

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES
DE LA VIE, SANTE ET ENVIRONNEMENT

UNITE DE RECHERCHE EN SCIENCES DE
LA VIE

FACULTE DES SCIENCES



UNIVERSITY OF YAOUNDE I

CENTRE FOR RESEARCH AND DOCTORAL
TRAINING FOR LIFE SCIENCE, HEALTH
AND ENVIRONMENT

LIFE SCIENCE RESEARCH UNIT

FACULTY OF SCIENCE

**LABORATOIRE DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS
LABORATORY OF FOOD SAFETY**

**EVALUATION DES CHARGES EN COLIFORMES TOTAUX,
ESCHERICHIA COLI ET CARACTERISATION PHYSICO-
CHIMIQUE DE QUELQUES JUS DE FRUITS VENDUS SUR LE
MARCHÉ DE YAOUNDE**

Mémoire rédigé et présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Professionnel en Biochimie

Option : Sécurité Sanitaire des Aliments

Présenté par :

YANOUTOU Doumra

Licence en Biosciences (Biochimie)

Matricule : 19U2272



Sous la supervision de :

SADO KAMDEM Sylvain

Professeur

Université de Yaoundé 1

Dr ISMAIL Mahamat

Maître assistant

Institut National Supérieur du Sahara et du Sahel
d'Iriba

Année académique : 2023-2024

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES
DE LA VIE, SANTE ET ENVIRONNEMENT

UNITE DE RECHERCHE EN SCIENCES DE
LA VIE

FACULTE DES SCIENCES



UNIVERSITY OF YAOUNDE I

CENTRE FOR RESEARCH AND DOCTORAL
TRAINING FOR LIFE SCIENCE, HEALTH
AND ENVIRONMENT

LIFE SCIENCE RESEARCH UNIT

FACULTY OF SCIENCE

**LABORATOIRE DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS
LABORATORY OF FOOD SAFETY**

**EVALUATION DES CHARGES EN COLIFORMES TOTAUX,
ESCHERICHIA COLI ET CARACTERISATION PHYSICO-
CHIMIQUE DE QUELQUES JUS DE FRUITS VENDUS SUR LE
MARCHE DE YAOUNDE**

Mémoire rédigé et présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Professionnel en Biochimie

Option : Sécurité Sanitaire des Aliments

Présenté par :

YANOUTOU Doumra

Licence en Biosciences (Biochimie)

Matricule : **19U2272**

Sous la supervision de :

SADO KAMDEM Sylvain

Professeur

Université de Yaoundé 1

Dr ISMAIL Mahamat

Maître assistant

Institut National Supérieur du Sahara et du Sahel
d'Iriba

Année académique : 2023-2024

DEDICACE

A

**MES PARENTS M. DOUMRA HAISSALA ET Mme
HARADA THERESSE**

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens tout d'abord à remercier le DIEU Tout-Puissant pour l'accompagnement tout au long de ce travail.

Par la suite, je tiens à exprimer ma gratitude aux personnes suivantes pour leurs contributions dans l'élaboration de ce travail :

- **Au Prof. ADO KAMDEM Sylvain Leroy**, pour l'encadrement de par sa rigueur scientifique, son expertise, sa disponibilité, ses conseils et surtout sa simplicité ;
- **Au Dr ISMAIL Mahamat maitre-assistant** pour l'encadrement, le soutien et les encouragements ;
- **Au Prof. MOUNDIPA FEWOU Paul**, chef de Département de Biochimie de l'Université de Yaoundé I pour tous les efforts consentis pour nous assurer une formation de qualité ;
- **Au prof FOKOU Elie** le coordinateur du programme de la Sécurité Sanitaire des Aliments de l'université de Yaoundé 1 ;
- **Au Dr BUGHE Rhoda NSEN** responsable du laboratoire de Sécurité Sanitaire des Aliments du centre Biotechnologie de Nkolbison ;
- **A M. KEINKO TAKOUNDJOU Arnaud Carter**, pour l'accompagnement, l'initiation à la paillasse et les différentes remarques apportées pour la réalisation de ce travail ;
- **A M. DJAMPOU Rosine** pour ses orientations, l'accompagnement tout au long de ce travail
- A tous les aînés du laboratoire de Sécurité Sanitaire des Aliments du centre biotechnologique pour l'aide apportée lors de la réalisation de ce travail ;
- A mes camarades de la promotion du laboratoire pour la collaboration. Plus particulièrement à **M. FERYAHNE Hinserbé**
- A mon très cher ami **KAHABINE CAPORAL Mih** pour le soutien inoubliable du bon déroulement de ce travail ;
- A mes amis, mes frères et sœurs pour les conseils, l'encouragement et le soutien moral apportés ;
- Un énorme merci à tous ceux qui m'ont aidé, conseillé, ouvert leurs portes pour la réalisation de ce travail.

SOMMAIRE

DEDICACE	i
REMERCIEMENTS	ii
SOMMAIRE.....	iii
LISTES DES FIGURES.....	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES ABBREVIATIONS	vii
LISTE DES ANNEXES	viii
RESUME.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES JUS DE FRUITS.....	2
I. GENERALITE SUR LES JUS DE FRUITS	2
I.1. Définition et règlementation	2
I.1.1. Facteurs de contamination des aliments sur les surfaces publiques.....	2
I.1.2. Définition	6
I.1.3. Les différents types de jus de fruits.....	6
I.1.4. Additifs autorisés et non autorisés aux jus de fruits.....	7
I.1.5. Qualité microbiologique des fruits.....	7
I.1.6. Contamination par les produits chimiques	11
I.1.7. Qualité microbiologique du jus de fruit	12
I.1.8. Qualité nutritionnelle de jus de fruits.....	13
CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES	16
II. MATERIEL DU TRAVAIL	16
II.1. Matériel biologique	16
II.1.1. Matériel de laboratoire	16
II.2. Echantillonnage, lieu et condition d'échantillonnage.....	16
II.3. Analyses microbiologiques.....	17
II.3.1. Préparation des dilutions.....	17
II.4. Analyses physicochimiques.....	18
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	20
III.1. RESULTATS	20

III.1.1. Analyses microbiologiques	20
III.1.2. Analyses physicochimiques.....	28
III.2. DISCUSSION.....	31
CONCLUSION	33
RECOMMANDATIONS	34
PERSPECTIVES.....	35
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	36
ANNEXES	39

LISTES DES FIGURES

Figure 1: Facteurs de contamination des aliments sur les surfaces publiques.	3
Figure 2: comparaison de la charge moyenne en FMAT des échantillons par lieu de provenance.....	25
Figure 3: comparaison de la charge moyenne en <i>E.coli</i> des échantillons par lieu de provenance.....	26
Figure 4: comparaison de la charge moyenne en coliformes totaux des échantillons par lieu de provenance.....	26
Figure 5 : Degré de conformité des jus locaux.....	27
Figure 6 : Degré de conformité des jus importés	27
Figure 7: Degré de conformité des 51 jus.....	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Plages de pH de croissance de microorganismes	3
Tableau II: Maladies et toxi-infections provoquées après la consommation des aliments	
Contaminés	5
Tableau III: Composition nutritionnelle des principaux jus de fruits (pour 100 ml).....	14
Tableau IV: spécificités des jus (Données Union Nationale Interprofessionnelle des jus)	15
Tableau V : Charge microbienne en FMAT des 51 jus.....	20
Tableau VI: Charge microbienne en <i>E. coli</i> des 51 jus.....	22
Tableau VII: Charge microbienne en coliformes totaux des 51 jus.....	24
Tableau VIII : Résultats des différents paramètres physicochimiques des jus de fruits	
analysés.	29

LISTE DES ABBREVIATIONS

°BRIX	: Degré de brix
AFNOR	: Association Française De Normalisation
ARN	: Acide Ribonucléique
BPH	: Bonnes Pratiques d'Hygiène
<i>E. coli</i>	: Escherichia coli
FAO	: Food Agriculture Organisation
FMAT	: Flore Mésophile Aérobie Total
HACCP	: Hazard Analysis Critical Control Point
ISO	: International Organisation for Standardization
NC	: Non Conforme
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
PCA	: Plate Count Agar
pH	: Potentiel D'hydrogène
SM	: Solution Mère
UFC	: Unité Formant Colonies

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Ingrédients Des Milieux De Culture	39
Annexe 2: Quelques Photos.....	40

RESUME

Les fruits regorgent un énorme arsenal nutritionnel très indispensable aux fonctionnements de l'organisme. Les jus locaux fabriqués à base de ces derniers doivent répondre aux qualités physico-chimique et microbiologique avant d'être consommés. Le manque de qualité des jus de fruits entrainera un problème majeur de la santé publique. Notre étude a été effectuée dans le but d'évaluer la qualité microbiologique et physicochimique de deux types de Jus dont 45 jus locaux et 6 jus importés dans trois (03) marchés de la ville de Yaoundé. Nous avons recherchés et dénombrés les coliformes totaux, la Flore Mésophile Aérobie totale, *Escherichia coli* et étudiés les variations de pH et le degré Brix. Les résultats obtenus montrent que 83,33% de jus importés sont conformes par rapport aux jus locaux avec 95,56% de non-conformité dont la charge moyenne par germe est de : $2,02.10^9$ UFC/ml pour FMAT, $5,72.10^4$ UFC/ml pour *E. coli* et $6,1.10^4$ UFC/ml pour les coliformes totaux. Ces résultats montrent que la qualité microbiologique de ces jus est encore à améliorer et que l'on devrait insister comme mesure de prévention à l'éducation des producteurs. Nous pouvons retenir que contrairement aux jus importés, 43/45 jus de production locale sont non conformes en ce qui concerne la Flore Mésophile Aérobie totale. La même tendance est observée pour la contamination en *Escherichia coli* et coliformes totaux. Les échantillons prélevés dans trois marchés sont sur le plan statistique semblable et tous différents de ceux importés. Sur le plan physico-chimique aucun résultat alarmant n'a été observé.

Mots clés : jus de fruit, caractérisation microbiologique, caractérisation physico-chimique, jus artisanaux

ABSTRACT

Fruits are full of a huge nutritional arsenal that is very essential for the functioning of the body. Local juices made from them must meet the physicochemical and microbiological qualities before being consumed. The lack of quality of fruit juices will lead to a major public health problem. Our study was carried out in order to evaluate the microbiological and physicochemical quality of two types of juices including 45 local juices and 6 imported juices in three (03) markets in the city of Yaoundé. Studied the variations in pH and the degree of Brix, as well as the search and enumeration of total coliforms, total aerobic mesophilic flora, and *Escherichia coli*. The results obtained show that 83.33% of imported juices are compliant compared to local juices with 95.56% of non-compliance whose average load per germ is : $2.02 \cdot 10^9$ Log CFU/ml for FMAT, $5.72 \cdot 10^4$ Log CFU/ml for *E. coli* and $6.1 \cdot 10^4$ Log CFU/ml for total coliforms. These results show that the microbiological quality of these juices still needs to be improved and that we should insist as a preventive measure on the education of producers. We can note that unlike imported juices, 43/45 locally produced juices are non-compliant with regard to total aerobic mesophilic flora. The same trend is observed for contamination by *Escherichia coli* and total coliforms. The samples taken in three markets are statistically similar and all different from those imported. On the physicochemical level, no results alarming has been observed.

Keywords : fruit juice, microbiological characterization, physicochemical characterization, Artisanal juice

INTRODUCTION

Les fruits consommés à l'état cru font partie d'une alimentation saine jouant un rôle important dans la prévention des maladies, par leurs richesses en éléments nutritifs, tel que des fibres, des vitamines, des composants photochimiques comme des énergies et des antioxydants (**Slavin et Lloyd, 2012**). Les jus de fruits sont importants pour l'amélioration des fonctionnements vitaux des consommateurs, ils fournissent des vitamines, minéraux, oligoéléments, des fibres et antioxydant (**Braesco et al., 2013**), mais ont l'avantage de permettre de préserver les propriétés des fruits plus longtemps.

La transformation des jus à base des fruits dans l'industrie agroalimentaire est très active mais très réglementée en ce qui concerne sa procédure de préparation et l'état physicochimique du produit (**Codex-2005**). La qualité microbienne des produits alimentaires est très importante du fait que les bactéries, les moisissures, les virus et les protozoaires sont des pathogènes potentiels qui peuvent causer des maladies d'origine alimentaire alors que d'autres causent une altération des aliments. La plupart des jus de fruit contiennent des nutriments suffisants pour soutenir la croissance microbienne (**Ndife et al. 2013**). En effet, ils sont souvent préparés, stockés, commercialisés et consommés dans des conditions susceptibles de favoriser la contamination microbienne et représentent donc un risque potentiel. (**Solefack et al., 2024**). On estime à 600 millions le nombre de personnes dans le monde, soit près d'une personne sur 10, qui tombent malades chaque année après avoir consommé des aliments contaminés, dont 420 000 en meurent (**OMS, 2020**). La fabrication des jus de fruit manuellement par des méthodes traditionnelles sur les marchés publics et les endroits ouverts est très fréquente dans les pays en développement, mais ce type de produit est exposé aux risques de contamination provenant de contact avec de l'air, sol et eau souillée (**FAO, 2007**). Cela nous a amené à nous demander si « les jus de fruits vendus sur les marchés de Yaoundé sont-ils conformes aux normes sur la présence des coliformes totaux, *E. coli* et FMAT ? ». Cette interrogation nous laisse penser que les jus de fruits produits et vendus dans la ville de Yaoundé ne sont pas conformes aux normes regardant la présence de la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) ; des coliformes totaux et *Escherichia coli*. L'objectif général de notre travail est d'évaluer la qualité physicochimique et microbiologique des jus de fruit fabriqué et vendus sur le marché de Yaoundé. Plus spécifiquement il s'agissait de :

- Déterminer le degré de contamination de la Flore Mésophile Aérobie totale (FMAT), des coliformes totaux et *E. coli* dans les jus de fruits
- Evaluer le degré Brix et pH dans les jus de fruits

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES JUS DE FRUITS

I. GENERALITE SUR LES JUS DE FRUITS

I.1. Définition et réglementation

Les fruits occupent une place importante dans notre alimentation quotidienne. Ils nous apportent de nombreux éléments indispensables au bon fonctionnement de notre organisme. Toutefois, ce sont des denrées extrêmement périssables, ce qui nécessite l'application des techniques de conservation en vue de maîtriser leur détérioration et leur qualité. Cette détérioration peut être provoquée par des microorganismes et/ou diverses réactions physicochimiques qui ont lieu après la récolte **(Oulad, 2023)**. La transformation des fruits en jus est l'une des techniques de conservation les plus adaptées par les industries agroalimentaires et parmi les jus de fruits, les jus d'agrumes sont les plus consommés dans le monde où ils occupent la première place avec plus de 1,74 million de tonnes. Des contrôles physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques en industries alimentaires sont mis en place afin de satisfaire les besoins des consommateurs vis-à-vis des qualités nutritionnelles, hygiéniques et organoleptiques des jus de fruits **(Joseph, 2012)**. Une démarche globale doit être appliquée pour la maîtrise rigoureuse de la qualité et de la stabilité chimique des jus fabriqués industriellement. Elle implique la mise au point du procédé de production, la conception du matériel, l'hygiène, la formation du personnel et également la gestion de la production **(Metlef et al., 2022)**.

I.1.1. Facteurs de contamination des aliments sur les surfaces publiques

Les maladies d'origine alimentaire ou les toxi-infections alimentaires **(Tableau II)** provoquent un grand problème sanitaire. On peut considérer que ce risque est causé principalement par un manque d'hygiène tel que l'utilisation des engrais toxiques, eau d'irrigation polluée et des produits qui protègent les plantes mais ils peuvent causer un risque considérable à l'homme comme l'utilisation sans contrôle des raticides et des insecticides, ce manque de soin contribue à la multiplication des bactéries, levures, moisissures et virus, les facteurs de contamination des maladies sont expliqués dans la **(Figure 01) (Jacob, 1990)**.

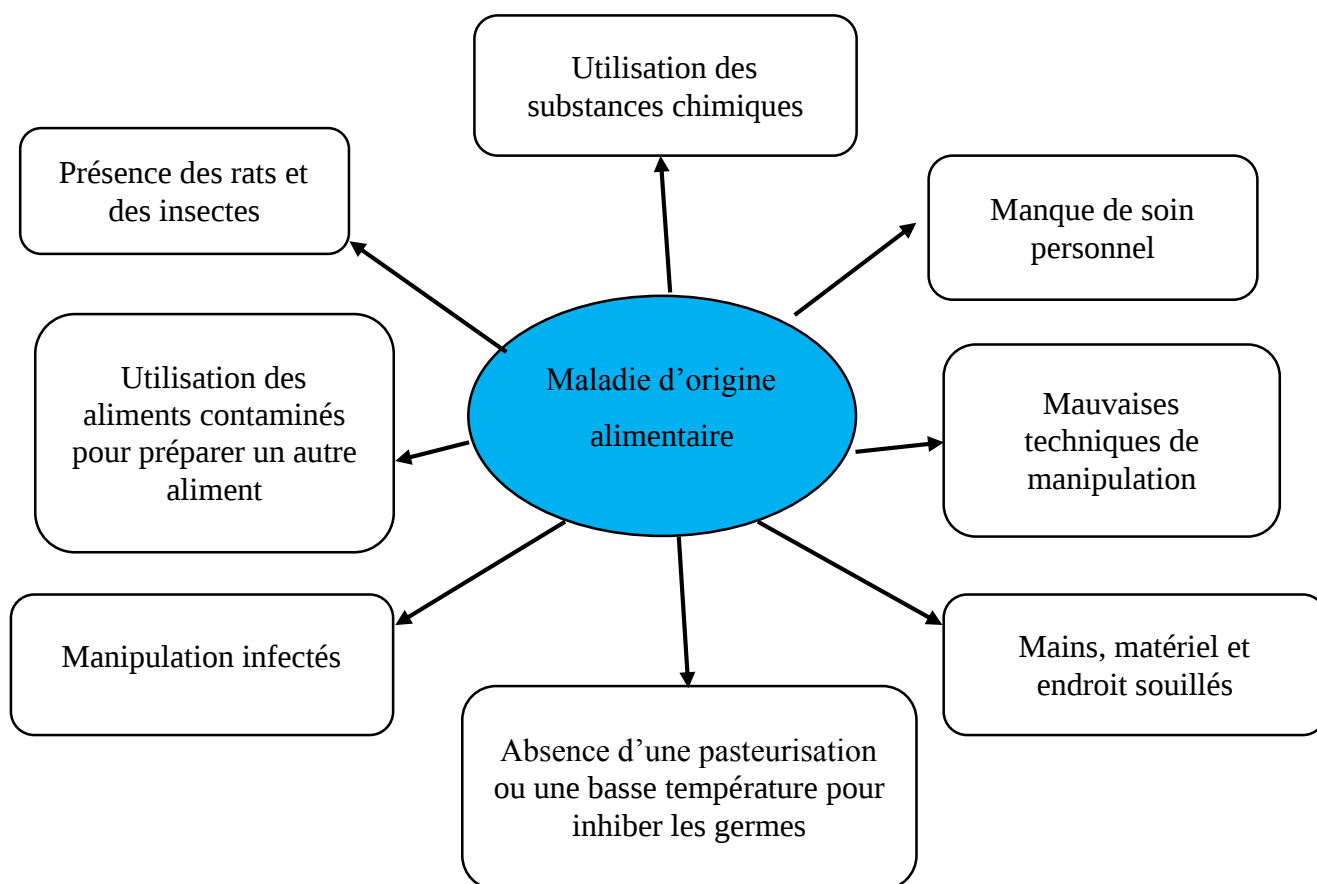


Figure 1: Facteurs de contamination des aliments sur les surfaces publiques (Jacob, 1990).

Autres paramètres physiques peuvent influencer la qualité des aliments car ils favorisent la croissance des germes surtout les bactéries qui requièrent un milieu favorable pour eux.

I.1.1.1. Le pH

La diversité des aliments comporte des acidités variables selon la nature du produit exprimée par l'échelle de pH, certains d'entre eux sont classés parmi les aliments acides (pH inférieure ou égale à 4,5) et autres produit sont non acide à un (pH supérieur à 4,5) qui sont les plus susceptibles aux altérations (FAO, 2007). Le pH optimal pour la croissance des micro-organismes se situe autour de la neutralité (pH 7), et la plupart des bactéries ne peuvent pas se développer en dessous d'un pH de 4,5 (Oulad, 2023).

Tableau I: Plages de pH de croissance de microorganismes (Oulad, 2023).

Microorganismes	Les plages de croissance	pH optimal
Bactéries à Gram positif	4,0 à 8,5	6,0 - 8,0
Bactéries à Gram négatif	4,5 à 9,0	
Levures	2,0 à 8,5	4,5-6,0
Moisissures	1,5 à 9,0	3,5-4,0

I.1.1.2. L'OXYGENE

La croissance et la multiplication de certaines bactéries nécessitent la présence obligatoire d'oxygène si on parle des bactéries aérobies strictes alors que un autre groupe des bactéries dit anaérobies supporte son absence dans le milieu, le troisième groupe sont des anaérobies facultatif qui préfèrent la présence d'oxygène mais pas obligatoirement (**Jacob, 1990**). L'altération de l'aliment par ces trois groupes des bactéries provoquent la mutilation de sa structure et l'emballage des conserves (**FAO, 2007**).

Tableau II: Maladies et toxi-infections provoquées après la consommation des aliments Contaminés (FAO-WHO, 2024).

Maladies	Germes responsables	Sources	Aliments Vecteurs
Listériose	<i>Listeria monocytogens</i>	Urines et lait des animaux infectés	Lait et produits à base de laits
Choléra	<i>Vibrio cholera</i>	Eau, matière fécale déplétion	Aliments crus
Dysenterie	<i>Shigella dysenteria</i> , <i>S. flexner</i> , <i>S. sonnei</i>	Eau, matière fécale	Aliments crus
Brucellose	<i>Brucella melitensis</i>	Animaux infectés	Lait ovine et leurs dérivés
Tuberculose	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> et <i>M. bovis</i>	Lait et sécrétions des malades	Laits crus
Botulisme	<i>Clostridium botulinum</i>	Eau, sol et intestins des animaux	Conserves à pH supérieur à 4,5 et mal stérilisés
Fièvre typhoïde	<i>Salmonella typhi</i>	Eau, fèces des malades, porteurs sains	Produits crus et substances alimentaires riches en protéines
Yersiniose	<i>Yersinia enterocolitica</i>	Eau et sol	Eau, lait cru
Salmonellose	Bactéries de genre <i>Salmonella</i>	Matière fécale	Lait
Toxi-infections à Entérobactéries	<i>Escherichia coli</i> <i>Proteus vulgaris</i> <i>Klebsiella pneumonia</i>	Eau, sol, matière Entérotoxicose staphylococcique	Laits crus et leurs dérivés, pâtisseries Entérotoxicose Laits
Entérotoxicose staphylococcique	Entérotoxicose <i>Staphylococcus aureus</i>	Sécrétions nasales et peau	salades, pâtisseries
Certains mycotoxicoles	Champignons inférieurs	Plantes et sol	Lait, fruits, graines
Aflatoxicose	<i>Aspergillus flavus</i>	Plantes et sol	Lait et végétaux
poliomyélite	Poliovirus	Matière fécale et sécrétion pharyngées	Eau, lait, pâtisserie
Hépatite	Hépatite A	Urine, matière fécale et sang des malades	Eau, lait, jus d'agrumes
Gastro-entérites	<i>Bacillus cereus</i>	Poussière et sol	Légumes et lait

I.1.2. Définition

Les jus de fruits sont des « liquides non fermentés, mais fermentescibles, à partir de parties comestibles de fruits sains, convenablement mûrs et frais, ou de fruits conservés dans des conditions fraîches ». Le jus peut être pressé directement des fruits ou peut être extrait avec de l'eau. Ces jus peuvent être utilisés dans leurs concentrations naturelles ou sous forme transformée. Ils sont très délicieux, savoureux et contiennent la plupart des minéraux comme le calcium, le magnésium, le phosphore et le sodium et des vitamines, en particulier la vitamine C (vit C). En application industrielle, les boissons à base de jus de fruits doivent contenir au moins 20 % de jus de fruit **(Basar & Rahman, 2007)**.

I.1.3. Les différents types de jus de fruits

I.1.3.1. Jus de fruits obtenus à partir d'un concentré

La norme générale Codex définit le jus de fruits obtenu à partir d'un concentré comme le produit obtenu en remettant dans le jus de fruits concentré l'eau extraite du jus lors de la concentration, ainsi qu'en restituant les arômes et, le cas échéant, les pulpes et les cellules que le jus a perdues mais qui ont été récupérées lors du processus de production du jus de fruits dont il s'agit ou de jus de fruits de la même espèce. L'eau ajoutée doit présenter des caractéristiques appropriées, notamment du point de vue chimique, microbiologique et organoleptique, de façon à garantir les qualités essentielles du jus **(Codex-2005, 2022)**.

I.1.3.2. Jus de fruits (fruits pressés)

Ce jus est obtenu après une pression mécanique des fruits soit frais ou conservés, qui doivent être murs et sains **(Plumey & Braesco, 2013)**.

I.1.3.3. Jus de fruits concentrés et déshydratés

La norme générale Codex définit le jus de fruits concentré comme le produit obtenu à partir de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique d'une partie déterminée de l'eau de constitution. Lorsque le produit est destiné à la consommation directe, cette élimination est au moins de 50 %. La norme générale Codex définit le jus de fruits déshydraté comme le produit obtenu à partir de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution **(Codex-2005, 2022)**.

I.1.3.4. Nectars de fruits

La norme générale Codex définit le nectar de fruits comme:

Le produit fermentescible mais non fermenté, obtenu en ajoutant de l'eau et des sucres et/ou du miel aux produits définis aux points (jus de fruit, Jus de fruits obtenus à partir d'un concentré, jus de fruits concentrés et déshydratés) à de la purée de fruits ou à un mélange de ces produits. L'addition de sucres et/ou de miel est autorisée dans une quantité non supérieure à 20 % en poids par rapport au poids total du produit fini (**Codex-2005, 2022**).

I.1.4. Additifs autorisés et non autorisés aux jus de fruits

I.1.4.1. Jus de fruits pressés et à base de concentré

On peut ajouter des vitamines, pulpes, minéraux et jus de citron avec l'interdiction d'ajouter des colorants ou des conservateurs (**Plumey & Braesco, 2013**).

I.1.4.2. Nectars

L'addition de certaines substances comme le sucre avec une quantité bien déterminée, miel, vitamines, minéraux et édulcorants, est autorisé mais ce qui n'est pas autorisé c'est l'addition des conservateurs et des colorants (**Plumey & Braesco, 2013**).

I.1.5. Qualité microbiologique des fruits

Les fruits sont riches en eau, protéines, vitamines et en hydrates de carbones, ce qui probablement va favoriser la présence et peut être la multiplication des différents microorganismes, ces derniers peuvent provenir de l'air, du sol, d'eau d'irrigation ou de l'eau de rinçage des fruits. Ils proviennent aussi à partir des insectes comme vecteurs (**Joseph, 2012**). La charge microbienne des fruits est réduite de l'extérieure vers l'intérieure de fruits, c'est pour ça le respect des règles d'hygiène peut considérer comme un moyen de prévention contre l'altération (contamination par des germes d'altération) des fruits et contre les intoxications alimentaires (par des germes pathogènes). La flore d'altération peut se trouver dans les fruits sains mais elle possède parfois un effet néfaste lorsque les agents d'altération entrent dans des interactions virulentes entre eux (**Desbordes, 2003**).

I.1.5.1. Flore d'altération

Nombreux microorganismes contribuent à l'altération des fruits comme les levures et moisissures, bactéries lactiques, bactéries pectinolytiques (**Desbordes, 2003**).

I.1.5.1.1. Champignons

L'altération des fruits par les champignons peut se manifester sous forme d'un noircissement, mollesse et une mauvaise odeur causée par *Sclerotinia sclerotinium*, *Rhizopus nigricans*, et par les germes de genre *Trichoderma*, *Aspergillus* et *Fusarium* (augmentent la viscosité de fruits). Les moisissures colorées peuvent aussi contribuer à l'altération des fruits par changement de la couleur de tout ou quelques endroits de ces fruits altérés et la dégradation de leur structure principale due au développement de ce type des moisissures et leur sporulation. Pour prendre des exemples de ces moisissures, on peut parler de *penicillium* (apparition de couleur verte ou bleue), phytophthora, *Alternaria*, *Trichoderma* (couleur verte), *Taphrina* et moisissures de genre *Bremia* qui cause la maladie de mildiou (couleur blanche), etc. (Joseph, 2012).

I.1.5.1.2. Bactéries pectinolytiques

Sont des bactéries qui dégradent des polymères pectiques qui se trouvent dans les cellules des fruits par des enzymes spécifiques appelées les enzymes pectinolytiques responsables des infections. On peut prendre *Erwinia spp*, *Pseudomonas fluorescens* comme des exemples de ces bactéries pectinolytiques (Desbordes, 2003). Les enzymes pectinolytiques peuvent causer une altération des fruits lorsqu'elles réagissent avec l'acide oxalique (acide de nature toxique) présent dans les racines des plantes en provoquant des perturbations au niveau de la cellule, par exemple : paroi devient fragile, un pH bas augmente l'activité des enzymes pectinolytiques des levures et moisissures (Desbordes, 2003).

I.1.5.1.3. Bactéries lactiques

Les fruits frais qui ne subissent pas une transformation ont une faible charge en bactéries lactiques par rapport aux fruits transformés. Le genre *Leuconostoc* c'est le genre qui se trouve beaucoup dans les fruits surtout *Leuconostoc mesenteroides* (Desbordes, 2003).

I.1.5.2. Flore pathogène

I.1.5.2.1. *Listeria monocytogenes*

Bactérie aéroanaérobie facultative, mobile, possède une catalase, à une forme bâtonnet, halophile, psychrophile (mais sa température de croissance atteint jusqu'à 45°C). Elle est une bactérie saprophyte, contamine les fruits à partir du sol, d'une eau polluée par la matière fécale (*Listeria* se trouve dans le tube digestif des animaux), la consommation d'un fruit ou de jus de fruits contaminé par *Listeria monocytogenes* provoque une maladie dite la

listériose "maladie sporadique". La gravité de la listériose et la pathogénicité de la bactérie repose sur sa résistance et la présence d'hémolysines (substances généralement protéique responsable de la lyse des hématies). Plusieurs symptômes apparaîtront chez un malade de la listériose (vomissement, méningite, fièvre etc.) dues à des infestations neurologiques qui peuvent causer la mort du malade **(Desbordes, 2003)**.

I.1.5.2.2. *Staphylococcus aureus*

Les Staphylocoques sont des coques à Gram positif, ne produisent pas des spores (asporulés), ils sont des aéro-anaérobies facultatifs, neutrophiles ou à pH alcalin (entre 6 et 9), psychrophiles ou mésophiles (leur température optimale de croissance est entre 15 et 45°C). En alimentation et dans le cas de jus de fruits on s'intéresse à *Staphylococcus aureus* qui diffère des autres Staphylocoques par sa température minimale de croissance (jusqu'à 6°C) chez les psychrophyles mais pour les *Staphylococcus aureus* mésophiles la température optimale de croissance est 37°C, ils sont capsulés (forme de résistance), ils tolèrent à une basse activité d'eau (atteint jusqu'à 0.83) par contre des autres bactéries **(Carip et al., 2015)**. Dans les fruits, ces bactéries sont des indicateurs et ne sont pas des entérotoxiques car elles nous informent par des contaminations qui proviennent au cours de la manipulation (par le manipulateur ou par l'air) ou bien par les animaux (la matière fécale des animaux), pour ça les fruits qui contiennent un faible nombre des Staphylocoques considérés comme un aliment consommable et ne provoquent pas de danger **(Joseph, 2012)**.

I.1.5.2.3. *Escherichia coli* et *Salmonella*

Bactéries aéroanaérobie facultatives, elles sont classées parmi les bactéries à Gram négatif à partir de leur paroi qui contient des unités principales libérant des endotoxines ; ces unités dites lipopolysaccharides **(Attrassi, 2020)**. La consommation des fruits contaminés par *E.coli* et/ou *Salmonella* provoque une déshydratation du consommateur dues à l'effet nocif d'endotoxine qu'est responsable d'une infiltration d'eau dans les cellules intestinales (les enterocytes) couplée d'une diarrhée qui peut se développer à une diarrhée sanglante si la souche est EHEC: 0157:H7 "*Escherichia coli* entérohémorragique"(acidorésistante). Ces deux bactéries atteignent les fruits par la matière fécale qui se trouvent dans le sol ou dans l'eau d'arrosage **(Oulkheir S & Elhaloui N E., 2006)**.

I.1.5.2.4. Virus

Un virus est un microorganisme pathogène de structure variée, ne peut pas survivre à l'extérieur d'un réservoir et peut être transmis par les aliments (fruits) comme un vecteur

(contamination oro fécale). Les virus les plus fréquents dans le domaine agroalimentaire sont: le virus de l'hépatite A et le poliovirus responsables des maladies dangereuses appelées l'hépatite et la poliomyélite (**Joseph, 2012**).

- **Virus de l'hépatite A**

Virus à ARN de petite taille (27nm) non enveloppé, sa pathogénicité est basée sur sa résistance à l'extérieure, à haute ou à basse température (60 et à la congélation), il a aussi une résistance contre les désinfectants (**Joseph, 2012**).

- **Poliovirus**

Entérovirus à ARN de taille varie entre 20 et 30 nm, donne des infections graves avec des symptômes plus graves tel que : méningite, poliomyélite, paralysie...etc. Ou des infections moins graves que les premiers. L'hépatite et la poliomyélite peuvent coupler avec des symptômes pseudo-grippaux (fièvre, diarrhées, céphalée etc.) C'est la grippe intestinale (**Joseph, 2012**).

I.1.5.2.5. *Clostridium*

La plus fréquent dans les aliments c'est *Clostridium botulinum* qui est une bactérie à gram positif, anaérobies strict, contaminent les fruits à partir du sol ou de l'eau qui sont parfois contaminés par la matière fécale des animaux (car cette bactérie fait partie de la flore commensale de tube digestif des animaux). Elle résiste dans le sol sous forme des spores. Ces derniers peuvent donner des bacilles (dans les fruits) qui libèrent des exotoxines de nature protéique appelées des neurotoxines très dangereux pour l'homme s'il consomme des fruits mal ou non nettoyés. Ils existent huit types de la bactérie *Clostridium botulinum*, 4 entre eux responsables de la contamination des fruits sont le type A et B "à partir du sol", la type E et F "à partir de l'eau" (**Camille ., 2014**).

I.1.5.2.6. Champignons

Parmi elles, les champignons de genre *Penicillium* surtout *P. griseofulvum*, sa pathogénicité se repose sur la sécrétion d'une toxine appelée la patuline qui est cancérogène et hépatotoxique, elle contamine les fruits à partir du sol et la matière en décomposition qui se trouve dans le sol. Une autre espèce de *Penicillium* peut sécréter la même toxine c'est *P.expansum*. On peut citer aussi comme champignons pathogènes *P. digitatum*, *P. italicum* (responsable de pourriture), *Aspergillus glaucus*, *A. flavus*, *A. ochraceus*, il y a aussi une moisissure qui ressemble à l'*Aspergillus* dit *Botrytis cinera* (**Carip et al., 2015**).

I.1.5.2.7. Parasites

La plupart d'entre eux sont des organismes pathogènes et divisés en deux groupes : parasites obligatoires et facultatifs. Un faible nombre des parasites peut provoquer une infection. Parmi les protozoaires pathogènes on a :

- ***Entamoeba histolytica***

Parasite anaérobie, spécifique à l'homme, provoque une diarrhée sanglante plus des douleurs abdominales, il est transmis par l'eau, les fruits et les légumes crus (**Joseph, 2012**).

- ***Cryptosporidium parvum***

Est un sporozoaire responsable d'une maladie dite Cryptosporidiose. Il peut être transmis par les fruits crus ou les aliments préparés à base de ces fruits, les aliments crus peu cuits et par l'eau. Parasite plus grave pour les immunodéficiences par rapport aux personnes qui ont un système immunitaire actif, provoque des intoxications dues à la consommation des fruits mal nettoyés et donc des diarrhées (**FAO-WHO, 2024**).

- ***Toxoplasma gondii***

Est un sporozoaire, cause la maladie de Toxoplasmose. Généralement il ne provoque pas de danger mais il peut devenir dangereux lorsqu'il touche la lymphe et les organes, ou pour le fœtus d'une femme enceinte (le parasite dépasse le fœtus). On peut citer comme vecteurs les légumes et les fruits crus mal nettoyés, le lait et les viandes peu cuites (**Joseph, 2012**).

I.1.6. Contamination par les produits chimiques

I.1.6.1. Métaux lourds

Ils proviennent de la nature mais le plus souvent à partir des régions industrielles qui libèrent ces éléments toxiques dans l'air. Les métaux lourds les plus fréquents sont le mercure, plomb, cadmium, et l'arsenic, certains entre eux atteints le système nerveux comme le méthylmercure (**Engel et al., 2014**).

I.1.6.2. Ingrédients autorisés

L'addition de vitamines et de minéraux peut être autorisée au cours de la fabrication du jus de fruits sous réserve de la directive **90/466/CEE**. L'addition de sucres et citron est autorisée dans les jus de fruits selon des normes bien précises. Par exemple, pour corriger le goût acide d'un jus de fruits, la quantité de sucres ajoutée ne peut pas dépasser (en matière sèche) 15g.L⁻¹ de jus ; à des fins d'édulcoration, la concentration en sucres ne doit pas

excéder 150 g.L-1. Le dioxyde de carbone en tant qu'ingrédient est autorisé. Autre exemple, l'acide ascorbique est un additif très utilisé dans la production de jus à cause de ses propriétés antioxydants. Cette vitamine donne une valeur ajoutée et protège la couleur des jus. **(Engel et al., 2014).**

I.1.6.3. Résidus des pesticides

Utilisés pour tuer les insectes et certains champignons qui ont un effet néfaste pour les plantes, et donnent un bon rendement, mais ils sont très toxiques et cancérigènes aux consommateurs lorsqu'ils contaminent les fruits et les végétaux en général car ils sont très stables chimiquement au cours de la dégradation tel que les pesticides organochlorés. Actuellement l'utilisation de ces engrais toxiques est limité par l'OMS et remplacé par des autres engrais carbamates et organophosphorés qui ont une basse stabilité chimique par rapport aux autres pesticides organochlorés **(Panisset et al., 2003).**

I.1.7. Qualité microbiologique du jus de fruit

La consommation des fruits sous forme des jus est plus utilisée pour améliorer la santé humaine et fournit les vitamines et minéraux indispensables surtout à l'état frais sans additif **(Benmeziane et al., 2016).** Dans certaine condition, le jus de fruits devient un terrain favorable pour la croissance des microorganismes soit des bactéries, des levures et moisissures tolérantes aux acides.

Comme un aliment acide, le jus de fruits est contaminé par des germes pathogènes (bactéries et champignons) tels qu'*E.coli*, *salmonella*, *shigella*, ces derniers peuvent survivre des jours jusqu'à des semaines **(Vantarakis et al., 2011).**

I.1.7.1. Flore d'altération

I.1.7.1.1. Moisissure

Les jus de fruits qui subissent un traitement thermique pour la conservation sont altérés par plusieurs espèces des moisissures résistantes à la chaleur, ces derniers peuvent causer des maladies d'origine alimentaires par la production des métabolites toxique. Les espèces les plus rencontrer sont *Neosartoiya fischeri* et *Byssochlarnys fulva* **(Tournas, 1994).**

I.1.7.1.2. Levures

Dans certains types des jus de fruit pasteurisés et congelées, la détérioration par les levures est plus rencontrée surtout pour les jus à base des pommes, des cerises, des raisins,

d'oranges et d'ananas , qui fournissent un milieu acide riche en sucre et convenable pour la croissance des espèces de levures principalement de *Saccharomyces cerevisiae* ,*Candida stellata* et *Zygosaccharomyces rouxii* (Deak & Beuchat, 1993).

I.1.7.2. Bactéries pathogènes

I.1.7.2.1. *Escherichia coli*

Le jus de fruits fournit l'acidité nécessaire pour la survie d'*E.coli* dans un aliment et peut causer un problème de santé publique. A l'exemple dans le jus de pomme ou le pH est compris entre 3,6 à 4,0) (Vojdani et al., 2008). Les sérotypes les plus fréquents enregistrés dans les jus de pomme sont d'*E.Coli* entérohémorragique et *E.Coli* entérotoxigène, provenant principalement des fruits contaminés par le sol souillé au moment de la récolte (Mihajlovic et al., 2013).

I.1.7.2.2. *Salmonella*

Les *Salmonella* sont des entérobactéries, leur pH favorable pour la croissance varie entre 3,8 et 9,5. La salmonelle est l'agent pathogène la plus existée (Danyluk, M., et al., 2012). En outre, toutes les espèces de salmonelle sont pathogènes pour l'homme à tous les groupes d'âge mais avec un effet différent selon l'immunité de chacun d'entre eux. Les sérotypes les plus rencontrés surtout dans le jus d'orange sont *Salmonella Hartford*, *S. Gaminara*, *S. Rubisla*, *S. Typhimurium* (Mihajlovic et al., 2013).

I.1.7.2.3. *Staphylococcus aureus*

Dans certains jus de fruits naturels tels que de citron vert, orange et carotte le *S.aureus* est observé. Un simple traitement thermique de l'aliment (jus pasteurisé par exemple) permet de détruire ces germes mais pas la toxine staphylococcique qui est le responsable d'une maladie d'origine alimentaire (Aneja, K. et al., 2014).

I.1.8. Qualité nutritionnelle de jus de fruits

La plupart des jus de fruit consommés en France sont des jus purs qui contiennent des nutriments avec une teneur presque égale au contenu des fruits en sucre, vitamine, minéraux, glucides, énergie avec des proportions variées selon le type de fruit et les conditions de fabrication de jus qui minimise les valeurs nutritionnelles. Généralement les jus de fruit fournissent une énergie de 20 à 70 kcal/100 ml variée selon le type de fruit et la forme de jus (jus, nectar, jus de fruits à base de concentré) comme le jus d'orange avec un teneur de 43,7 kcal/100 ml et d'ananas avec un teneur de 48 kcal/100 ml (Tableau III). Les jus ont une

source des vitamines notamment de vitamine C surtout dans les jus d'agrumes comme l'orange (38,3mg) suivie par la vitamine B9 avec des quantités faibles variées selon le type de fruit et des autres vitamines mais de plus faible valeur, les jus de fruits contiennent aussi des minéraux comme le potassium à quantité considérable pour le jus d'orange et des oligoéléments peu abondants, leur abondance peut être considérable (fibres et lipides) (**Tableau III**) (**Braesco et al., 2013**).

Tableau III: Composition nutritionnelle des principaux jus de fruits (pour 100 ml) (**Braesco et al., 2013**).

Pour 100 ml	Orange	Pomme	Ananas
Énergie (kcal)	43,7	42,4	48
Glucides (g)	9,39	9,95	11,6
Protéines (g)	0,708	< 0,1	0,3
Lipides (g)	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Vitamine C (mg)	38,3	11	9,5
Vitamine B9 (µg)	33,2	8,2	2
Potassium (mg)	171	3,95	13,8
Magnésium (mg)	9,82	3,95	13,8
Fibres (g)	0,31	0,5	0,2
Eau (g)	88,2	88,4	86,3

Substances autorisées et seuils tolérés

La réglementation précise que :

- Le fruit ne conservera pas plus d'eau provenant des opérations de lavage, d'étuvage ou d'autres préparatifs qu'il n'est inévitable sur le plan technique.
- Les jus de fruits et les nectars de fruits doivent avoir la couleur, l'arôme et la saveur caractéristiques du jus de la variété de fruits à partir de laquelle ils sont obtenus.
- Le produit final doit être sain et propre à la consommation humaine, donc différents points de contrôle doivent avoir lieu avec des normes très encadrées au niveau des limites maximales fixées par la Commission du Codex Alimentarius des résidus de pesticides et autres contaminants (**Cendres, 2010**).

Traitements autorisés

Les procédés mécaniques d'extraction, les procédés physiques (tel le chauffage microonde) et les procédés d'extraction à l'eau sont autorisés pour la fabrication des jus de fruits. L'ajout d'enzymes pectolytiques, protéolytiques, d'hémicellulases ou enzymes, amylolytiques est autorisé dans le but de faciliter le procédé d'extraction. L'utilisation des enzymes cellulolytiques (cellulases) n'est pas autorisée dans la réglementation européenne **(2009/106/CE, 2009)** ce qui proscriit de fait les jus obtenus par liquéfaction. Des adjuvants inertes de filtration, de précipitation et d'adsorption sont également tolérés en respect avec les directives communautaires concernant les matériaux destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires. Le tableau présente les données établies par les professionnels des jus de fruits concernant la spécificité de chaque dénomination des jus **(Cendres, 2010)**.

Tableau IV: spécificités des jus (Données Union Nationale Interprofessionnelle des jus

Dénomination		Où	Teneur en fruits	Autres ingrédients	pasteurisation	Durée de conservation
Pur jus 100%	Frais	Rayon frais	100%	Non	Non	1 semaine
	Réfrigéré	Rayon frais	100%	Non	Oui	4 à 5 semaines
	Ambiant	Rayon liquide	100%	Non	Oui	12 mois
Jus de fruits à base de concentrée	Réfrigéré	Rayon frais	100%	Eau de reconstitution : oui Sucre : rarement utilisé, autorisé avec mention obligatoire	Oui	4 à 5 semaines
	Ambiant	Rayon liquide	100%	Eau de reconstitution : oui Sucre : rarement utilisé, autorisé avec mention obligatoire	Oui	12 mois
Nectar	Réfrigéré	Rayon frais	25 à 50% minimum	Eau : oui Sucre : autorisé avec mention obligatoire	Oui	3 à 4 semaines
	Ambiant	Rayon liquide	25 à 50% minimum	Eau : oui Sucre : autorisé avec mention obligatoire	Oui	12 mois

CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Matériel biologique :

La réalisation de ce travail a nécessité l'usage de matériel alimentaire tel que les jus de fruits importés et les jus de fruits locaux (Artisanaux et industriels).

II.1. Matériel de laboratoire :

C'est le matériel habituel des laboratoires d'analyse alimentaire, il est composé succinctement :

- **Du matériel de stérilisation** : la hôte, bec bunsen ; autoclave
- **Réfrigérateur**
- **Du matériel de pesée** : balance de précision ;
- **De bain-marie** ;
- **Petits matériels** : Micropipette, pipettes Pasteur, Verrerie (tube à vis stérile, bécher), boîte de Pétri.
- **Milieux de culture** : PCA (Plate Count Agar) utilisé pour le dénombrement de la FMAT et la gélose Mac Conkey utilisé pour le dénombrement des coliformes totaux et *E.coli*
- **étuves** : pour incuber les milieux de culture ensemencés à des températures optimales du développement des germes recherchés.
- **Un refractomètre portatif** pour la mesure de la teneur en sucre des jus de fruits
- **Un pH-mètre** pour la mesure du pH.

II.2. Méthodes

II.2.1. Echantillonnage

Notre étude a portée sur l'analyse physicochimique et microbiologique. Ce travail a été effectué sur plusieurs types de jus de fruits notamment les jus de fruits locaux (Artisanaux et industriels) et les jus de fruits importés. Les résultats des analyses ne peuvent être valables que si l'échantillon analysé est bien représentatif du produit. Ce dernier doit être prélevé de manière aseptique, transmis et conservé dans de bonnes conditions au laboratoire d'analyse afin d'éviter toute détérioration et toute modification de la composition ainsi que toute contamination de la part du manipulateur ou de l'environnement. Le prélèvement doit donc être correctement effectué de façon à permettre une bonne interprétation des résultats

d'analyses. Le matériel de prélèvement et les récipients destinés à recevoir l'échantillon doivent être propres et stériles.

II.2.2. Lieu et conditions d'échantillonnage

Cinquante-et-un (51) échantillons des jus de fruits, 15 par marchés dont 45 locaux (42 artisanaux et 3 industriels) et 6 importés conditionnés ont été prélevés aléatoirement sur trois marchés de Yaoundé à savoir : le marché Central, le marché Mokolo et le marché Mfoundi. Les échantillons ont été transportés rapidement au laboratoire, dans les mêmes conditions d'entreposage qu'ils se trouvaient.

II.2.3. Lieu du travail expérimental

Les différentes analyses ont été effectuées au laboratoire de Sécurité Sanitaire des Aliments du centre de Biotechnologie de Nkolbisson (Université de Yaoundé I).

II.3. Analyses microbiologiques

Ces analyses ont été entreprises afin d'évaluer la qualité hygiénique des produits cibles mettant en cause la santé des consommateurs. Elles ont consistées en la recherche et le dénombrement de certaines espèces ou certains groupes de bactéries telle que : la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT), *Escherichia coli* et les coliformes totaux (BOUKHALFA, 2020).

II.3.1. Préparation des dilutions

La préparation des dilutions a été utilisée pour diminuer la charge microbienne dans le jus afin de faciliter le dénombrement des colonies. Pour l'analyse microbiologique, 10ml de différents échantillons de jus de fruits prélevés ont été mélangés dans un bécher stérile contenant 90ml d'eau physiologique stérile pour obtenir la première dilution (10^{-1}) représentant la Solution Mère (SM), Ensuite on prélève 1ml de cette solution qu'on ajoute dans un tube à essai contenant 9ml d'eau physiologique suivi d'une agitation, on obtient la deuxième dilution (10^{-2}), le processus a été répété jusqu'à l'obtention de la dilution voulue.

II.3.1.1. Dénombrement des germes

II.3.1.1.1. Recherche et dénombrement de la Flore Mésophile Aérobie Totale

Le dénombrement de la FMAT a été effectué sur la gélose nutritive PCA (Plate Count Agar). À partir des solutions à analyser, 15 à 20 ml de PCA été coulé dans les boîtes de Pétri, ensuite 0,1 ml des solutions à analyser ont été ajoutées et étalées en surface (ensemencement

en surface). Ces boîtes ont été incubées pendant 24 à 48 heures à une température de 37 °C. Toutes les colonies présentes sur la surface de la boîte ont été dénombrées. **(ISO 9308-1:2014, 2014).**

II.3.1.1.2. Dénombrement des coliformes totaux et *E. coli*

Les Entérobactéries et *E. coli* ont été dénombrés sur la gélose Mac Conkey ensemencés en surface. Pour ce faire 0,1 ml de la suspension mère ou des dilutions préparées a été introduit sur la gélose pré-coulée, étalé à l'aide d'une pipette pasteur coudée puis incubé pendant 24-48 heures à 37 °C. Après incubation, *E. coli* apparait sous forme des colonies moyenne avec des halos roses ou rouges et les Entérobactéries, qui représentent l'ensemble de germes ayant poussés dans le milieu de culture **(ISO-4833-2 :2013).**

La concentration microbienne de chacune des flores dénombrées a été exprimée en UFC/ml (Unité Formant Colonie par ml) en utilisant la formule ci-dessous :

$$C = \frac{\sum \text{colonies}}{V_{\text{ml}} \times (n_1 + 0,1n_2) \times d_1}$$

C : concentration microbienne (UFC/ ml) a été exprimée en UFC/g

$\sum$ colonies: Sommes des colonies des boîtes interprétables

Vml : volume de solution déposé ou ensemencé

n1 : nombre de boîtes considérées à la première dilution retenue

n2 : nombre de boîtes considérées à la seconde dilution retenue

d1 : La première dilution retenue

II.4. Analyses physicochimiques

Les analyses physicochimiques sont réalisées dans le but de déterminer le degré Brix et le pH.

II.4.1. Mesure de pH

Le pH est mesuré directement à l'aide d'une électrode de pH combiné à 20°C. Il consistait à tremper l'électrode dans un bécher contenant le jus de fruit à analyser selon la norme **AFNOR**, nous avons laissé stabiliser un moment, puis lire la valeur du pH. A chaque détermination du pH, l'électrode est retirée et rincée avec de l'eau distillée et séchée **(Norme NF T90-014)**. La mesure de pH a été réalisée à l'aide du pH-mètre.

II.4.2. Détermination du Degré Brix (°Brix)

L'échelle de Brix sert à mesurer en degrés Brix (°B) qui correspond au pourcentage en matière sèche soluble. Plus le °Brix est élevé, plus l'échantillon est sucré. L'appareil utilisé

pour la mesure du degré Brix est un réfractomètre qui sert à déterminer l'indice de réfractométrie. Cela consistait à déposer sur le prisme du réfractomètre quelques gouttes de l'échantillon à analyser et basculer la plaquette couvre échantillon (petite plaque en plastique qui sert à étaler la gouttelette sur le prisme), puis nous avons orienté l'appareil vers la lumière pour faire la lecture du résultat ou un trait horizontal doit apparaître de façon très nette (IBERRAKEN Zahia, 2016).

Tableau I : Critères microbiologiques

Germes	m	M
<i>E. coli</i>	0UFC/ml	100UFC/ml
FMAT	0UFC/ml	3.10^5 UFC/ml
Coliformes	10^2 UFC/ml	10^2 UFC/ml

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. RESULTATS

III.1.1. Analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques sont interprétés à partir de critère microbiologique selon les normes du **Codex alimentarius, 2005**.

Tableau V : Charge microbienne en FMAT des 51 jus

Marché	Echantillons	Provenance	FMAT (UFC/ml)	Conformité
CENTRAL	1	Artisanal	$1,04.10^7$	NC
	2	Artisanal	6.10^9	NC
	3	Artisanal	$6,1.10^9$	NC
	4	Artisanal	$1,22.10^{10}$	NC
	5	Artisanal	$6,27.10^8$	NC
	6	Artisanal	$2,73.10^7$	NC
	7	Artisanal	$2,69.10^8$	NC
	8	Artisanal	$1,6.10^8$	NC
	9	Artisanal	$1,44.10^6$	NC
	10	Artisanal	$1,8.10^6$	NC
	11	Artisanal	$2,29.10^7$	NC
	12	Artisanal	$2,87.10^6$	NC
	13	Artisanal	$2,8.10^7$	NC
	14	Artisanal	$1,45.10^6$	NC
	15	ind local	$1,91.10^4$	C
MOKOLO	1	Artisanal	$4,4.10^6$	NC
	2	Artisanal	$1,54.10^8$	NC
	3	Artisanal	$2,36.10^7$	NC
	4	Artisanal	$3,53.10^9$	NC
	5	Artisanal	$2,7.10^9$	NC
	6	Artisanal	$2,27.10^7$	NC
	7	Artisanal	$2,82.10^8$	NC
	8	Artisanal	$3,73.10^{10}$	NC
	9	Artisanal	$1,16.10^{10}$	NC
	10	Artisanal	5.10^7	NC
	11	Artisanal	1.10^7	NC
	12	Artisanal	$8,9.10^8$	NC
	13	Artisanal	$1,55.10^6$	NC
	14	Artisanal	$1,27.10^7$	NC
	15	ind local	$1,14.10^6$	NC
	1	Artisanal	$2,51.10^6$	NC
	2	Artisanal	$2,8.10^7$	NC
	3	Artisanal	$4,64.10^8$	NC
	4	Artisanal	$3,33.10^6$	NC

MFOUNDJI	5	Artisanal	$7,73.10^9$	NC
	6	Artisanal	$2,3.10^6$	NC
	7	Artisanal	$1,33. 10^6$	NC
	8	Artisanal	$1,63. 10^8$	NC
	9	Artisanal	$3,6. 10^7$	NC
	10	Artisanal	$1,69. 10^8$	NC
	11	Artisanal	$3,96. 10^6$	NC
	12	Artisanal	$3,35. 10^8$	NC
	13	Artisanal	1.10^8	NC
	14	Artisanal	$6,36.10^7$	NC
	15	ind local	$1,41.10^2$	C
IMPORTES	1	Importé	$3,27.10^3$	C
	2	Importé	$6,64.10^3$	C
	3	Importé	$3,2.10^4$	C
	4	Importé	$1,68.10^4$	C
	5	Importé	$3,6. 10^2$	C
	6	Importé	$4,9.10^7$	NC

Pour les 51 jus analysés concernant la FMAT, la charge maximale est de $3,73.10^{10}$ UFC/ml provenant des jus artisanaux et une charge minimum de $1,41.10^2$ UFC/ml provenant de jus locaux industriels, dont la conformité par marché est de : 93,33% de jus non-conforme pour le marché Central et Mfoundi, 100% non conforme pour le marché Mokolo et 16,67% de jus importés non-conforme. D'une manière globale la conformité de ces jus est de : 13,73% de jus conforme et 86,27% non conforme.

Tableau VI: Charge microbienne en *E. coli* des 51 jus

Marchés	Echantillons	Provenance	<i>E. coli</i> (UFC/ml)	Conformité
CENTRAL	1	Artisanal	$1,1.10^3$	NC
	2	Artisanal	$2,73.10^2$	NC
	3	Artisanal	8.10^3	NC
	4	Artisanal	$1,64.10^3$	NC
	5	Artisanal	$1,45.10^1$	C
	6	Artisanal	$3,73.10^3$	NC
	7	Artisanal	$2,27.10^3$	NC
	8	Artisanal	$1,73.10^1$	C
	9	Artisanal	$1,55.10^3$	NC
	10	Artisanal	$1,65.10^4$	NC
	11	Artisanal	$1,15.10^4$	NC
	12	Artisanal	$6,36.10^2$	NC
	13	Artisanal	$2,25.10^4$	NC
	14	Artisanal	$1,32.10^5$	NC
	15	ind local	0	C
	1	Artisanal	$2,20.10^6$	NC
	2	Artisanal	$3,64.10^3$	NC
	3	Artisanal	0,00E+00	C
	4	Artisanal	$3,73.10^4$	NC
	5	Artisanal	$1,91.10^3$	NC
	6	Artisanal	$6,36.10^2$	NC
	7	Artisanal	3.10^3	NC
	8	Artisanal	$1,31.10^4$	NC
	9	Artisanal	$8,18.10^2$	NC
	10	Artisanal	$1,82.10^2$	NC
	11	Artisanal	$6,36.10^2$	NC
	12	Artisanal	0,00E+00	C
	13	Artisanal	$5,45.10^2$	NC
	14	Artisanal	$1,27.10^3$	NC
	15	ind local	$9,03.10^2$	NC
MFOUNDJI	1	Artisanal	$1,09.10^3$	NC
	2	Artisanal	$5,45.10^2$	NC
	3	Artisanal	$5,82.10^3$	NC
	4	Artisanal	$8,09.10^3$	NC
	5	Artisanal	$2,45.10^3$	NC
	6	Artisanal	$1,09.10^3$	NC
	7	Artisanal	$1,27.10^3$	NC
	8	Artisanal	$7,27.10^2$	NC
	9	Artisanal	$8,18.10^2$	NC
	10	Artisanal	$4,73.10^4$	NC
	11	Artisanal	$5,36.10^2$	NC
	12	Artisanal	$2,27.10^4$	NC
	13	Artisanal	$8,73.10^3$	NC

	14	Artisanal	$3,64.10^2$	NC
	15	ind local	0	C
IMPORTES	1	Importé	53,4	C
	2	Importé	45,5	C
	3	Importé	33	C
	4	Importé	32,6	C
	5	Importé	14,5	C
	6	Importé	12,7	C

Sur les 51 jus analysés, la charge maximale en *E.coli* est de $2,20.10^6$ UFC/ml provenant des jus artisanaux et une charge minimum de 0UFC/ml provenant de jus locaux industriels, avec une conformité par marché de : 80% de jus non-conforme pour le marché Central, 86,67% pour Mokolo, 93,33% pour Mfoundji et 100% de jus importés conforme. La conformité globale de ces jus est de : 23,53% de jus conforme et 76,47% non conforme.

Tableau VII: Charge microbienne en coliformes totaux des 51 jus

Marchés	Echantillons	Provenance	Coli Totaux (UFC/ml)	Conformité
CENTRAL	1	Artisanal	$1,82.10^2$	NC
	2	Artisanal	$2,73.10^2$	NC
	3	Artisanal	$1,91.10^3$	NC
	4	Artisanal	$1,64.10^3$	NC
	5	Artisanal	$2,73.10^3$	NC
	6	Artisanal	$9,73.10^3$	NC
	7	Artisanal	$3,09.10^3$	NC
	8	Artisanal	$6,36.10^2$	NC
	9	Artisanal	$1,27.10^3$	NC
	10	Artisanal	$1,82.10^4$	NC
	11	Artisanal	$2,09.10^3$	NC
	12	Artisanal	$5,91.10^4$	NC
	13	Artisanal	$1,83.10^6$	NC
	14	Artisanal	$8,73.10^4$	NC
	15	ind local	90,90	C
MOKOLO	1	Artisanal	2.10^5	NC
	2	Artisanal	$7,27.10^3$	NC
	3	Artisanal	$1,91.10^3$	NC
	4	Artisanal	$5,27.10^4$	NC
	5	Artisanal	$1,21.10^5$	NC
	6	Artisanal	$2,18.10^3$	NC
	7	Artisanal	$2,68.10^4$	NC
	8	Artisanal	$1,36.10^4$	NC
	9	Artisanal	$5,82.10^3$	NC
	10	Artisanal	$1,82.10^2$	NC
	11	Artisanal	$8,09.10^2$	NC
	12	Artisanal	$9,09.10^3$	NC
	13	Artisanal	$1,82.10^3$	NC
	14	Artisanal	$1,64.10^3$	NC
	15	ind local	45,5	C
MFOUNDJI	1	Artisanal	$4,09.10^3$	NC
	2	Artisanal	78,8	C
	3	Artisanal	$5,82.10^3$	NC
	4	Artisanal	$5,91.10^4$	NC
	5	Artisanal	$5,45.10^3$	NC
	6	Artisanal	$4,36.10^3$	NC
	7	Artisanal	5.10^4	NC
	8	Artisanal	$2,58.10^4$	NC
	9	Artisanal	6.10^4	NC
	10	Artisanal	$2,64.10^4$	NC
	11	Artisanal	$1,73.10^3$	NC

	12	Artisanal	$3,55.10^4$	NC
	13	Artisanal	$1,25.10^4$	NC
	14	Artisanal	$1,82.10^2$	NC
	15	ind local	0	C
IMPORTES	1	Importé	63,4	C
	2	Importé	45,5	C
	3	Importé	61,8	C
	4	Importé	46,4	C
	5	Importé	100	C
	6	Importé	$2,47.10^4$	NC

Les 51 jus analysés pour la charge en coliforme totaux, la charge maximale est de $1,83.10^6$ UFC/ml provenant des jus artisanaux et une charge minimum de 0 UFC/ml provenant de jus locaux industriels. La conformité par marché de ces jus est de : 93,33% de jus non conforme pour le marché Central et Mokolo, 86,67% pour le marché Mfoundi et seulement 16,67% de non-conformité pour les jus importés. Globalement nous avons: 82,35% de jus non-conforme et 17,65% de jus conforme.

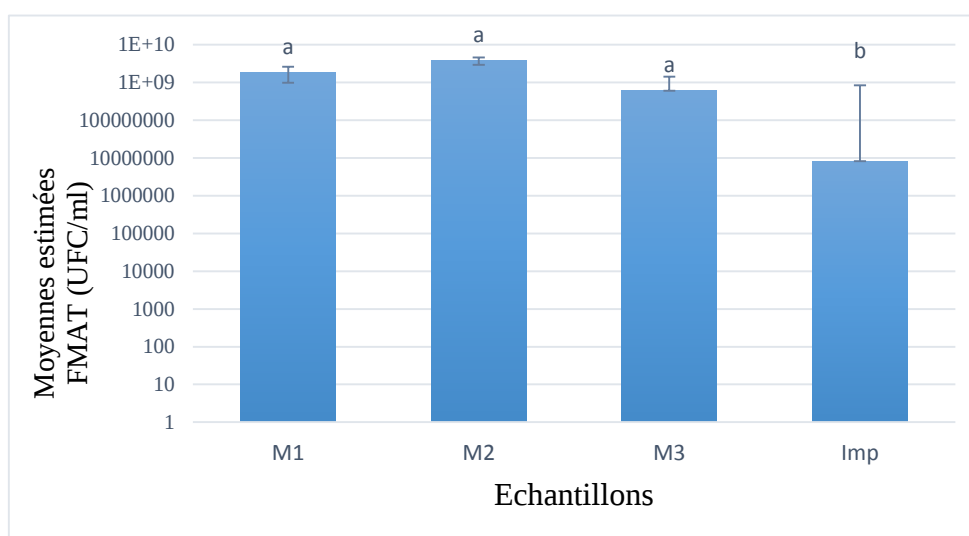


Figure 2: comparaison de la charge moyenne en FMAT des échantillons par lieu de provenance.

Malgré la charge élevée en FMAT dans les différents types de jus, il n'y a pas une différence significative entre les marchés tandis qu'il y a une différence significative entre les trois marchés et les jus importés dont la charge moyenne en FMAT est de l'ordre de $1,80.10^9$ UFC/ml

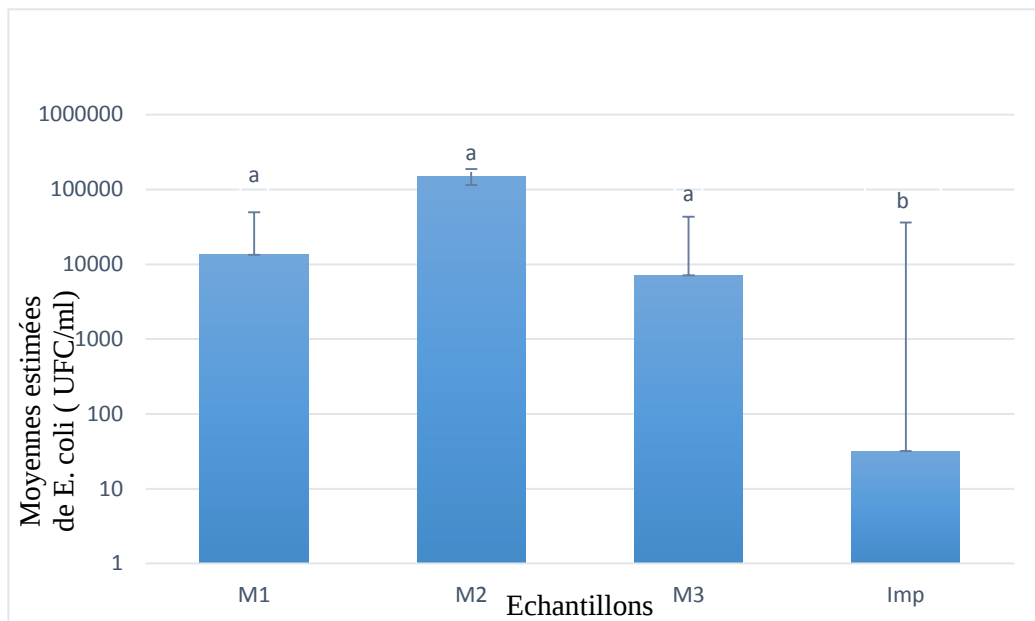


Figure 3: comparaison de la charge moyenne en *E.coli* des échantillons par lieu de provenance.

La figure nous montre qu'il n'y a pas une différence significative entre les trois marchés malgré la contamination élevée en *E. coli* tandis qu'il y a une différence significative entre les trois marchés et les jus importés dont la charge moyenne en *E.coli* est de l'ordre de $5,08 \cdot 10^4$ UFC/ml

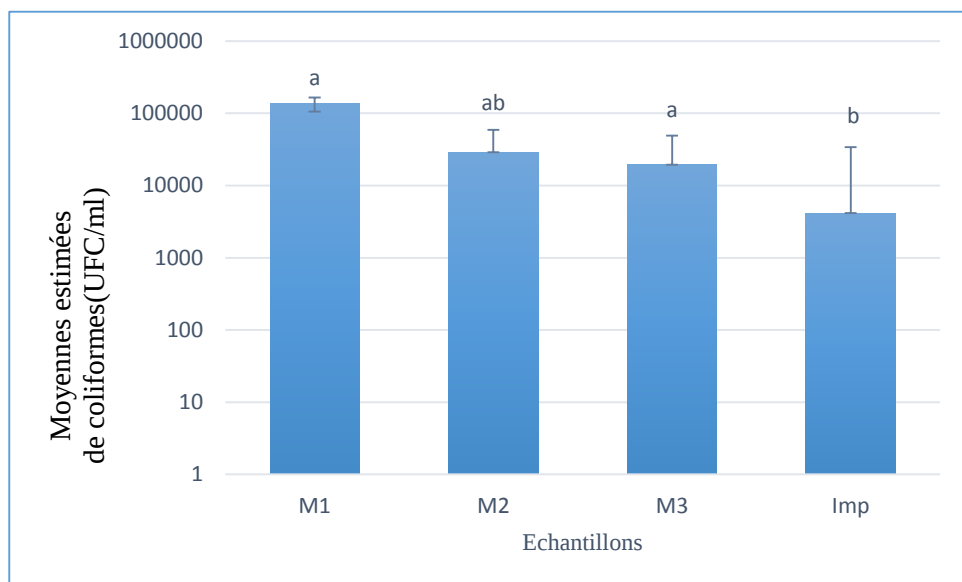


Figure 4: comparaison de la charge moyenne en coliformes totaux des échantillons par lieu de provenance.

NB : a= pas de différence b= différence

Malgré la charge élevée en coliformes totaux dans les différents types de jus, il n'y a pas une différence significative entre les marchés tandis qu'il y a une différence significative

entre les trois marchés et les jus importés dont la charge moyenne en coliformes totaux est de l'ordre de $5,47.10^4$ UFC/ml

Les degrés de conformité de nos 45 jus locaux et 6 jus importés sont présentés respectivement sur les figures 6 et 7

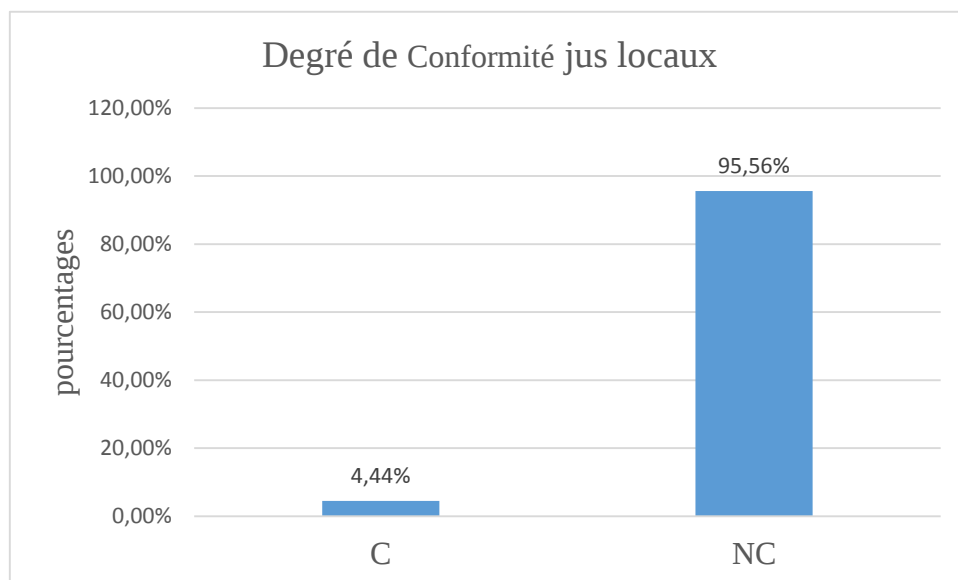
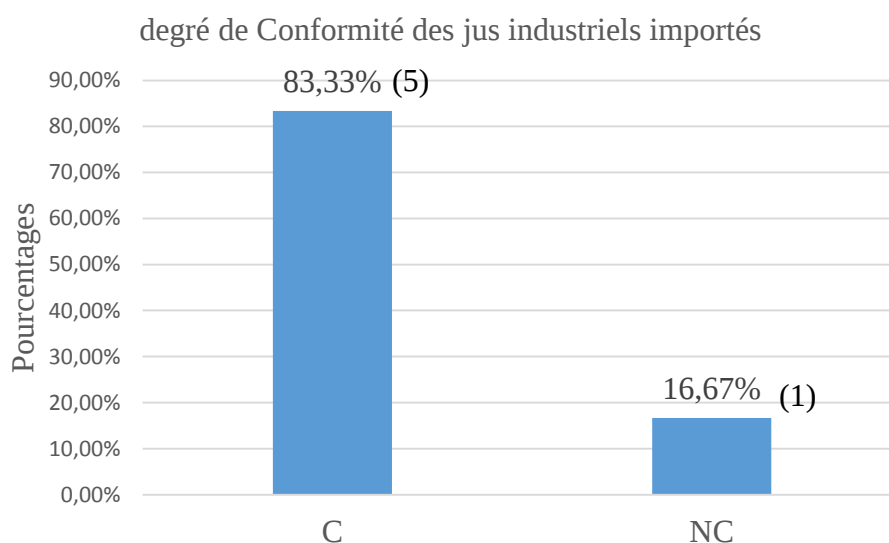


Figure 5 : Degré de conformité des jus locaux

D'après les analyses statistiques, nos résultats montrent un taux de 95,56% de jus locaux non-conforme donc tous les jus artisanaux(42) et un (1) industriel, et 4,44% (2) conformes donc tous les deux industriels.



NB : C= conforme ; NC= non conforme

Figure 6 : Degré de conformité des jus importés

Ces résultats montrent 83,33% (5) de jus conformes et 16,67% (1) non conforme.

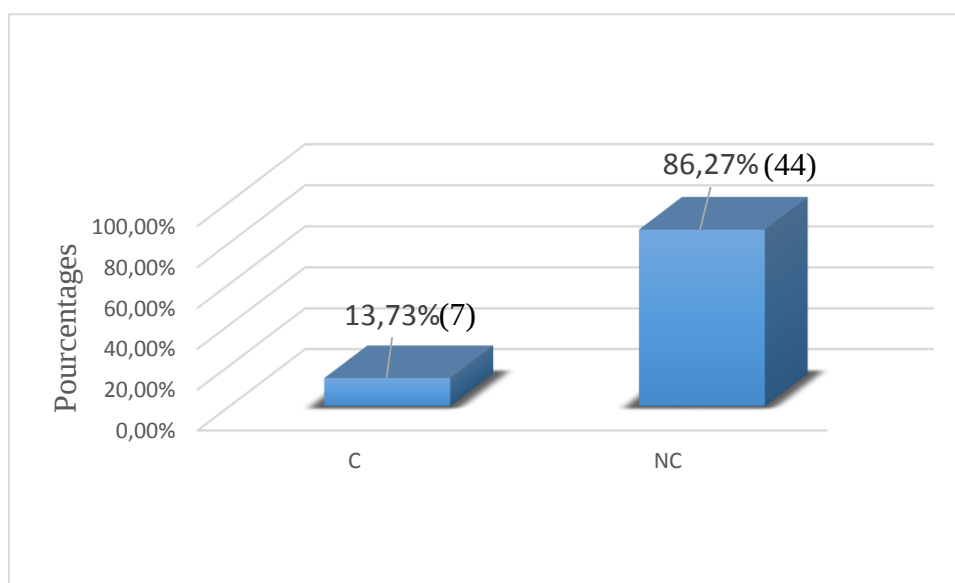


Figure 7: Degré de conformité des 51 jus

Sur les 51 jus analysés, nous avons seulement 13,73% des jus conformes aux normes et 86,27% non-conforme aux normes.

III.1.2. Analyses physicochimiques

Toutes les denrées alimentaires se détériorent normalement pendant le stockage, notamment les jus de fruits qui comportent un produit très sensible aux altérations. La détérioration de la qualité du produit peut être le résultat d'effets de changement des facteurs physico-chimiques.

Les résultats d'analyses physicochimiques réalisées pour les deux variétés du jus fruits commercialisées au marché de Yaoundé, sont représentés dans le **tableau VIII**.

Tableau VIII : Résultats des différents paramètres physicochimiques des jus de fruits analysés.

	Echantillons	pH	D.BRIX
Marché central	1-Nectar Ananas	4,2	13%
	2-Mangue	4,2	10%
	3-Ananas	3,9	12%
	4-Goyave	4,1	13%
	5-Ananas +Gingimbre	4,1	13%
	6-Casmangue+Ananas	3,2	13%
	7-Casmangue	3,3	11%
	8-Pastèque+Ananas	4,7	11%
	9-Pastèque+Ananas+Casmangue	4,1	13%
	10-Ananas+Casmangue	4	10%
	11-Ananas+Casmangue	4	12%
	12-Papaye	4,5	11%
	13-Ananas+Pastèque+Papaye	4,2	12%
	14-Corosol	5,1	10%
	15-Pastèque+Casmangue	4,9	10%
Marché Mfoundji	1-Pastèque	4,1	11%
	2-Ananas	4,4	15%
	3-Papaye+Ananas	4,5	12%
	4-Papaye+Ananas	4,7	13%
	5-Ananas	4,8	10%
	6-Papaye	4,2	11%
	7-Papaye+Ananas	4,2	11%
	8-Papaye+Ananas	4,8	12%
	9-Papaye+Ananas	4,8	10%
	10-Papaye+Ananas	4,6	10%
	11-Ananas	4,5	11%
	12-Papaye+Ananas	4,7	13%
	13-Papaye	4,7	10%
	14-Papaye	4,2	10%
	15-Papaye	3,5	11%
Marché Mokolo	1-Papaye+Ananas	4,5	12%
	2-Ananas+Orange	4,5	11%
	3-Patèque+Orange+Casmangue	3,6	12%
	4-Ananas+Patèque+Casmangue	5	11%
	5-Ananas+Orange+Casmangue	4,5	10%
	6-Goyave	3,7	11%
	7-Goyave+Ananas+Pastèque+Orange	3,9	11%
	8-Pastèque+Ananas+Casmangue+Or	4,5	11%
	9-Cocktail	5,5	12%
	10-Cocktail	5,2	10%
	11-Cocktail	5,2	11%

	12-Pastèque+Ananas+Casmangue	5	14%
	13-Pastèque+Ananas+Casmangue	4,5	11%
	14-Pastèque+Ananas+Casmangue	4,3	11%
	15-Ananas+Gingembre	4,4	12%
Jus importés	1-Jus Dudu Importé	5,1	18%
	2-Jus Dudu Importé	4,7	15%
	3- Jus de pomme Importé	4,7	16%
	4- Jus De Pomme, Importé	5,3	17%
	5 – Jus Raisin Importé	4,7	15%
	6 –Jus de Raisin Importé	4,9	16%

Potentiel d'hydrogène (pH)

Les résultats issus de cette étude donnent une indication sur la qualité physicochimique des 51 échantillons de jus de fruits analysés. Les valeurs de pH varient entre 3,2-5,5 pour les jus localement fabriqués et 4,7 - 5,3 pour les jus importés ; ces valeurs sont légèrement élevées par rapport aux valeurs données par la norme **Codex Alimentarius**.

Degré de Brix

Dans l'industrie agroalimentaire, le ° Brix, indique le taux des sucres dans un jus, plus le °Brix est élevé, plus l'échantillon est sucré. Le degré de Brix varie entre 10% et 15% pour tous les échantillons localement fabriqués et 15% à 18% pour les jus importés.

III.2. DISCUSSION

La production des jus est une réalité dans la plupart des pays en voie de développement et le Cameroun en particulier où on retrouve aussi bien les jus dits locaux ou industriels. Dans le but de contribuer à la surveillance de la qualité de jus de fruits vendu sur les marchés de Yaoundé, 45 échantillons des jus locaux collectés dans trois (3) marchés ainsi que Six (6) importés ont été analysés.

Les résultats des analyses microbiologiques obtenues ont révélé un pourcentage de 95,56% de jus locaux non-conforme avec une charge maximale de $3,73.10^{10}$ UFC/ml et minimum de $1,41.10^2$ UFC/ml pour FMAT, $2,20.10^6$ UFC/ml et 0 UFC/ml pour *E. coli* ainsi que $1,83.10^6$ UFC/ml et 0UFC/ml pour les coliformes totaux contrairement aux jus importés avec 16,67% de non-conformité.

En termes de comparaison, les jus de marché Mokolo étaient plus contaminés avec 100% de non-conformité contrairement aux deux autres marchés notamment Mfoundi et Central avec 93,33% de non-conformité. Cette contamination (charge élevée des microorganismes) est due à plusieurs facteurs comme le dépassement ou manque des bonnes pratiques d'hygiène selon les normes décrites soit par l'OMS /FAO, dont la production primaire devrait être gérée d'une manière à assurer la qualité des aliments et ces règlements sont : l'hygiène de l'environnement, l'hygiène des zones de production alimentaire (maîtrise du système HACCP) (FAO, 2007). Selon toujours FAO la manutention, l'entreposage, transport, hygiène corporelle au niveau de la production primaire et l'exposition de l'aliment (jus) à l'air pollué (poussière, particules liquides) favorisent leur contamination.

D'après (Rahman et al.,2011), les composants de jus (par ex : le sucre) et l'usage de l'eau contaminée et impropre pour la dilution et la production, favorise la contamination et rend le jus impropre à consommer. La matière première (fruits) peut être également contaminée, le manque de condition sanitaire dans les locaux et les endroits de vente d'après les études effectuées par (Lewis et al., 2006 ; Olorunjuwon et al.,2016 ;Ogodo et al.,2016) ;

Selon les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé OMS (2017) sur la qualité de l'eau potable, la présence des coliformes totaux est un indicateur de la contamination fécale, les germes dits « germes témoins de contamination fécale », non directement pathogènes, mais dont la présence laisse supposer l'existence de germes pathogènes pour l'être humain (*Escherichia coli*). Pour diminuer cette contamination, il faut prendre en considération les conditions d'hygiène et contrôler la qualité de l'eau utilisée dans la préparation et la fabrication des jus. La présence d'*E. coli* est également une indication de contamination fécale

et de la présence potentielle d'agents pathogènes similaires du point de vue écologique, ainsi qu'*E. coli* est un indicateur des bonnes pratiques de travail et des bonnes pratiques d'hygiène. L'eau contenant des coliformes (*Escherichia coli*) est impropre à la consommation, donc impropre pour la production et la dilution de jus parce qu'elle impose des risques sur la santé humaine (toxi-infection alimentaire). Il faut appliquer les bonnes pratiques d'hygiène décrites par l'OMS lors de la production pour assurer la sécurité alimentaire et éviter tout un risque sanitaire.

En ce qui concerne les analyses physicochimiques, les valeurs de pH varient d'un jus à l'autre. Le pH influe sur le type des microorganismes qui se développeront et survivront dans le jus et donc de la stabilité de cette denrée. Un pH faible a généralement tendance à inhiber la croissance de certaines bactéries dans les jus de fruits. **(Chia et al., 2012)**. La teneur en sucre varie selon le type de fruit. Tous les jus de fruits contiennent du fructose, du saccharose, du glucose et du sorbitol. La faible valeur de Brix pourrait probablement être causée par des activités métaboliques microbiennes ayant entraîné la conversion des sucres des échantillons en acides organiques, ce qui a entraîné une réduction du pH, une altération et donc une réduction de la durée de conservation **(Serpen, 2012)**. Les acides organiques favorisent le développement de microorganismes comme les levures entraînant une réduction de la teneur en sucre. Ainsi que les faibles valeurs Brix pourraient aussi probablement être dues à la variation des saisons de récolte et des niveaux de maturité des fruits. Les vendeurs achètent les fruits et les légumes à l'avance avant qu'ils atteignent le stade de maturité pour répondre à la demande du marché. De cette façon certains fruits peuvent ne pas être complètement développés, entraînant des jus avec faibles attributs physico-chimiques **(Kirati N, 2019)**.

**CONCLUSION, RECOMANDATION,
PERSPECTIVES**

CONCLUSION

Le jus de fruit est un produit alimentaire riche en vitamine, énergie, oligoéléments et en minéraux comme le potassium nécessaire pour la santé de consommateur. Sa préparation par des méthodes traditionnelles simple fait partie des aliments de rue et dans les marchés publics. Ce travail a été réalisé pour évaluer la qualité microbiologique et physico-chimique des jus de fruits dans trois (3) marchés populaires de Yaoundé (Cameroun) et de comparer les résultats obtenus avec les normes.

Les résultats des analyses microbiologiques obtenues ont révélé un pourcentage de 95,56% de jus locaux non-conforme contrairement aux jus importés avec seulement 16,67% de non-conformité. En terme de comparaison des marchés, les jus de marché mokolo étaient plus contaminés avec 100% de non-conformité contrairement aux deux autres marché notamment Mfoundi et Central avec 93,33% de non-conformité.

Les analyses physico-chimiques des échantillons montrent que le pH des jus locaux est situé dans les valeurs (3,2-5,5) pour les jus localement fabriqués contrairement aux jus de fruits importés qui avec un pH variant de (4,7 - 5,3).

RECOMMANDATIONS

Aux vendeurs de jus de fruits naturel :

- Sensibiliser les producteurs : Il est essentiel de sensibiliser les producteurs sur les bonnes pratiques de fabrication, de stockage et de manipulation des jus de fruits pour éviter les contaminations.
- Eduquer les producteurs sur l'hygiène corporelle et des lieux de production en vue de produire des jus de qualité dans un environnement sain.

Aux producteurs industriels

- Former les producteurs : Il est essentiel de former le personnel sur les bonnes pratiques de fabrication, de stockage et de manipulation des jus de fruits pour éviter les contaminations futures ;
- Mettre en place un système de contrôle de qualité: Il est important de mettre en place un système de contrôle de qualité pour détecter les contaminations et prendre des mesures correctives rapidement ;
- Collaborer avec les autorités locales : Il est important de collaborer avec les autorités locales pour informer les consommateurs et prendre des mesures pour éviter les contaminations ;
- Mettre en place des mesures de prévention pour éviter les contaminations, telles que la mise en place de protocoles de nettoyage et de désinfection, la formation du personnel, etc.

PERSPECTIVES

Notre étude est non complète et insuffisante pour juger la qualité de jus de fruit dans toute la ville de Yaoundé à cause du nombre réduit d'échantillons par marché.

Les études à venir doivent approfondir la recherche sur les autres germes pathogènes. Il est indispensable de réaliser des analyses pour des contaminants chimiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aneja, K., R., Dhiman, R., Aggarwal, N. K., Kumar, & V., & Kaur. (2014).** Microbes associés aux jus d'agrumes et de carottes fraîchement préparés—PubMed.
- Attrassi, K. (2020).** Bacteriological Quality of Citrus Fruits (Morocco). *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 5(2), 383-390.
- Basar, M. A., & Rahman, S. R. (2007).** Qualité microbiologique du garba, un aliment de rue de Côte d'Ivoire | *International Journal of Biological and Chemical Sciences*.
- Benmeziane, Abdourhamene, & A. M., & Guedaoura, A. (2016).** [PDF] Nutritional Quality and Bioactive Compounds of Some Fruit Juices | Semantic Scholar.
- BOUKHALFA, A. (2020).** Qualité physico-chimique et microbiologique d'une boisson traditionnelle « TAKERWAIT ».
- Braesco, V., Gauthier, T., & Bellisle, F. (2013).** Jus de fruits et nectars. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 48(5), 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2013.07.001>
- Camille ., D. (2014).** Pratique en microbiologie de laboratoire : Recherche de bactéries et de levures-moisissures—Camille Delarras—Lavoisier—Technique Et Documentation—Grand format—Dalloz Librairie PARIS.
- Carip, C., Salavert, M.-H., & Tandeau, A. (2015).** Microbiologie, hygiène et droit alimentaire. Lavoisier - Tec & Doc.
- Cendres, A. (2010).** Procédé novateur d'extraction de jus de fruits par micro-onde : Viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus France.
- Chia, S. L.; Rosnah, S.; Noranizan, M. A. and Ramli, W. (2012).** The effect of storage on the quality attributes of ultraviolet-irradiated and thermally pasteurised pineapple juices. *International Food Research Journal*, 19: 1001–1010.
- Codex-2005.**
- Danyluk, M., Goodrich-Schneider, & R., Schneider,. (2012).** Épidémies de maladies d'origine alimentaire associées aux jus de fruits et de légumes, 1922-2010.
- Deak, T., & Beuchat, L. R. (1993).** Yeasts Associated with Fruit Juice Concentrates. *Journal of Food Protection*, 56(9), 777-782.

- Desbordes, D. (2003).** Qualité microbiologique des fruits et légumes : Flores, altérations, risques sanitaires, prévention.
- Engel, E., Meurillon, M., Planche, C., & Peyret, P. (2014).** Devenir des contaminants toxiques des aliments dans l'environnement digestif. *Innovations Agronomiques* 36, 135-149.
- FAO. (2007).** Les bonnes pratiques dans la préparation et vente des aliments de rue en Afrique.
- FAO-WHO. (2024).** Normes officielles | CODEXALIMENTARIUS FAO-WHO.
- ISO 9308-1:2014. (2014).** Dénombrement des E.coli. ISO.
- Jacob, M. (avec Weltgesundheitsorganisation). (1990).** Sécurité dans la manipulation des aliments : Guide pour la formation des responsables d'établissement de restauration. Organisation Mondiale de la Santé.
- Joseph, P. G. (2012).** Microbiologie alimentaire.
- Journal officiel de l'Union Européenne, 2005. (2005).** RÈGLEMENT (CE) N o 2073/2005 DE LA COMMISSION du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires.
- Kirati N, 2019.** Influence des conditions de stockage sur la qualite physicochimique et microbiologique des jus de fruits frais non pasteurises. *Collection Génie Alimentaire*, 1ère éd., 1980, 236p.x.
- Lewis, J. E., Thompson, P., Rao, B. V. V. B. N., Kalavati, C., & Rajanna, B. 2006.** Human bacteria in street vended fruit juices: A case study of Visakhapatnam city, India. *Internet Journal of Food Safety*, 8(1), 35-38.
- Metlef, S., Zidane, A., & Gadouche, L. (2022).** Evaluation de la qualité physico chimique d'un jus de fruit soumis à quelques traitements thermiques durant sa conservation : Evaluation of the physico-chemical quality of a fruit juice subjected to some thermal treatments during its conservation. *Revue Nature et Technologie*, 14(02), 33-41.
- Mihajlovic, Dixon1 B., Couture H., & Farber J. (2013).** [PDF] Qualitative Microbiological Risk Assessment of Unpasteurized Fruit Juice and Cider | Semantic Scholar.

- Ogodo, A. C., Ugbogu, O. C., Ekeleme, U. G., & Nwachukwu, N. O. 2016.** Microbial quality of commercially packed fruit juices in South-East Nigeria. *J of Basic and Applied Res*2 (3), 240-245.
- Olorunjuwon, B. O., Temitope, B. K., Muibat, F. O., Oluwadun, A. 2016 pg 31.** Microbiological quality of some locally-produced fruit juices in Ogun State, South western Nigeria. *J Microbiol Res*, 2(1), 001-8.
- OMS. 2017.**Directives de la qualité pour l'eau de boisson.4ème édition, intégrant le premier additif.
- Oulad, H. L. (2023).** Étude de la qualité microbiologique des surfaces et des ustensiles dans les restaurants collectifs.
- Oulkheir S, O. K., & Elhaloui N E., (2006).** Antioxidant activity of Citrus aurantium L. var. Amara Peel from western of Morocco, identification of volatile compounds of its essential oil by GC-MS and a preliminary study of their antibacterial activity.
- Panisset, J.-C., Dewailly, É., & Doucet-Leduc, H. (2003).** Contamination alimentaire.
- Plumey, I, & Braesco, B. (2013).** Le livre blanc de jus de fruit, ed., UNIJUS, pari
- Rahman, T., Hasan, S., Noor, R. 2011.** An assessment of microbiological quality of some commercially packed and fresh fruit juice available in Dhaka city: A comparative study. *Stamford Journal of Microbiology*, 1(1), 13-18.
- Serpen, Y. (2012).** Comparison of Sugar Content in Bottled 100% Fruit Juice versus Extracted Juice of Fresh Fruit. *Food and Nutrition Sciences*, 3: 1509-1513.
- Slavin, J. L., & Lloyd, B. (2012).** Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition* (Bethesda, Md.), 3(4), 506-516.
- Tournas, V. (1994).** Heat-resistant fungi of importance to the food and beverage industry. *Critical Reviews in Microbiology*, 20(4), 243-263.
- Vantarakis, A., Affifi, M., Kokkinos, P., Tsibouxi, M., & Papapetropoulou, M. (2011).** Occurrence of microorganisms of public health and spoilage significance in fruit juices sold in retail markets in Greece. *Anaerobe*, 17(6), 288-291.
- Vojdani, J. D., Beuchat, L. R., & Tauxe, R. V. (2008).** Juice-associated outbreaks of human illness in the United States, 1995 through 2005. *Journal of Food Protection*, 71(2), 356-364.

ANNEXES

Annexe 1: Ingrédients Des Milieux De Culture

1. Gélose Mac-Conkey :

Constituants	Quantité en g/l
Peptone de caséine	15
Extrait de viande	3
Chlorure de sodium	5
Sels biliaires	5
Rouge neutre	0,07
Agar	20
Lactose	10
Lactose	0,001

2. Gélose PCA (Plat count agar)

Constituants	Quantité en g/l
Peptone de caséine	5,00
Glucose	1 ,00
Extrait de levure	2,50
Agar	15,00
pH à 25°C	7,0± 0,2

Annexe 2: Quelques Photos



Photo1 : bain-marie



Photo2 : jus locaux



Photo3 : Solution diluée



Photo4 : Jus industriels exportés



Photo5 : Jus industriels Cameroun

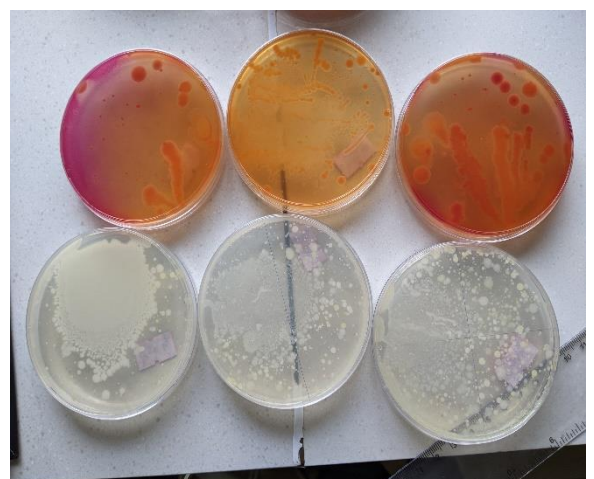


Photo6 : Colonies de FMAT sur PCA et, *E. coli* et entérobactéries sur la gélose Mac-Conkey



Photo7 : Réfractomètre



Photo7 : pH- mètre