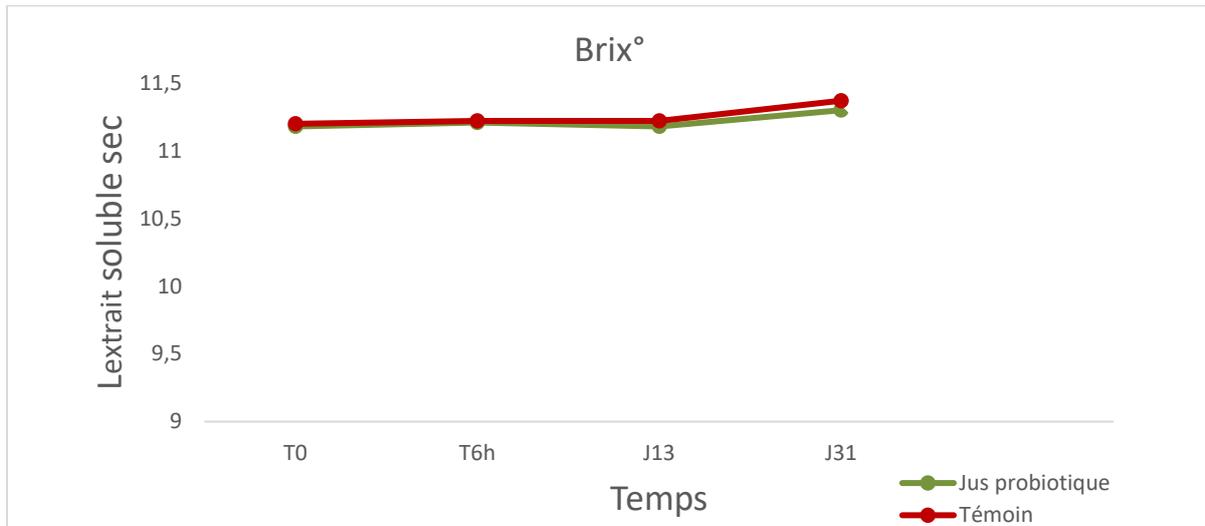


Figure 07 : Evolution du degré de Brix du jus probiotique et témoin.

Ces valeurs sont conformes à la législation nationale du pays importateur. Il est entendu que la valeur de Brix peut différer de cette fourchette de valeurs selon les pays d'Europe est de 11 et les pays d'Afrique qui est de 15 (**CODEX STAN 247, 2005**).

On déduit que la présence de la souche bactérienne n'influence pas vraiment le degré de Brix dans le jus, cette stabilité pourrait être due à la consommation et la transformation des sucres par la bactérie en acide lactique et autre métabolite soluble.

II. Résultat de l'analyse microbiologique

Avec une charge initiale d'ensemencement de 10^8 UFC/ml, à T0 après 6 h d'incubation à 37 °C la charge a diminué jusqu'à $64 \cdot 10^6$ UFC/ml. Une augmentation de la charge bactérienne est observée à partir du 13^{ème} jusqu'à atteindre $9 \cdot 10^8$ UFC / ml au 31^{ème} jour. Cependant, la FTAM, les levures et les moisissures étaient absentes tout au long du suivi.

La chute de la charge du probiotique à T0 est due probablement au temps d'adaptation de *Lactiplantibacillus plantarum* dans la matrice du jus d'orange par la suite la souche se relance en raison de l'abondance en nutriments dans le jus.

Tableau XII : Résultat de l’analyse microbiologique du jus probiotique

Jour du suivie	Microorganismes recherchés		
	Bactéries lactiques	La FTAM (Flore Mésophile Aérobie Totale)	Levures et moisissures
T0	64 x 10 ⁶ UFC/ml	0	0
T6h	73 x 10 ⁶ UFC / ml	0	0
J13	79x 10 ⁷ UFC / ml	0	0
J31	9 x 10 ⁸ UFC / ml	0	0

L’absence de la flore totale aérobie mésophile, des levures et des moisissures est certainement due à l’efficacité du traitement thermique la pasteurisation. Cette absence peut également être due aux métabolites synthétisés par la souche lactique ayant le pouvoir antimicrobien.

Avec son potentiel antifongique et antibactérien, la souche *Lactiplantibacillus plantarum* à probablement jouer le rôle d’un bio-conservateur rendant le jus défavorable pour la flore d’altération (Monnet *et al.*, 2008).

III. Analyse sensorielle

III.1. Résultats du test discriminatif

Les résultats de test triangulaire de deux jus probiotiques identiques et d’un jus témoin sont illustrés dans la figure 8.

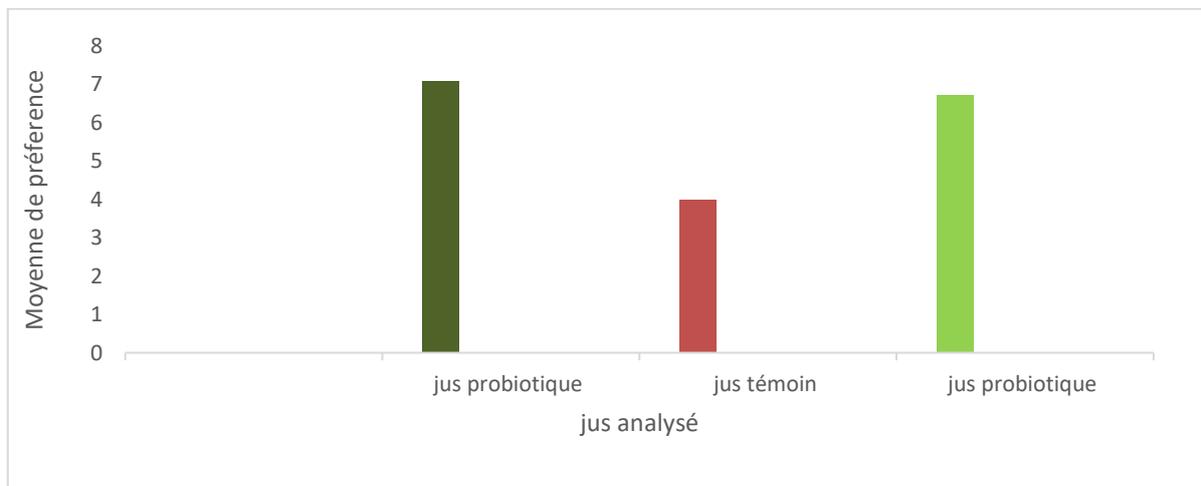


Figure 08 : Préférence globale du jus probiotique et du jus non probiotique

Les résultats obtenus montrent que les deux jus probiotiques, bien que portant des codes différents lors du test, ont eu des notes identiques et sont les plus appréciés par le panel expert avec des moyennes de 7/10 par rapport au jus témoin sans probiotique qui est moins apprécié avec une moyenne de 4/10 respectivement.

D'après la formule mathématique permettant de calculer l'indicateur de discrimination « μ », on obtient un résultat de 3,14. Cette valeur étant supérieur à 2,81 les différences entre le jus témoin et probiotique sont significatives à 1%, ce qui est confirmée par les résultats de la figure 10, qui monte que l'enrichissement du jus en probiotique augmente la préférence du jus.

Selon **Muhialdin et al., (2020)** l'acceptabilité des boissons fermentée par les dégustateurs est probablement due à la quantité d'acide lactique produite par les souches utilisées.

III.2. Résultats du test hédonique

Le test hédonique a été effectué sur un panel naïf constitué de 110 sujets, comprenant 43 hommes et 79 femmes dont la moyenne d'âge varie de 19 à 57 ans.

Les trois jus testés étaient : jus probiotique enrichi en *Lactiplantibacillus plantarum*, le jus commercial TCHINA ainsi que le jus témoin sans suspension bactériennes.

Ce test a permis d'étudier l'acceptabilité du jus probiotique, commercial et témoin selon trois paramètres : la préférence globale et l'acceptabilité selon le sexe et l'âge des panélistes.

III.2.1. L'acceptabilité globale du jus

Les résultats du test d'appréciation globale montrent que le jus probiotique est le plus apprécié par le panel avec la note de 6,71/10 par rapport au jus commercial et au témoin qui ont obtenus les notes de 6,6/10 et 6,25/10 respectivement (Figure 09).

Des résultats similaires sur l'acceptabilité du jus de carotte fermenté ont été trouvés par **Rafiq et al., (2016)**. L'ajout de souches probiotiques pour fermenter un jus peut améliorer certains caractères de la qualité gustative du jus, ainsi que son acceptabilité bien que cette dernière dépende aussi des préférences alimentaires des dégustateurs (**Pimental et al., 2015**).



Figure 09 : Notes d’acceptabilité du jus probiotique, témoin et commercial.

III.2.2. L’acceptabilité globale du jus selon l’âge

La figure10 représente les résultats des notes de préférence obtenues pour chaque jus en fonction de l’âge des dégustateurs.

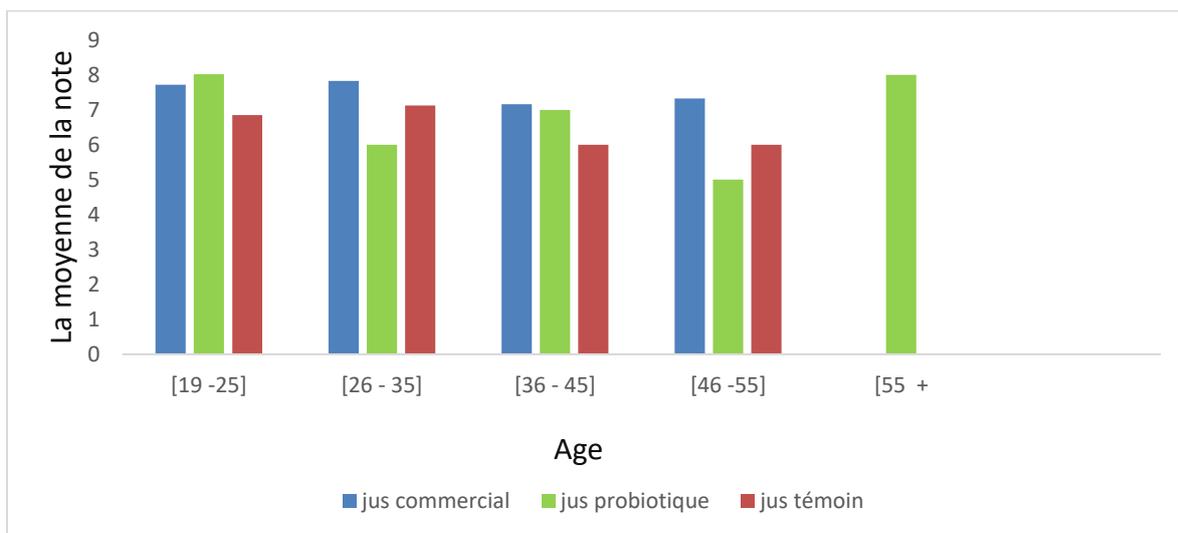


Figure 10: Les notes des trois jus selon l’âge des dégustateurs.

Le jus probiotique est le plus apprécié par les dégustateurs de la tranche d’âge [19-25] ans avec une note de 8,02/10. Il est cependant moins apprécié chez les dégustateurs de la tranche d’âge [46 -55] avec une note de 5/10. Le jus commercial semble être plus accepté par la tranche d’âge [26 -55] ans avec une note de 7,72/10

Par contre la note du jus témoin tourne autour de 6/10 toutes tranches d’âge confondus.

Les résultats permettent de déduire que l'âge des panélistes peut influencer l'appréciation du jus probiotique. La souche lactique peut entraîner des modifications de la qualité gustative.

Sorensen *et al.*, (2012), ont déduit que l'âge des panélistes est important dans l'identification et la perception des caractères organoleptiques, et que la capacité de mémorisation sensorielle d'un produit peut diminuer en fonction de l'âge. Ceci est en partie dû à l'activation des cellules réceptrices des signaux de sensation.

III.2.3. L'acceptabilité du jus selon le sexe

Les hommes et les femmes ne sont pas représentés de manière équilibrée au sein du panel. Seulement 35.25% des panélistes sont des hommes.

Les résultats, démontrent que le jus probiotique est le plus apprécié chez les femmes avec une note de 8,16/10 de par rapport aux hommes qui ont attribués la note 7,3 /10. Pour le commercialisé, les notes sont presque identiques avec une note de 7.78/10 chez les dégustateurs de sexe féminin contre 7,78/10 par rapport à la note de 7,53 /10 chez les dégustateurs de sexe masculin. Le jus témoin est le moins apprécié chez les deux sexes avec des notes de 7,63/10 et 6,7/10 chez les femmes de chez le sexe masculin respectivement (Figure 11).

Pour des résultats plus fiables, il est nécessaire d'équilibrer entre les nombre des deux sexes de panelistes (Bauer *et al.*, 2010), car le niveau de la performance de la sensibilité et la détermination des composants organoleptiques semblent être plus important chez les femmes que chez les hommes et tend à diminuer avec l'âge (Poyet *et al.*, 2015).

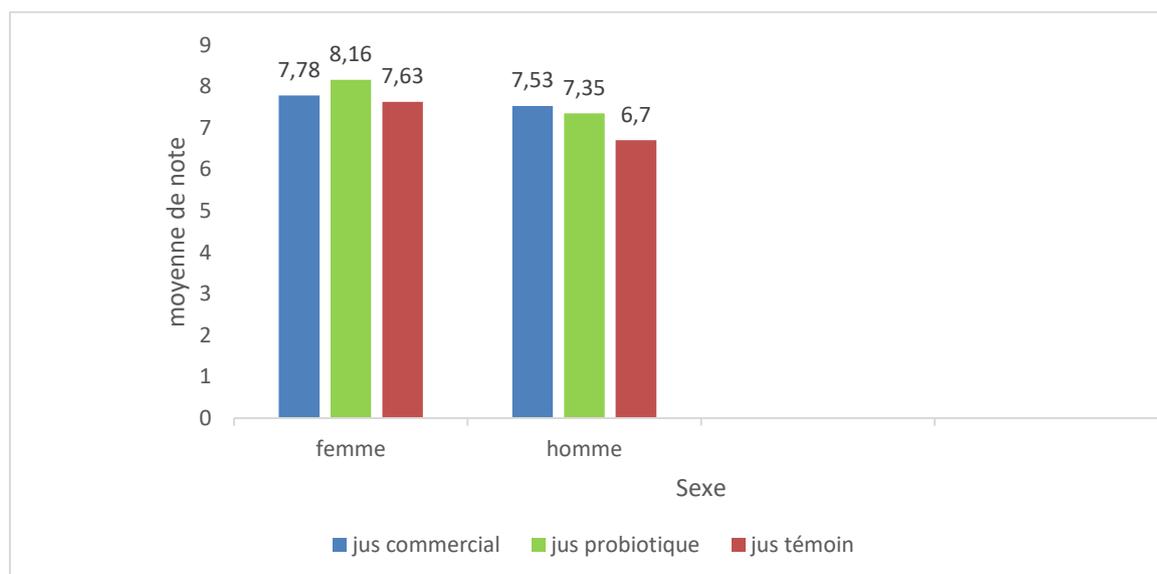


Figure 11 : Notes des échantillons du jus selon le sexe des dégustateurs.

III.3. Résultats du test descriptif

III.3.1. L'odeur

Selon la figure 14, l'appréciation de la couleur est plus marquée chez le jus commercial avec une moyenne 3,62 /10 par rapport au jus probiotique avec une moyenne 2,75/10.

Selon **Marianne et al., (2015)**, lors de la fermentation lactique des jus de fruits l'appréciation et l'acceptabilité de l'odeur diminuent d'où la nécessité d'incorporer des composants aromatiques afin d'augmenter la sensation d'odeur caractéristique de jus.

III.3.2. La couleur

L'intensité de couleur est identique pour les trois formulations avec une moyenne proche de 3,25/10 donc une différence non significative entre les jus probiotique les deux formulations du jus commerciale et témoin respectivement.

On constate que la souche probiotique n'apporte aucun effet sur la couleur du jus fermenté, selon **Rafiq et al., (2016)**, la fermentation lactique du jus de pomme n'influence pas sur la couleur de produit et présente une acceptabilité de la part des consommateurs

III.3.3. Le gout

Selon la figure on remarque que le jus probiotique représente a obtenu moyenne de 2/10 par rapport au jus témoin qui est le plus appréciée avec une moyenne de 2,88/10.

La souche *Lactiplantibacillus plantarum* apporte des modifications au niveau du gout, selon **Ellendersen et al., (2012)**, l'acceptabilité des jus fermenté peuvent diminuer à cause des acides organiques secrétés par la souche lactique.

III.3.4. L'amertume

Selon nos résultats, la moyenne de 2,38 /10 du jus commercial fait de lui le jus le plus apprécié au niveau de l'amertume par rapport au jus fermenté qui est moins accepté avec une moyenne de 1,63/10.

La fermentation de jus apporte des modifications au niveau de l'amertume et diminue l'acceptabilité du produit (**King et al., 2007**), car les souches lactiques utilisent les sucres présents dans le jus pour exercer leurs métabolismes et produire des acides organiques. (**Perricone et al., 2015**).

III.3.5. L'acidité

Les résultats démontrent que les dégustateurs attribuent la moyenne de 1,88/10 pour l'acidité du jus fermenté qui est moins apprécié par rapport au jus commercial qui obtient une moyenne de 3,13/10.

Selon **Pakbin *et al.*, (2014)**, la diminution de l'acidité lors de la fermentation des jus peut être expliquée par l'épuisement du sucre dans le jus où les bactéries lactiques utilisent leur métabolisme protéique afin de catalyser la petite quantité de protéine, en libérant des métabolites (ammoniaque et amines) qui ont diminué l'acidité du jus.

III.3.6. La texture

Les résultats obtenus montrent que l'appréciation de la texture est plus importante chez le jus commercial avec une moyenne de 3,25 et proche de la moyenne de jus probiotique qui est de 3.

On peut déduire que l'ajout de la souche lactique n'influence pas la texture de jus probiotique et que la différence non significative entre le jus probiotique et commercial ce qui peut être expliqué par la stabilité de Brix dans le jus fermenté.

La souche lactique n'apporte pas des modifications au niveau de la texture qui est appréciée par la sensation des sucres au niveau de palais est identique entre un fruit jus fermenté et non fermenté (**Rafiq *et al.*, 2016**).

III.3.7. Intensité d'arôme

Les résultats montrent que d'arôme est plus intense chez le jus commercial avec une moyenne de 3,25/10 et moins prononcé chez dans le jus probiotique selon la moyenne de 3/10 et chez le jus témoin avec une moyenne de 2,75/10.

L'arôme est moins prononcé chez le jus probiotique car le jus commercial est supplémenté en arôme d'orange. De plus la souche lactique diminue l'intensité de l'arôme orange par l'accumulation d'acide lactique et selon (**Luckow *et al.*, 2006**).

La figure 12 montre les résultats du test descriptif réalisé par un panel d'expert.

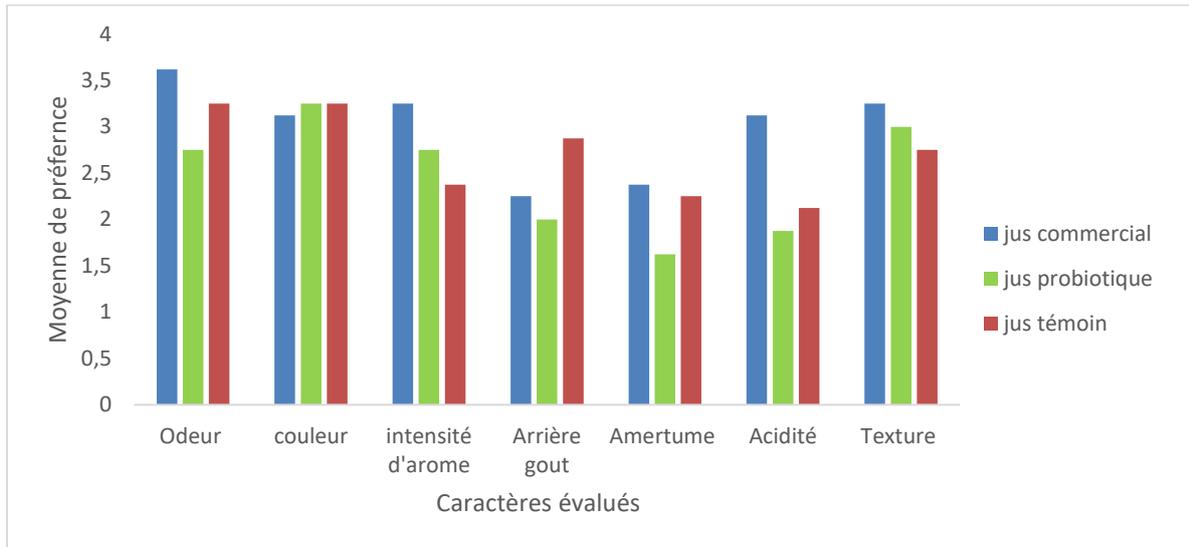


Figure 12 : Moyenne de préférences des caractères organoleptiques des trois jus.

III.4. Effet de *Lactiplantibacillus plantarum* le profil sensoriel du jus d'orange fermenté

La figure 13 représente le profil sensoriel des trois jus testés.

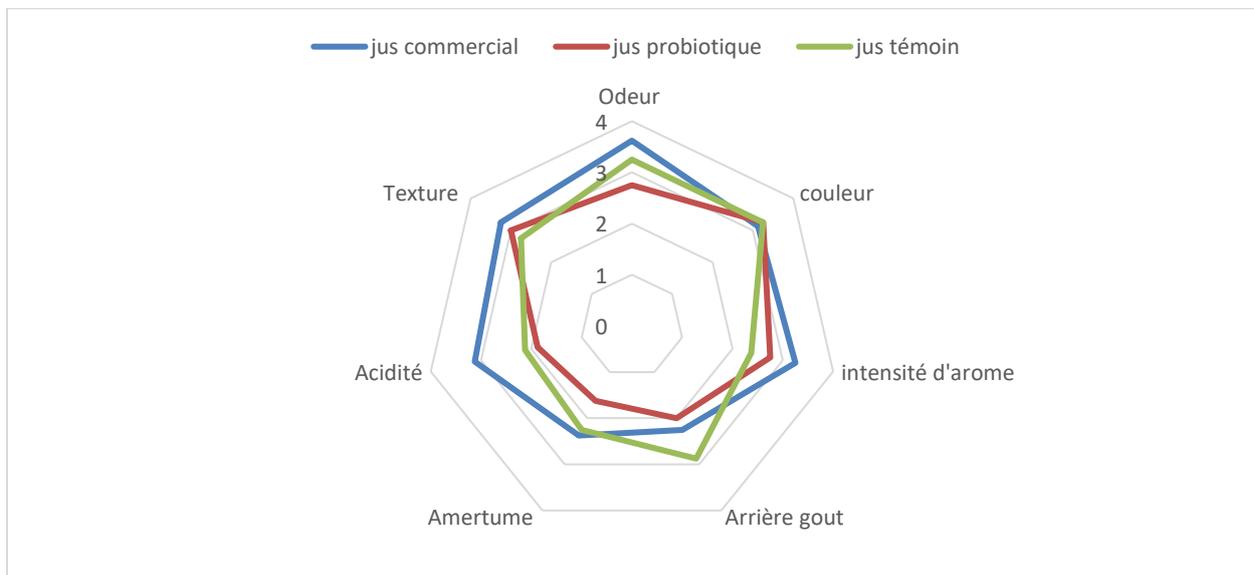


Figure 13 : Profil sensoriel de jus probiotique, témoin et commercial.

Selon les résultats obtenus on remarque qu'il y'a une différence significative entre les trois formulations de jus probiotique, commerciale et témoin ce qui explique que l'ajout de probiotique entraine des modifications dans l'acceptabilité de quelques caractères organoleptiques.

L'analyse sensorielle a montré que l'ajout de la souche *Lactiplantibacillus plantarum* peut masquer certains descripteurs telle que la couleur et l'acceptabilité générales, par contre elle apporte des modifications non souhaitables au niveau de gout et d'odeur ainsi que l'acidité suite au acide lactique produit lors de métabolisme bactériennes (**Rodrigues et al., 2012**), où l'enrichissement en saveurs et en gout le de jus pourrait augmenter l'acceptabilité de produit par le consommateur (**Rafiq et al., 2016**).

Conclusion

Le travail effectué avait pour but d'évaluer un jus d'orange enrichi en probiotique afin de tester la viabilité de la souche et le suivi de la qualité sensorielle lors de la fermentation du jus en analysant les caractères organoleptiques du jus fermenté

Selon les résultats physicochimiques et microbiologiques on peut déduire que la souche *Lactiplantibacillus plantarum* est adaptée à la matrice végétale utilisée à savoir le jus d'orange. Cette souche utilise les sucres pour produire de l'acide lactique ce qui a mené à l'acidification de milieu pour atteindre un pH de 3,6.

L'absence de la flore totale aérobie mésophile (FTAM) et des levures et moisissures montre l'efficacité de la souche lactique à éliminer la flore d'altération jouant ainsi un rôle de bioconservateur.

L'analyse sensorielle a montré l'acceptabilité de jus probiotique par le panel de dégustation.

Bien que la fermentation des jus entraîne des modifications nombreuses et importantes qui influencent les caractéristiques organoleptiques, le jus produit semble être accepté et ne présente pas de différence significative en terme de goût, d'odeur et de texture par rapport au jus commercialisé par l'entreprise.

Ces résultats font du jus d'orange un véhicule adéquat pour la souche *Lactiplantibacillus plantarum* et peut ainsi servir d'alternative pour les personnes inaptes à la consommation des produits laitiers probiotiques. A la lumière des résultats obtenus on peut conclure que la formulation probiotique de jus a une qualité sensorielle et nutritionnelle prometteuse.

Les résultats obtenus au cours de cette étude restent préliminaires et des études plus poussées sont nécessaires pour tirer des conclusions définitives. Cependant, ils sont très prometteurs et ouvrent de nombreuses perspectives :

- Evaluation des caractères organoleptiques durant la conservation du jus.
- Stabilité de la flore microbienne durant le stockage et l'impact sur le profil sensoriel.
- Détermination de la Date Limite de Consommation (DLC) du jus fermenté.

Références bibliographique

A

- **Adjou, E., Amamion, H., Tchobo, F.P., Aissi, V.M., et 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.
- **Alaa Ewais; A. Abdel Ghany; R. A. Saber; A. Sharaf et Mahmoud Sitohy.** Evaluation of chitosan as a new natural preservative in orange juice. *J. Product. & Dev.*, 26(4) : 737-754 (2021).
- **Albrigo L.G., Carter D. (1970).** *Citrus science and Technology*. Ed Nagy.
- **Aneja, K. R., Dhiman, R., Aggarwal, N. K., Aneja, A. (2014).** Emerging Preservation Techniques for Controlling Spoilage and Pathogenic Microorganisms in Fruit Juices. *Interanational Journal of Microbiology* 2014, 1-14.
- **Anonyme a:** <https://www.fruitrop.com/Articles-par-theme/Analyses-economiques/2019/Marche-mondial-du-jus-d-orange>. (Consulté le 25/06/2022)
- **Anonyme b :** <https://www.planetoscope.com/boisson/201-consommation-mondiale-de-jus-d-orange.html> . (Consulté le 25/06/2022)
- **Antunes, A.E.C., liserre, A.M, Coelho, A.L.A, Menezes, C.R., Moreno, I., Yotsuyanagi, K., Azambuja, N.C, (2013).** Acelora nectar with added microencapsulated probiotic. *Food and technologie* 54 :125-131.

B

- **Barache N., Ladjouzi R., Belguesmia Y., Bendali F., Drider D. (2020).** Abundance of *Lactobacillus plantarum* strains with beneficial attributes in blackberries (*Rubus* sp.), fresh figs (*Ficus carica*), and prickly pears (*Opuntia ficus-indica*) grown. *Probiotics and antimicrobial proteins*. 12(4) : 1514-1523.
- **Bauer W.J., Badoud R., Loliger J., Etaurand A. (2010).** *Science et Technologie des Aliments*, chap. 3 Lipides, chap. 11 Analyse Sensorielle, 1ère éd. *Presses polytechniques et universitaires, Italie, ISBN : 978-2-288074-754-1*, p. 636-643, p. 167-168.

- **Belal J. Muhialdin, H Kadum, Zarei M, Anis Shobirin Meor Hussin, (2020).** Effects of metabolite changes during lacto-fermentation on the biological activity and consumer acceptability for dragon fruit juice.
- **Benamara, S., et Agougou, A. (2003).**" Production des jus alimentaires technologie des industries agroalimentaires". *Office des publications universitaires, Alger.*
- **Berlinet C. (2006).** Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange. Thèse : Sciences Alimentaires. Life Sciences. ENSIA (AgroParisTech).
- **Birsen Yilmaz, Sneha Punia Bangar, Noemi Echegaray, Shweta Suri, Igor Tomasevic, Jose Manuel Lorenzo, Ebru Melekoglu, João Miguel Rocha et Fatih Ozogul. (2022).** The Impacts of Lactiplantibacillus plantarum on the Functional Properties of Fermented Foods: A Review of Current Knowledge.
- **Buruleanu, L., and Manea, I. (2006).** Influence des traitements thermiques sur la composition des jus végétaux– substrats pour la fermentation lactique.

C

- **Covadonga A., Burns JK. Friedrich LM. Goodrich RM., Parish ME. (2002).** Yeast species associated with orange juice: evaluation of different identification methods. *Applied and Environmental Microbiology*, pp: 1955-1961.
- **Chanson-Rolle, A., Braesco, V., Chupin, J., Bouillot, L. (2016).** Nutritional composition of orange juice: A comparative study between French Commercial and Home-Made juices. *Food and Nutrition Sciences* 7,252-261.
- **Charnay P., Tourmeau J., Auzias D., Labourdette J.P. (2006).** Petit Futé : Guide Pratique de la Dégustation, nouvelle édition, p. 197.
- **Charreau V., Etienne N., Ingargiola E., avec la collaboration de Cachon Z. (2006).** A la découverte des aliments : tester, comprendre et partager les sciences de l'alimentation, chap. 3 Le rôle des ingrédients dans la formulation des aliments : Les Lipides, éd. édulcagri, p. 249.
- **Codex Alimentarius (2005).** Norme générales Codex pour les jus et les nectars de fruits. *Codex. STAN 247-2005, pp 19.*
- **Codex stan 247-2005.** Norme générale codex Alimentarius pour les jus et les nectars de fruits.

D

- **Depledt, F., & Sauvageot, F.** (2002). Évaluation sensorielle des produits alimentaires. *In, Techniques de l'ingénieur Biochimie alimentaire, analyses et alimentation humaine : Editions T.I.*
- **Depledt & SSHA**, Coord. Évaluation sensorielle - *Manuel méthodologique. Editions TEC ET DOC*, (2009).
- **De Angelis, M., Calasso, M., Cavallo, N., DiCagno, R., et Gobbetti, M.** (2016). Functional proteomics within the genus *Lactobacillus*. *Proteomics* 16,946-962.
- **DILA** (Direction de l'information Légale et Administrative), (2013). Recueil de recommandation de bonnes pratiques d'hygiène à destination des consommateurs.<https://agriculture.gouv.fr/. /GBPH Consommateurs 5958cle8bb1ad.pdf>. Consulter le (4 /06/2022).

E

- **E. Tuomola, R. Crittenden, M. Playne, E. Isolauri, S. Salminen**, Quality assurance criteria for probiotic bacteria. *Am Clin Nutr.* 73(2):393s-398s, (2001).
- **Ellendersen, L.S.N.; Granato, D.; Guergoletto, B.K.; Wosiacki, G** (2012). Development and sensory profile of a prebiotic beverage from apple fermented with *Lactobacillus casei*. *Eng. Life Sci.*, 12, 1–11.

F

- **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)/ Organisation Mondiale de la Santé (OMS)**. Consultation mixte d'experts FAO/OMS sur l'évaluation des propriétés sanitaires et nutritionnelles des probiotiques dans les aliments, y compris le lait en poudre contenant des bactéries lactiques vivantes. *Cordoba, Argentine : FAO/OMS*, (2006).

G

- **Garcia C, Marie Guerin, Kaies Souidi and Fabienne Remize**. Lactic Fermented Fruit or Vegetable Juices: Past, Present and Future. *Review Beverages* 2020, 6, 8 ; doi : 10.3390/beverages6010008
- **Garcia-Gonzalez N, Battista N, Prete R et Corsetti A.** (2022) Health-Promoting Role of *Lactiplantibacillus plantarum* Isolated from Fermented Foods.
- **Giboreau A.** (2009). De l'analyse sensorielle au jugement perceptif : l'exemple du touchet, Food and hospitality research, *Université Claude Bernard, Lyon 1*, p.11.

➤ **Guan Q, Xiong T, Xie M.** Influence of Probiotic Fermented Fruit and Vegetables on Human Health and the Related Industrial Development Trend. *Food Safety and Health-Review*. Engineering 7 (2021) 212–218.

➤ **Guiraud, J-P, (2003).** Microbiologie alimentaire. Dunod. Paris.

H

➤ **Hendrix CM et Redd J B (1995).** Chemistry and Technology of Citrus Juices and By Products In Ashurst P R (Ed) 1995 Production and Packaging of Non Carbonated Juices and Fruit Beverages Blakie Academic & Professional p : 53-87.

J

➤ **J.Sorensen, L. Holm, MB. Frost, J Kondrup, (2012).** Food for patients at nutritional risk: a model of food sensory quality to promote intake. *Clinical nutrition* Pages 637-646.

K

➤ **King, V.A.-E.; Huang, H.-Y.; Tsen, J.-H. (2007).** Fermentation of tomato juice by cell immobilized *Lactobacillus acidophilus*. *Mid-Taiwan J. Med*, 12, 1–7.

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

➤ **Kemp S.E., Hollowood T., Hort J. (2011).** Sensory Evaluation, a practical handbook, chap. 2 Sensory perceptions, éd. Willy-blackwell, p. 5-7.

L

➤ **Lebaka Veeranjanya Reddy, Vinod Joshi, et Venkata Ramireddy Narala. (2018).** Development of New Probiotic Foods—A Case Study on Probiotic Juices. In *Therapeutic, Probiotic and Unconventional Foods*. Editor : Alex Grumezescu.

➤ **Letaconnoux N. (2019).** Les produits fermentés : une tendance du marché de l'alimentaire et des opportunités à saisir. *Service Économie-Emploi, Chambres d'agriculture de Bretagne* Rue Maurice Le Lannou - CS 74223, 35042 RENNES Cedex.

➤ **Luckow, T.; Sheehan, V.; Fitzgerald, G.; Delahunty, C (2006).** Exposure, health information and flavor-masking strategies for improving the sensory quality of probiotic juice. *Appetite*, 47, 315–323

M

➤ **Makhloufi K M. (2011).** Caractérisation d'une bactériocine produite par une bactérie lactique *Leuconostoc pseudomesenteroides* isolée du boza. Thèse de doctorat de l'université pierre et Marie Curie.

- **Mantzourani I, Kazakos S, Terpou A, Alexopoulos A, Bezirtzoglou E, Bekatorou A et Plessas S**, *Potential of the Probiotic Lactobacillus Plantarum ATCC 14917 Strain to Produce Functional Fermented Pomegranate Juice*, (2018).
- **Monnet, V., et al.** Métabolisme et ingénierie métabolique. [Auteur du livre] Georges Corrieu et François-Marie Luquet. Bactéries lactiques. De la génétique aux ferments. Cachan : Lavoisier, 2008, pp. 271-411.
- **Mousavi, Z.E Mousavi, S.M., et 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.

O

- **Osungbade, O. R., Ikujeunlola, A. V., & Gbadamosi, S. O.** (2021) : Influence of Kersting's (*Kerstingiella geocarpa*) groundnut proteins on the physicochemical, bioactive properties and storage stability of orange juice. *Heliyon*, 7 (2) : e06246.

P

- **Pakbin, B.; Razavi, S.H.; Mahmoudi, R.; Gajarbeygi, P.** Producing probiotic peach juice. *Biotechnol. Health Sci.* 2014, 1, 1–5.
- **Pereira, A. L. F., Maciel, T. C., et Rodrigues, S.** (2011). Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. *Food research international*, 44(5), 1276-1283.
- **Pimentel, T. C., Klososki, S. J., Rosset, M., Barao, C. E., Marcolino, V. A.** (2019). Fruit Juices as Probiotic Foods. *Sports and Energy Drinks* 10, 483-513.
- **Pimentel, T.C, Madrona, G.C, Prudencio, S.H.,** 2015. Probiotic clarified apple with oligofructose or sucralose as sugar substitutes: sensory profile and acceptability. *LWT-Food Sci. Technol.* 62, 838-846.
- **Perricone M, Bevilacqua A, Altieri C, Sinigaglia M., et Corbo M R,** (2015). Challenges for the Production of Probiotic Fruit Juices.
- **POLE Agroalimentaire – ADECAL THECNOPOLE – POINT INFO N°8-** novembre (2020).

- **Pouyet V. Giboreau A. Cuvelier G., Banettar L.** Les préférences culinaires des personnes âgées vivant en institution : facteurs d'appréciation sensoriels et cognitifs. *Cahiers de Nutrition et de Diététique* 50 (5), 271-279,2015

R

- **Rafiq, S., Sharma, V., Nazir, A., Rashid, R., et Sofi, S. A. (2016).** Development of probiotic carrot juice. *Nutr Food Sci*, 6(534), 2.
- **Rodrigues, D., Soussa, Gomes, A.M., Pintado, M.M., Silva, J.P., Costa, P., Amaral, M.H., Rocha-Santos, T., Freitas, A.M., (2012).** Storage Stability of *Lactobacillus paracasei* as Free Cells or Encapsulated in Alginate-Based Microcapsules in Low Ph. Fruit Juice. *Food and Bioprocess Technology* 5, 2748-2757.

S

- **Šárka Horáčková., Kristýna Rokytová., Kristina Bialasová., Iveta Klojdová et Marcela Sluková. (2018).** Fruit Juices with Probiotics – New Type of Functional Foods. *Department of Dairy, Fat and Cosmetics and 2 Department of Carbohydrates and Cereals, Faculty of Food and Biochemical Technology, University of Chemistry and Technology Prague, Prague, Czech Republic: 284–288.*
- **Shukla S, Patel S et Kumar V.** Caractérisation physico-chimique de la pulpe d'orange et de datte. *Int. J. Curr. Microbiol. App.Sci.* 9(12) : 3093-3098. doi, (2020).
- **Siles, J. A., Vargas, F., Gutiérrez, M. C., Chica, A. F., & Martín, M. A. (2016).** Integral valorization of waste orange peel using combustion, biomethanisation and co-composting technologies. *Bioresource technology*, 211, 173-182.
- **Souci, S.W., Fachman, W., Kraut, H. (1994).** Jus de fruits et de baies, lait. In : la composition des aliments et la valeur nutritive. Ed. V, revue et complétée, *medpharme scientific publishers.* 48, 959- 980.
- **Stone H., Bleibaum R.M., Thomas H.A. (2012).** Sensory evaluation practices, chap. 1 introduction to sensory evaluation, 4ème éd. Elsevier, ISBN : 978-0-12-382086-0, p. 8, p. 15.
- **Szutowska J,** Functional properties of lactic acid bacteria in fermented fruit and vegetable juices: a systematic literature review, © *Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature*, (2020).

T

- **Totte A., 2008,** L'analyse sensorielle en entreprise : pour qui ? Dans quels buts ? Comment procéder ? formation organisée par le Pôle Technologique Agro-Alimentaire (PTAA) en

collaboration avec la Faculté Universitaire des Sciences Agroalimentaires de Gembloux, p. 1 – 2.

- **Travers, I.** (2004). Influence des conditions pédoclimatiques du terroir sur le comportement du pommier et la composition des pommes à cidre dans le Pays d’Auge. Thèse de Doctorat. Université de Caen. Basse-Normandie, pp : 124.
- **Tribst, L.A.A., de Souza, S.A., De Massaguer, P. R.** (2009). Review: Microbiological quality and safety of fruit juices –past, present and future perspectives. *Critical Reviews in Microbiologie* 35(4) -339.

U

- **Urvoy J.J., Sanchez-poussineau S., LE NAN E.** (2012). Packaging : toutes les étapes du concept au consommateur, chap. 11 L’innovation, éd. EYORLLES, Paris, 978-2212-55267-6, p.164

V

- **Valence. F.** 2019. Consommer des aliments fermentés : effet de mode ou réel intérêt santé. Centre de Ressources Microbiennes – Bactéries d’intérêt alimentaire, INRA Rennes.

W

- **Wareing, P., Davenport, R.R.** (2005). Microbiology of soft drinks and fruit juices, in: Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices, Ed. II, Blackwell Publishing Ltd, 280-299p.
- **Watts, B. M., Ylimaki, G. L, Jeffery, L.E., Elias, L.G.** (1991). Méthodes de base pour l’évaluation sensorielle des aliments. International Development Research Center.

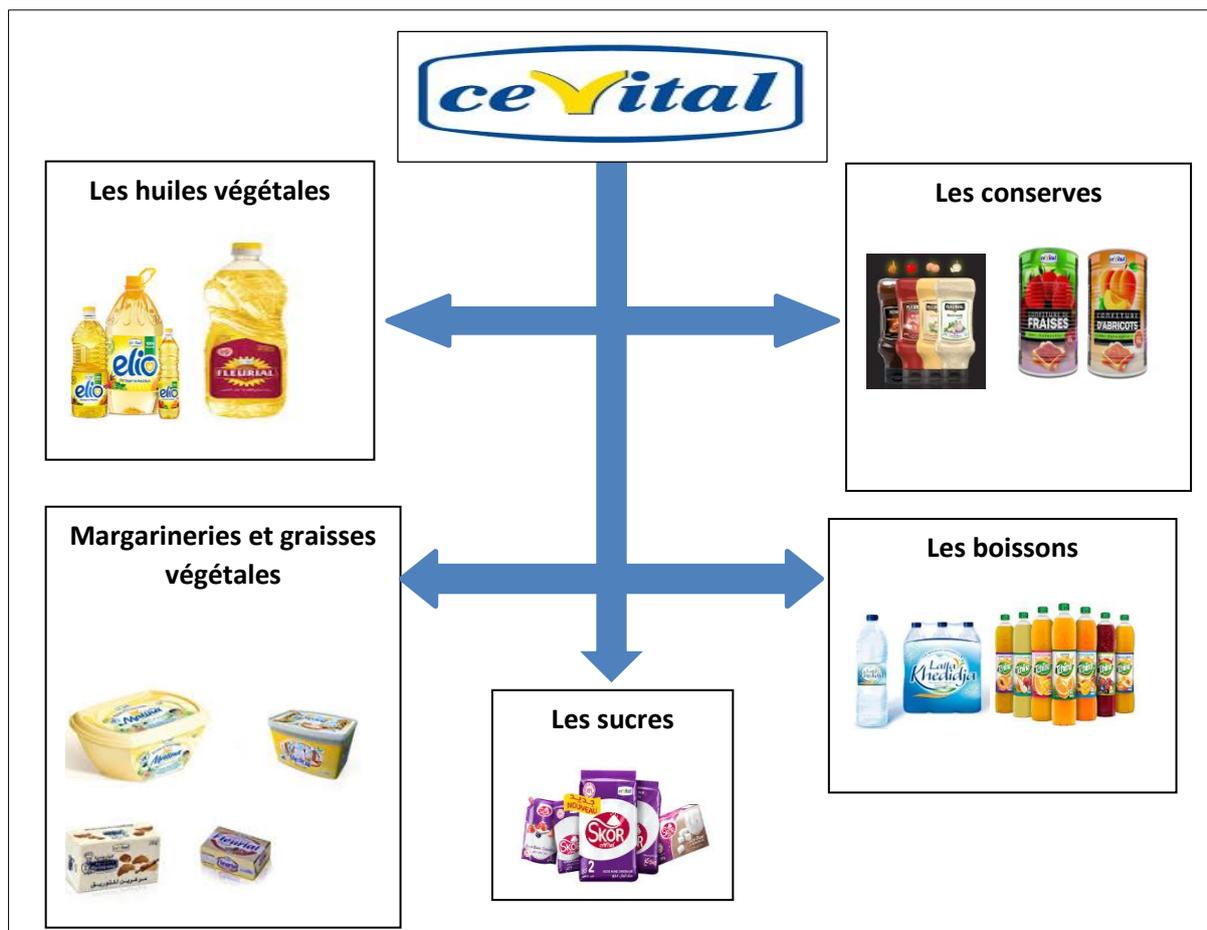


Figure 1 : Schéma des gammes de produit du complexe CEVITAL

Tableau I : Principaux microorganismes utilisés comme probiotiques (**Guan et al., 2021**)

Genre <i>Lactobacillus</i>	Genre <i>Bifidobacterium</i>	Autres souches
<i>Lb. Casei</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Lb. Acidophilus</i>	<i>B. breve</i>	<i>Saccharomyces. Boulardii</i>
<i>Lb. Crispatus</i>	<i>B. infantis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>Lb. Paracasei</i>	<i>B. lactis</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
<i>Lb. Plantarum</i>	<i>B. longum</i>	<i>Lactococcus lactis</i>
<i>Lb. Reuteri</i>		<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>Lb. Rhamnosus</i>		<i>Pediococcuse acidilacrici</i>
<i>Lb.delbrueckii subsp bulgaricus</i>		<i>Streptococcus thermophilus</i>
		<i>Propionibacterium freudenreichii</i>

Tableau II: Caractéristiques des bactéries lactique (Makhloufi, 2011)

Morphologie	Ces bactéries peuvent avoir des formes en bâtonnet ou en coque, non sporulantes
Coloration de Gram	Gram +
Mobilité	Immobilés
Type respiratoire	Anaérobie strict ou aérotolérant
Catalase	Négatif
Conditions de culture	Mésophiles, thermorésistantes Température optimale des lactobacillus entre 30°- 40°C
Caractères spécifiques	Ces bactéries ont la capacité de fermenter les sucres (glucose, fructose, mannose, galactose, saccharose et lactose) en acide lactique. Elles ne produisent pas de pseudocatalase.
Habitat	Les bactéries lactiques sont présentes à l'état libre dans l'environnement ou vivent en association avec un hôte, tel que l'homme ou l'animal, dans un écosystème bactérien comme le tractus gastro-intestinal ou génital des mammifères.
Culture des bactéries lactiques	Les bactéries lactiques demandent des milieux riches en différents nutriments pour croître (sucres, acides aminés, acides gras, sels, vitamines) et pauvres en oxygène. Elles sont essentiellement cultivées dans le milieu Man Rogosa Sharpe (MRS).

Tableau III : Matériel de laboratoire utilisé

Appareillages	Verreries	Réactifs
- Autoclave	- Bécher	- Solution de phénolphtaléine à 1% : (Phénolphtaléine 1 g + Eau distillée 100 ml)
- Bain marie	- Boîtes de pétris	- Solution de NaOH à 0.1 N : (Soude 4 g + Eau distillée 1000 ml)
- Balance analytique	- Burette	- pH 4
- Balance de précision	- Fioles	- pH 7
- Bec benzène	- Flacon stériles	
- Compteur des colonies	- Portoir	
- Etuves	- Pipette pasteur	
- Micropipettes	- Spatule	
- PH mètre	- Pipette	
- Plaque agitatrice	- Tubes à essais stériles	
- PSM		
- Réfractomètre		
- Réfrigérateur		
- Vortex		

Tableau IV : Fiche technique des milieux de culture

Milieu	Composition	Préparation	Conservation
PCA : Plate Count Agar	<ul style="list-style-type: none"> - Hydrolisat tryptique de caséine : 5 g. - Extrait de levure : 2,5 g. - Glucose : 1 g. - Agar : 15 g. - Eau distillée : 1 l - Ph : 7 	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en suspension 23 g dans 1 litre d'eau distillée. - Porter le milieu à ébullition sous agitation constante pendant au moins 1 min. - Répartir en tubes ou flacons. - Autoclaver à 121°C pendant 15 min 	<ul style="list-style-type: none"> - Le milieu en tubes ou flacons se conserve entre : 2 et 25°C. - Le milieu en boîtes, se conserve entre : 2 et 8°C
MRS: Man, Rogosa et Sharpe	<ul style="list-style-type: none"> - Poly peptone : 10 g - Extrait de viande : 10 g - Extrait autolytique de levure : 5 g - Glucose : 20 g - Tween 80 : 1.08 g - Phosphate dipotassique : 2g - Acétate de sodium : 5 g - Citrate d'ammonium : 2 g - Sulfate de magnésium : 0.2g - Sulfate de manganèse : 0.05g - Agar agar bactériologique : 15g - Eau distillée 1l - PH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 5,7 ± 0,1 	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en suspension 70,3 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée. - Porter à ébullition lentement, en agitant jusqu'à dissolution complète. Ajuster au pH convenant au produit à analyser. - Répartir en tubes ou en flacons. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Milieu déshydraté : 2-20°C. - La date de péremption est mentionnée sur l'étiquette. - Milieu préparé en flacons : 6 mois à 2-8°C (À titre indicatif). - Milieu prêt- à liquéfier en flacons : - Stocker entre 2 et 8°C, à l'abri de la lumière. - Les dates de péremption sont mentionnées sur les étiquettes.

Tableau V : Fiche technique des milieux de culture (la suite)

Milieu	Composition	Préparation	Conservation
YGC : gélose glucosée à l'extrait de levure et au chloramphénicol	- Extrait de levure : 5g - Glucose : 20g - Chloramphénicol : 0,10g - Agar - PH du milieu à 25°C : $6,6 \pm 0,2$	- Dissoudre 40,1 g dans 1 litre d'eau pure. - Chauffer sous agitation fréquente et laisser bouillir 1 minute pour dissoudre complètement la suspension. - Repartir en tubes ou en flacons. - Autoclave 15 minutes à 121°C.	- En boîtes et flacons : à 2-8°C à l'obscurité. - Base déshydratée : à 2-30°C. - La date d'expiration est indiquée sur l'emballage.
TSE (Tryptone sel)	- Tryptone (peptone de caséine) : 1 g - Chlorure de sodium 8,5 g - Ph à 25°C : $7,0 \pm$ 0,2	- Dissoudre 9,5 g dans 1 litre d'eau pure - Chauffer sous agitation fréquente pour dissoudre complètement la suspension. - Repartir en tubes ou en flacons. - Autoclave 15 minutes à 120°C.	- Tubes ou flacon : 2- 25°C - Milieu déshydratée : 2-30°C - La date d'expiration est indiquée sur l'emballage

Annexe 1 : Evaluation sensorielle d'un jus (test triangulaire)

Nom et Prénom :	Age :	Date : ../.../....
-----------------	-------	--------------------

Remarque : le rinçage de bouche à chaque dégustation d'un échantillon est important.

1. TEST DE L'ODEUR

Trois échantillons d'eau fruitée codés 702, 524, 117 vous sont présentés, dont 2 échantillons présentent une odeur identique, il vous est demandé de cocher la case correspondante au produit qui présente une odeur différente.

Echantillon 702	Echantillons 524	Echantillon 117

2. TEST DE CONSISTANCE

Trois échantillons d'eau fruitée codés 702, 524, 117 vous sont présentés, dont 2 échantillons présentent une odeur identique, il vous est demandé de cocher la case correspondante au produit qui présente une consistance différente.

Echantillon 702	Echantillons 524	Echantillon 117

3. TEST DU GOUT

Trois échantillons d'eau fruitée codés 702, 524, 117 vous sont présentés, dont 2 échantillons présentent une odeur identique, il vous est demandé de cocher la case correspondante au produit qui présente un gout différent.

Echantillon 702	Echantillons 524	Echantillon 117

4. TEST DE COULEUR

Trois échantillons d'eau fruitée codés 702, 524, 117 vous sont présentés, dont 2 échantillons présentent une odeur identique, il vous est demandé de cocher la case correspondante au produit qui présente une couleur différente.

Echantillon 702	Echantillons 524	Echantillon 117

5. PREFERANCE GLOBALE

Pour les trois échantillons d'eau fruitée présentés, donnez une note de préférence globale allant de 1 à 9, sachant que 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et 9 au plus préféré.

Echantillon 702	Echantillons 524	Echantillon 117

Annexe 2 : Questionnaire d'évaluation sensorielle d'un jus (Panel Hédonique)

Date :

Age :

Sexe : Féminin

Masculin

Trois échantillons d'un jus vous sont présentés, il vous est demandé d'évaluer les différentes caractéristiques organoleptiques en attribuant une note de 1 à 9 selon l'échelle présentée.

NB : Veuillez rincer votre bouche après chaque dégustation d'un échantillon

I- Votre préférence :

Attribuer une note entre 1 et 9 pour chaque échantillon selon votre appréciation comme présenté dans l'échelle ci- dessous :

1-Extrêmement désagréable

2-Très désagréable

3-Désagréable

4-Assez désagréable

5-Ni agréable ni désagréable

6-Assez agréable

7-Agréable

8-Très agréable

9-Extrêmement agréable

701	203	406

II – Cochez les caractéristiques qui ont motivé ?

1- La couleur ;

2- L'odeur ;

3- Le gout ;

4- La texture ;

5- Toutes ces caractéristiques ;

6- Autres (cite-les) :

Merci pour votre contribution

Annexe 3 : Questionnaire d'évaluation sensorielle d'un jus (Panel d'expert)

Date :

Age :

Sexe : féminin

Masculin

Trois échantillons d'un jus vous sont présentés, il vous est demandé d'évaluer les différentes caractéristiques organoleptiques en attribuant une note de 1 à 5 selon l'échelle présentée.

NB : Veuillez rincer votre bouche à chaque dégustation d'un échantillon

I-Odeur :

- 1- Absente
- 2- Faible
- 3- Moyenne
- 4- Forte
- 5- Très forte

701	203	406

II- Couleur :

- 1- Jaune clair
- 2- Jaune orangé
- 3- Orange
- 4- Orange clair
- 5- Jaune forcé

701	203	406

Appréciez- vous la couleur ?

- 1- Non appréciée
- 2- Peu appréciée
- 3- Moyennement appréciée
- 4- Bien appréciée
- 5- Très appréciée

701	203	406

III- Saveur :

A-intensité de l'arôme :

- 1- Absente
- 2- Faible
- 3- Moyenne
- 4- Forte
- 5- Très forte

701	203	406

B- identification de l'arôme :

- 1- Absent
- 2- Orange
- 3- Citron
- 4- Mandarine
- 5- Non identifié

701	203	406

C-Acidité :

- 1- Absence
- 2- Faible
- 3- Moyenne
- 4- Forte
- 5- Très forte

701	203	406

D- Sensation de fraîcheur

- 1- Absent
- 2- Faible
- 3- Moyenne
- 4- Forte
- 5- Très forte

701	203	406

E- Amertume

- 1- Absent
- 2- Faible
- 3- Moyenne
- 4- Forte
- 5- Très forte

701	203	406

F- Arrière-gout

- 1- Absent
- 2- Faible
- 3- Moyenne
- 4- Forte
- 5- Très forte

701	203	406

IV- Texture :

A-Texture en bouche :

- 1- Très pulpeux
- 2- Pulpeux
- 3- Moyenne (ni clarifié, ni pulpeux)
- 4- Clarifié
- 5- Très clarifié

701	203	406

B- Consistance quand on mélange (3fois) :

- 1- Très liquide
- 2- Liquide
- 3- Moyennement ferme
- 4- Ferme
- 5- Très ferme

701	203	406

V – Préférence :

Attribuer une note entre 1et 9 pour chaque échantillon selon votre appréciation comme présenté dans l'échelle ci- dessous :

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

701	203	406

VI- Cochez les caractéristiques qui ont motivé votre choix ?

- 1- La couleur ;
- 2- L'odeur ;
- 3- Le gout ;
- 4- La texture ;
- 5- Toutes les caractéristiques ;
- 6- Autre (citez-les) :

701	203	406

Merci pour votre contribution

Résumé

Le but de cette étude est de mettre au point un jus d'orange probiotique et le suivi de sa qualité sensorielle. La souche lactique *Lactiplantibacillus plantarum* a été testée dans une matrice végétale de jus d'orange industriel de l'unité « TCHINA » de la filiale « CEVITAL ». Le suivi des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques a montré la capacité de la souche lactique à exercer son métabolisme dans la matrice végétale par la production d'acide lactique qui joue un rôle bioconservateur en éliminant la flore d'altération. L'évaluation sensorielle du jus probiotique a montré une bonne acceptabilité par le panel testeur. Nos résultats montrent que la souche *Lactiplantibacillus plantarum* entraîne des modifications de quelques caractères organoleptiques tels que le goût et l'odeur qui peuvent influencer la qualité sensorielle du jus d'orange fermenté. Ce travail nous a permis de montrer que le jus d'orange est une matrice adéquate à la souche utilisée et peut servir comme alternative non laitière à la consommation des probiotiques. Cependant, des études plus poussées sont nécessaires afin de tirer des conclusions définitives.

Mots clés : Analyse sensorielle, jus d'orange, *Lactiplantibacillus plantarum*, probiotique.

Abstract:

The aim of this study was to develop a probiotic orange juice and to monitor its sensory quality. The lactic strain *Lactiplantibacillus plantarum* was tested in a vegetable matrix of industrial orange juice from the "TCHINA" unit of the subsidiary "CEVITAL". The monitoring of physicochemical and microbiological characteristics showed the capacity of the lactic strain to metabolize in the plant matrix by producing lactic acid, which plays a bioconservative role by eliminating spoilage flora. The sensory evaluation of the probiotic juice showed a good acceptability by the test panel. Our results show that the *Lactiplantibacillus plantarum* strain leads to modifications of some organoleptic characteristics such as taste and smell which can influence the sensory quality of the fermented orange juice. This work has allowed us to show that orange juice is a suitable matrix for the strain used and can serve as a non-dairy alternative to probiotic consumption. However, further studies are needed to draw definitive conclusions.

Key words: sensory analysis, orange juice, *Lactiplantibacillus plantarum*, probiotic.