UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

# Analyse des dangers et contrôle des points critiques dans la production du jus de gingembre au sein de safi business company

**NDAYIRAGIJE, Viateur**

**2023**
UB
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/393

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

**UNIVERSITE DU BURUNDI**

**FACULTE D'AGRONOMIE ET DE BIO-INGENIERIE**

**DEPARTEMENT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS**

**MASTER EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS**

# ANALYSE DES DANGERS ET CONTROLE DES POINTS CRITIQUES DANS LA PRODUCTION DU JUS DE GINGEMBRE AU SEIN DE SAFI BUSINESS COMPANY

**PAR : NDAYIRAGIJE Viateur**

**Mémoire présenté et défendu publiquement pour l'obtention d'un diplôme de Master en Sciences et Technologie des Aliments**

**Option : Gestion de la qualité des produits Agro-Alimentaires**

**Sous la direction du Prof NZIGAMASABO Aloys**

**Bujumbura, Avril 2023**

## IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY

Président du jury : Dr. Ir. NIYOYANKANA Bonaventure

Secrétaire du jury : Doctorant MUVUNYI Robert

Directeur de mémoire : Prof. NZIGAMASABO Aloys

## DEDICACE

Je dédie ce mémoire à :

A Dieu le tout puissant ;

A mes chers parents ;

A mes chers frères et sœurs ;

A tous ceux qui me sont chers ;

Je vous témoigne toute ma gratitude et mon profond respect.

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail qui sanctionne la fin de mon travail en master, mes premiers et sincères remerciements vont à Dieu le tout puissant qui m'a prêté vie et santé sans lesquelles ce travail n'aurait pas pu voir le jour.

DIEU, Seigneur Tout Puissant, durant toutes ces années d'études, Tu m'as accompagné et m'as gardé dans ta grâce. Je Te remercie pour tout ce que Tu m'as donné et me donneras encore dans cette vie. Je trouve aussi une occasion agréable pour exprimer ma sincère gratitude à toute personne morale ou physique qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Je tiens aussi à remercier plus particulièrement Monsieur Prof. NZIGAMASABO Aloys, Directeur et Promoteur de ce travail, pour avoir inspiré et dirigé ce travail malgré ses multiples occupations. Cher encadreur et directeur, je tiens à vous remercier pour m'avoir accueilli et encadré avec bienveillance. Votre simplicité, vos riches conseils, vos encouragements et surtout votre disponibilité, votre expérience et votre compétence m'ont été d'un grand intérêt. Pour tout ce que vous m'avez fait, soyez assuré de ma sincère gratitude et ma profonde reconnaissance.

Je tiens aussi à exprimer mes vifs remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail tout en commençant à madame KOMEZADUSABE Philomène.

J'adresse mes sincères remerciements à l'ensemble du personnel de la SAFIBU à partir du directeur général Mr KAMARAMPAKA Désiré, MANIRAMBONA Thierry ainsi d'autres qui m'ont reçu et ont donné de leur temps pour répondre à mes questions et ainsi contribuer au recueil des informations présentées ici.

En fin, que tous ceux qui ont contribué tant morale que matérielle ou d'une manière directe ou indirecte à la réussite du présent mémoire trouvent en cette page l'expression de ma profonde gratitude.

**RESUME**

Au Burundi, le rhizome de gingembre frais est généralement utilisé pour la production de boissons à base de gingembre pour sa valorisation la plus efficace comme le fait l'unité de transformation qui nous a permis d'y effectuer le présent travail. Cette unité transforme le gingembre dans de boissons telles que Safi Tangawizi. Notre séjour dans cette usine a permis de mieux comprendre le fonctionnement d'une industrie agroalimentaire par la production, le conditionnement et le stockage de leurs produits.

L'objectif de ce travail consiste à une analyse des dangers et contrôle des points critiques dans la production du jus de gingembre au sein de SAFI BUSINESS COMPANY. Il vise à connaître les différentes étapes du système HACCP, des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication et de mener des critiques à leur mise application pour les différentes étapes du processus de fabrication du jus Safi Tangawizi au sein de SAFI BUSINESS COMPANY car pour toutes les industries alimentair !es, la fabrication des produits est sensible à des risques de contaminations physico-chimiques et microbiologiques, qui peuvent être nuisibles à la santé des consommateurs. Des insuffisances ont été identifiées entre autres : il s'agit du manque d'infrastructure respectant les instructions du système HACCP, non-respect des principes d'hygiène par le personnel , manque d'emballages destinés au bon conditionnement des jus, les matériels et équipements pour la fabrication, les fournisseurs permanents de la matière première, le manque des règles d'hygiènes bien élaborées ainsi que les moyens pour la maîtrise de la qualité d'eau et les auxiliaires de fabrications.

Des analyses physicochimiques (pH, acidité titrable et le degré de Brix) et microbiologiques (la flore aérobie mésophile totale, les staphylococcus aureus, salmonella, les levures et les moisissures ainsi que les coliformes totaux) ont été faites afin de vérifier l'innocuité du produit fini. Pour les analyses physicochimiques le pH est de 3,7 ; l'acidité titrable de 6,72 ; avec un degré Brix de5. Pour les analyses microbiologiques, l'indicateur d'hygiène global montre qu'il y a présence de la flore aérobie mésophile totale à $7.10^{2}$ UF /ml et levures et moisissures en proportion de $3.10^{2}$ UFC/ml. Les résultats obtenus ont montré que le jus au gingembre réponde aux normes comparatives à des méthodes de références, même si le processus de sa fabrication présente des insuffisances. Ce travail contribuera à la mise en œuvre l'application du système HACCP qui n'est pas encore répandue dans la majorité des unités de transformation dont l'unité de transformation agroalimentaire SAFI BUSINESS COMPANY.

Mots-clés : Jus de gingembre, Dangers, analyses microbiologiques, SAFIBU, HACCP

## ABSTRACT

In Burundi, the fresh ginger rhizome is generally used for the production of ginger-based drinks for its most effective valuation, as does the processing unit that allowed us to carry out this work there. This unit transforms ginger into drinks such as Safi Tangawizi. Our stay in this factory allowed us to better understand the functioning of an agri-food industry through the production, packaging and storage of their products.

The objective of this work consists of an analysis of the dangers and control of the critical points in the production of ginger juice within SAFI BUSINESS COMPANY. It aims to know the different stages of the HACCP system, good hygiene and manufacturing practices and to conduct reviews of their application for the different stages of the manufacturing process of Safi Tangawizi juice within SAFI BUSINESS COMPANY because for all food industries, the manufacture of products is sensitive to the risks of physico-chemical and microbiological contamination, which can be harmful to the health of consumers. Insufficiencies have been identified among others: it is the lack of infrastructure respecting the instructions of the HACCP system, non-respect of the principles of hygiene by the staff, lack of packaging intended for the good packaging of the juices, the materials and equipment for manufacturing, the permanent suppliers of the raw material, the lack of well-developed hygiene rules by [a SAFIBU as well as the means for controlling water quality and manufacturing auxiliaries.

Physicochemical (pH, titratable acidity and degree of Brix) and microbiological (total mesophilic aerobic flora, staphylococcus aureus, salmonella, yeasts and molds as well as total coliforms) analyzes were carried out to verify the safety of the final product. For physicochemical analyses, the pH is 3.7; the titratable acidity of 6.72; with a Brix degree of 5. For microbiological analyses, the overall hygiene indicator shows the presence of total mesophilic aerobic flora at 7.102UF/ml and yeasts and molds in proportion to 3.102UFC/ml. The results obtained showed that the ginger juice meets the standards compared to reference methods, even if the manufacturing process has shortcomings. This work will contribute to the implementation of the HACCP system which is not yet widespread in the majority of processing units including the SAFI BUSINESS COMPANY food processing unit.

Keywords: Ginger juice, Hazards, microbiological analyses, SAFIBU, HACCP

## TABLE DES MATIERES

**IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY ..... i**
**DEDICACE ..... ii**
**REMERCIEMENTS ..... iii**
**RESUME ..... iv**
**ABSTRACT ..... v**
**TABLE DES MATIERES ..... vi**
**LISTES DES TABLEAUX ..... ix**
**LISTES DES FIGURES ..... x**
**LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS ..... xi**
**AVANT-PROPOS ..... xii**
**0. NTRODUCTION GENERALE ..... 1**
**REVUE DE LA LITTERATURE ..... 3**
**CHAPITRE I : GENERALITES ..... 3**
I.1 Généralités sur le gingembre ..... 3
I.1.0. Introduction ..... 3
I.1.1. Historique du gingembre ..... 3
I.1.2. Description botanique du gingembre ..... 4
I.1.3. Variétés du gingembre ..... 5
I.1.4 Composition chimique gingembre ..... 5
I.1.5. Importance du gingembre dans l'alimentation humaine ..... 6
I.1.6. Importance économique et médicinale du gingembre ..... 7
I.1.7. Applications technologiques du gingembre ..... 7
I.2.Generalites sur Programmes pré-requis ..... 8
I.2.1 Définition ..... 8
I.2.2. Pré-requis et Codex Alimentarius ..... 9
I.2.3. Pré-requis et ISO 22 000 ..... 9
I.2.4. Pré-requis et législation ..... 10
I.2.5. Importance des pré-requis comme préalable au système HACCP ..... 10
I.2.6. Préalables appliqués dans l'usine de production ..... 11
I.3. Généralités sur les Bonnes pratiques de fabrication (BPF) ..... 13
I.3.1. Respect des spécifications concernant les matières premières et les ingrédients ..... 13
I.3.2. Respect des procédures de fabrication ..... 13

I.3.3. Choix du matériel et des équipements conformes....13
I.3.4. Emplacement, disposition et équipement des établissements....14
I.3.5. Les commodités (approvisionnement en eau, qualité de l'air, éclairage). ....15
I.3.6. Evacuation des déchets et drainage....16
I.3.7. Lutte contre les nuisibles *:* ....17
I.3.8. La gestion des approvisionnements....17
I.3.9. Le conditionnement....18
I.3.10. Traçabilité et rappel des produits ....18
I.3.11. Information sur les produits et sensibilisation des consommateurs ....18
I.4. Généralités sur le système HACCP....19
I.4.1. Origine du système HACCP ....19
I.4.2. Objectifs du système HACCP....19
I.4.3. Avantages du système HACCP....19
I.4.4. Principes du système HACCP....20
I.4.5. Les étapes du système HACCP....20
**CHAPITRE II : ACTIVITES DE SAFIBU....28**
II.1. Présentation de l'usine : SAFIBU .... 28
II.2. Transformation et valorisation du gingembre en jus : cas du SAFI TANGAZI .... 28
II.2.1. Matériel de production ....28
**II.2.2. Matière première et ingrédients utilisés**....29
**II.2.3. Description des principales opérations unitaires de fabrication au sein de l'usine**....29
**II.2.4. Synthèse des opérations de fabrication** ....32
**CHAPITRE III. MATERIEL ET METHODES....33**
III.1. Observation .... 33
III.2. Protocole de la mise en œuvre du système HACCP .... 33
III.3 Diagramme d'Ishikawa. .... 33
III.4. Arbre de décision.... 34
**CHAPITRE IV. PRESENTATION ET DISCUSSIONS DES RESULTATS....35**
IV.1. Résultats des programmes pré-requis au sein de la SAFIBU : Analyse des dangers et contrôle des points critique dans la production du jus de gingembre au sein de la SAFIBU. .... 35

IV.1.1. Objectif du travail ..... 35
IV.1.2 Résultats obtenus ..... 35
IV.1.3. Discussion des résultats de l'évaluation des pré-requis. ..... 46
IV.2. Présentation des résultats d'analyse des dangers sur chaque étape de fabrication et moyens préventifs. ..... 47
IV.3. Identification des points critiques dans le processus de transformation du jus de gingembre. ..... 52
IV.4. La Mise en place du système HACCP au sein de la SAFIBU ..... 53
IV.5. Analyse du jus de gingembre ..... 55
IV.5.1. Analyses physico-chimiques ..... 55
IV.5.2. Analyses microbiologiques ..... 56
IV.6. Présentation et discussions des résultats d'analyse du jus ..... 59
IV.6.1. Analyse physico- chimiques du jus au gingembre ..... 59
IV.6.2. Analyse microbiologique ..... 60
IV.6.2.1. Flore Aérobie Mésophile Totale ..... 61
IV.6.2.2. Levures et moisissures ..... 62
IV.6.2.3. Staphylocoques ..... 62
IV.6.2.4. Salmonelles ..... 62
IV.6.2.5. Lactobacillus ..... 62
IV.6.2.6. Escherichia coli ..... 63
**CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS ..... 64**
**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ..... 66**
**ANNEXE ..... 71**

## LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques chimiques du gingembre ..... 6
Tableau 2 : Evaluation de l'état de l'extérieur de la SAFIBU ..... 35
Tableau 3: Evaluation de la disposition des flux de travail ..... 36
Tableau 4: Evaluation de l'état des locaux et salles ..... 38
Tableau 5 : Evaluation de l'alimentation en eau ..... 39
Tableau 6: Evaluation de la ventilation et l'éclairage ..... 40
Tableau 7 : Evaluation des conditions de travail ..... 41
Tableau 8 : Evaluation de l'élimination des déchets et des eaux usées ..... 42
Tableau 9 : Evaluation de nettoyage et de la maintenance des équipements ..... 42
Tableau 10 : Evaluation de l'état général du personnel ..... 44
Tableau 11 : Evaluation des moyens de lutte contre les nuisibles ..... 46
Tableau 12 : Evaluation des procédures de traçabilité et rappel des produits ..... 46
Tableau 13 : Résultats d'analyse des dangers ..... 48
Tableau 14 : Identification des points critiques ..... 52
Tableau 15 : Résultats d'analyse physicochimiques ..... 59
Tableau 16 : Résultats d'analyses microbiologiques du jus de gingembre ..... 61
Tableau 17 : Synthèse d'analyse microbiologique ..... 63

## LISTES DES FIGURES

Figure 1: Rhizome de gingembre .....4
Figure 2 : Diagramme des 5M pour la fabrication d'un produit .....9
Figure 3: Un dispositif pour le lavage et le séchage hygiénique des mains .....12
Figure 4 : Local d'entreposage des déchets .....17
Figure 5 : Diagramme de fabrication de jus de gingembre.....32

## LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

SAFIBU : SAFI BUSNINESS COMPANY
CCP : Critical Control Points.
BBN : Bureau Burundais de Normalisation et d'assurance qualité.
PMS : plan de maitrise sanitaire.
BPH : Bonne pratique d'hygiène.
BPF : Bonne pratique de fabrication
IAA : Industrie Agro-alimentaire.
% : pourcentage
SSA : Salmonella Shigella Agar
UNF/ml : Unité Formant colonie par millilitre
°B : Degré Brix
°C : degré Celsius
BPF : Bonne Pratique de Fabrication
BPH : Bonne Pratique d'Hygiène
CCP : Critical Control Points (Points Critiques)
CMA : Chapman Ston Agar
CNTA : Centre Nationale de Technologie Alimentaire
CSA : Chapman Ston Agar
FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale
FAO : Food Agriculture Organisation
HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point
ISO : Organisation Internationale de Normalisation
MKA : Mac Conkey Agar
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
PCA : Plate Count Agar
PRP : Programme Prérequis
SCA : Sabouraud Chloramphenécd Agar

## AVANT-PROPOS

Le présent mémoire entre dans le cadre de l'obtention d'un diplôme de master en Sciences et Technologies des Aliments, option de Gestion de la Qualité des Produits Agro-alimentaires. L'idée de cette étude est venue du fait qu'au Burundi, le rhizome de gingembre frais est généralement utilisé pour la production de boissons à base de gingembre pour sa valorisation la plus efficace comme le fait l'unité de transformation de SAFI BUSINESS COMPANY.

La présente étude consiste à une analyse des dangers et contrôle des points critiques dans la production du jus gingembre au sein de SAFI BUSINESS COMPANY. Il vise à connaître les différentes étapes du système HACCP, des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication et de mener des critiques à leur mise application pour les différentes étapes du processus de fabrication du jus Safi Tangawizi au sein de SAFI BUSINESS COMPANY parce que pour toutes les industries alimentaires, la fabrication des produits est sensible à des risques de contaminations physico-chimiques et microbiologiques, qui peuvent être nuisibles à la santé des consommateurs.

C'est pourquoi le sujet est intitulé « Analyse des dangers et contrôle des points critiques dans la production du jus de gingembre au sein de SAFI BUSINESS COMPANY ».

Des difficultés dans la production du jus se sont manifestées car les bâtiments, les équipements et matériel de production ne répondent pas au système HACCP afin de fabriquer des produits alimentaires de bonne sécurité et salubres pour les consommateurs.

Des difficultés n'ont pas manqué au cours de cette étude surtout ceux liés aux moyens financiers qui étaient insuffisants, le manque du matériel de laboratoire spécialisé pour la détermination d'autres paramètres microbiologiques et chimiques. D'où la présente étude a été effectuée que dans la seule unité de transformation et les teneurs telles que les vitamines n'ont pas été déterminées.

## 0. NTRODUCTION GENERALE

L'industrie agroalimentaire (IAA) regroupe l'ensemble des activités industrielles permettant la transformation des matières premières issues de l'agriculture, de l'élevage, ou de la pêche en produits alimentaires destinés à la consommation humaine ou animale. L'industrie agroalimentaire a pour rôle principal de transformer les matières périssables (végétales ou animales) en de produits finis beaucoup plus conservables afin qu'ils soient disponibles pour les consommateurs pendant une longue durée. Ainsi, à travers ses produits, l'Industrie Agricole et Alimentaires s'avère en contact direct avec les consommateurs. Dans leur souci de répondre aux attentes de ces consommateurs, les sociétés de transformation doivent se préoccuper constamment de la qualité, de l'hygiène et de l'innocuité de leurs produits.

C'est ainsi que la mise en place d'un Plan de Maîtrise Sanitaire (PMS) basé sur des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication (BPH/BPF) et la méthode HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), est une obligation réglementaire imposée aux industries du secteur agroalimentaire (IAA) par la réglementation communautaire, qui est une transposition des prescriptions du Codex Alimentarius (Richard, 2003).

C'est pour cette raison que chaque industriel doit prendre toutes les mesures afin d'assurer aux consommateurs des produits alimentaires de bonne qualité du point de vue microbiologique et physicochimique, ce à travers la gestion globale de l'hygiène dans les IAA.

Le Burundi, comme tous les autres pays en voie de développement, connait une expansion importante en petites et moyennes entreprises (PME) pour la production industrielle des denrées alimentaires dont la transformation des céréales, des fruits et légumes, des racines et tubercules, etc… afin de satisfaire les besoins des consommateurs tout au long de l'année. Ici la transformation des racines et tubercules nous ont intéressés et plus particulièrement la valorisation des rhizomes de gingembre à ces différents jus au gingembre qui sont en pleine expansion sur notre territoire du Burundi.

L'objectif de notre travail est de contribuer à l'application du système HACCP dans le domaine de la production des boissons de gingembre : jus de gingembre fabriqués au sein de l'unité de transformation de SAFIBU.

D'une manière spécifique, ce travail consiste à :

- ✓ Evaluer les Bonnes Pratiques d'Hygiènes (BPH) au sein de l'unité de transformation de SAFIBU ;
- ✓ Identifier et évaluer les dangers associés aux différents stades du processus de fabrication ;

- ✓ Identifier les points critiques afin de prévoir des mesures correctives associées à chaque point critique.
- ✓ Analyser les propriétés physicochimiques et microbiologiques du jus au gingembre.

De ses objectifs en découlent des hypothèses à savoir :

- ➢ La conservation du jus au gingembre peut entraîner une fermentation.
- ➢ Le SAFIBU dispose un système HAACP bien fonctionnel.
- ➢ Le jus produit à la SAFIBU présente des dangers.

Notre travail est subdivisé en deux grandes parties :

- La première partie est consacrée à la revue bibliographique ;
- La deuxième relate les activités menées, Conclusions et recommandations.

# REVUE DE LA LITTERATURE

## CHAPITRE I : GENERALITES

### I.1 Généralités sur le gingembre

#### I.1.0. Introduction

En Afrique subsaharienne, la culture du gingembre occupe une place importante dans la production des cultures vivrières. Elle participe fortement à l'alimentation de base, pour la majorité des populations ou du bétail (Ahouannou et al., 2000)**.**

Le gingembre est une herbacée annuelle vivace grâce à son rhizome charnu, allongé et formé de plusieurs ramifications tubéreuses et noueuses. La culture du gingembre est peu répandue et sa production est limitée sur de petites superficies malgré ses nombreuses vertus. Il est considéré comme une culture de rente. C'est l'une des plus importantes épices à travers le monde et est d'une importance économique avec de nombreuses vertus médicinales (Nandkangre et al., 2015).

Le gingembre est cultivé dans tous les pays tropicaux chauds et humides, sur un sol riche et bien drainé. Il représente environ 5 à 6 % de la consommation mondiale d'épices. Le rendement à l'hectare est fonction des conditions climatiques et des cultures, et varie de 7 à 40 tonnes. On en produit plus d'un million de tonnes chaque année. L'Inde arrive loin en tête des producteurs, puis viennent la Chine, l'Indonésie, le Nigéria, la Jamaïque, le Népal, le Bangladesh, la Thaïlande, les Philippines… (Elrokh et al., 2010). Le gingembre est une épice incontournable. Il est très employé dans un grand nombre de cuisines asiatiques, et en particulier dans la cuisine indienne. Il est aussi utilisé en Occident dans la confection de boissons toniques (Ginger Ale) et de desserts (pain d'épices). Les racines mûres, fibreuses, presque sèches ont un goût plus prononcé, elles sont souvent employées dans la cuisine chinoise pour couvrir les odeurs et saveurs fortes comme celles des fruits de mer (Ernst & Pittler, 2000)**.**

#### I.1.1. Historique du gingembre

Le gingembre a une longue histoire d'utilisation dans l'Asie du Sud-est, sous forme séchée ou fraîche. Les chinois consomment le gingembre pour une grande variété de problèmes médicaux tels que : les maux d'estomac, la diarrhée, la nausée, le choléra, l'asthme, les maladies cardiaques, les troubles respiratoires, les maux de dents et les douleurs rhumatismales. En Inde, le gingembre a été utilisé comme médicament de la période védique et est appelé « maha aushadhi », qui signifie la grande médecine (Rajesh Wilson et al., 2013).

Le gingembre est donc l'un des suppléments à base de plantes qui a été utilisé à des fins médicales depuis l'Antiquité, et est connu comme un médicament à base de plantes populaires pour traiter les maladies douloureuses. En particulier, c'est une herbe importante dans la médecine traditionnelle chinoise et asiatique.

### I.1.2. Description botanique du gingembre

Le gingembre est une plante vivace tropicale herbacée, à port de roseau, qui mesure jusqu'à 1, 30 m de haut (Gigon, 2012)**.**

Il pousse dans les régions ensoleillées et humides. La plante, ne produisant ni fruit ni graine, se multiplie grâce au bourgeonnement de son rhizome a, gris, rugueux et articulé en anneaux bien marqués à l'origine de nouveaux plants. La partie souterraine utilisée est le rhizome. Celui-ci se divise dans un seul plan et est constitué de tubercules globuleux ramifiés. La peau du rhizome est beige pâle et sa chair est jaune pâle juteuse ; l'odeur est aromatique avec une saveur chaude et piquante (Gigon, 2012 ; Faivre et al., 2006).

Les rhizomes sont récoltés après 9 à 10 mois



**Figure 1: Rhizome de gingembre (Faivre et al., 2006)**.

La classification botanique du gingembre se présente comme suit :

Règne : Plantae
Sous-règne : Tracheobionta
Division : Magnoliophyta
Classe : Liliopsida
Ordre : Zingibérales
Famille : Zingiberaceae
Genre : Zingiber
Espèce : *Zingiber officinale Roscoe*

### I.1.3. Variétés du gingembre

Le fait que le gingembre est une plante reproduite toujours par voie asexuée, ceci explique le très petit nombre de variétés. Elles sont au nombre de deux :

Le gingembre blanc ou gingembre jaune appelé aussi « Turmeric Ginger »,

Le gingembre ayant une chair pourpre ou bleutée sous l'épiderme écailleux bleu appelé aussi « Flint Ginger » (gingembre corné) qui donne un rhizome dur et fibreux.

La différence de ces variétés se situe à la couleur des rhizomes (MEMENTO de l'Agronome, 1991).

### I.1.4 Composition chimique gingembre

Les constituants du gingembre sont nombreux et variés, selon si le rhizome est frais ou sec.

Le goût piquant du gingembre frais est dû principalement aux gingérols, dont le composé le plus abondant est le 6-gingerol (Faivre et al., 2006).

L'analyse chimique du gingembre indique qu'il contient plus de 400 différents composés qui sont des carbohydrates (50-70%), des lipides (3-8%) (Prasad & Tyagi, 2015) de types acides oléique et linoléique (10%) (Gigon, 2012)**,** des terpènes, des composés phénoliques (Prasad & Tyagi, 2015), des vitamines et des minéraux (Kim et al., 2015), des protéines (Prasad & Tyagi, 2015) et de l'oléorésine (Gigon, 2012). L'oléorésine contient des composés responsables de la saveur très marquée du gingembre. Certains appartiennent à la famille des

Vanilloïdes et sont connus sous le nom de 3-, 6-, 8-, 10- et 12-gingérols, ces composés ont une chaîne latérale de longueur variable, respectivement de 7, 10, 12, 14 ou 16 carbones (Gigon, 2012 ; Ok & Jeong, 2012); ils sont accompagnés de gingerdioles et de paradols (Gigon, 2012). Le zingérone et le shogaol sont des produits de la dégradation du gingérol sous l'action de la chaleur (Gigon, 2012). L'odeur et la saveur caractéristique du gingembre sont dues aux huiles volatiles essentiellement riches en gingérols et shogaols (Prasad & Tyagi, 2015).

Le gingembre est essentiellement riche en minéraux comme le manganèse, le phosphore et le magnésium, mais il contient aussi du calcium, du sodium, et du fer. Il contient de petites quantités de vitamines B1, B2, mais surtout de la vitamine B3. Le gingembre frais contient de la vitamine C, mais une fois séché, cette vitamine disparait complètement.

Enfin, le rhizome du gingembre est d'une grande richesse en amidon, il possède sa propre huile essentielle, mais aussi des lipides, des protéines, et des glucides en assez grande quantité. Donc le gingembre est une plante riche en nutriment dont les caractéristiques chimiques comme le montre le tableau ci-après.

Tableau 1: Caractéristiques chimiques du gingembre

| **Poids/volume** | **Gingembre cru (racine), 23 g (60 ml)** | **Gingembre séché moulu, 2 g (5 ml)** |
|---|---|---|
| Calories | 19 | 6 |
| Protéines | 0,4 g | 0,2 g |
| Glucides | 4,2 g | 1,3 g |
| Lipides | 0,2 g | 0,1 g |
| Fibres alimentaires | 0,5 g | 0,2 g |

Source : FAO (1991).

### I.1.5. Importance du gingembre dans l'alimentation humaine

Dans le monde entier, le gingembre est parmi les épices les plus importantes et les plus estimées. Aujourd'hui, la plante se développe dans les régions tropicales du monde et fait partie des cuisines locales (Blumenthal , 1997).

Beaucoup de gens aiment le gingembre cru, et c'est la forme la plus populaire dans le sud-est asiatique : le gingembre frais est râpé ou finement haché, on peut aussi le plonger dans l'eau pendant plusieurs heures, et l'ajouter au plat peu de temps avant d'être servi. Cet usage donnera un goût frais, épicé et piquant. Si le gingembre frais est cuit, la cuisson augmentera en goût piquant mais diminuera la fraîcheur (Blumenthal , 1997).

Le gingembre est beaucoup utilisé en cuisine, frais ou séchée (Ding et al., 2012). Il est utilisé dans la confection de pain d'épices, de biscuits, de desserts, dans les viandes, les poissons, le poulet, dans les soupes et pour aromatiser le riz (Charles, 2013). Le gingembre est recommandé pour son haut potentiel antioxydant qui est prouvé plus intéressant que l'acide ascorbique (Bellik et al., 2013).

Zheng et al., (2008) rapportent que le gingembre était cultivé principalement dans les zones tropicales asiatiques depuis les temps anciens pour soulager les problèmes de digestion et stimule l'appétit. Leur épice est appréciée par son arôme délicat et sa saveur un peu brûlante pour la préparation de nombreux plats, boissons diverses, pains d'épices, biscuits, gâteaux, pâtisserie diverses, conserves de vinaigre, confitures.

### I.1.6. Importance économique et médicinale du gingembre

Le gingembre joue un rôle économique important car, elle permet de générer des ressources pour les producteurs. Il est considéré comme une culture de rente par les paysans. La plante est cultivée prioritairement pour la commercialisation. Les revenus sont utilisés pour satisfaire certains besoins notamment dans l'éducation des enfants et lors des cérémonies (Nandkangre et al., 2015).

Le gingembre est une épice d'une grande importance compte tenu de ses vertus médicinales. Cette espèce contient de nombreux composés tels que les gingérols, les gingerdiols et les gingerdiones. Ces composés possèdent une activité antioxydante élevée (Singh et al., 2008). La plante représente donc un intérêt majeur pour la pharmacopée le gingembre est traditionnellement utilisé pour traiter les problèmes d'estomac et d'indigestion, de diarrhée, de nausée. De plus**,** l'huile essentielle du gingembre possède une importante propriété antioxydant vérifiée in vitro.

Une quarantaine de composés antioxydants ont été découverts dans le gingembre. Certains d'entre eux seraient résistants à la chaleur et pourraient même être libérés durant la cuisson, ce qui pourrait expliquer l'augmentation de l'activité antioxydant du gingembre cuit. Le gingembre reste donc un excellent tonifiant et fortifiant de l'organisme, il renforce ainsi efficacement les personnes affaiblies ou en proie aux maladies (Blumenthal, 1997).

Dans la médecine chinoise, le gingembre est traditionnellement utilisé pour traiter les problèmes d'estomac et d'indigestion, de diarrhée, de nausée (Akinola et al., 2014), le rhumatisme, les maladies nerveuses, les maux de dents, l'asthme, la constipation, le diabète, etc... (Soong-Yu & al., 2012). Il est utilisé également pour soigner l'anémie (Iroaganachi et al., 2015), il est enfin considéré comme agent de désintoxication pour les alcooliques (Motawi et al., 2011).

### I.1.7. Applications technologiques du gingembre

Le gingembre est utilisé pour la fabrication de boissons telles que la bière, la liqueur et dans la conservation de certains produits (Okonta et al., 2008).

Des recherches ont été effectuées sur les qualités aromatiques de la poudre de gingembre (Chou et al., 1981) sur les méthodes de transformation du gingembre et ses applications dans les boissons naturelles non sucrées (Sarr A., 1992); sur les valeurs nutritionnelles du gingembre. Les huiles essentielles et l'oléorésine extraites du gingembre jouent un rôle important en

industrie alimentaire (Oti et al., 1988). Elles représentent les formes finales d'utilisation du gingembre dans les pays importateurs.

L'amidon a de nombreuses utilisations: en industrie alimentaire, il est utilisé comme agent de texture (épaississant, stabilisant, gélifiant) de divers produits et également à des fins industrielles non alimentaires notamment comme lubrifiant et carburant dans l'industrie automobile, dans la fabrication du papier, dans l'élaboration des adhésifs de timbres postaux par exemple, des cartons ondulés, dans l'industrie textile à l'imperméabilisation et à la tenue du tissu (Oti et al., 1988).

## I.2.Generalites sur Programmes pré-requis

### I.2.1 Définition

Les pré-requis (selon ISO 22 000) sont les procédures qui régissent les conditions opérationnelles à l'intérieur des entreprises permettant, ainsi, de mettre en place des conditions propices à la production d'aliments salubres. Le plan HACCP repose sur les programmes préalables qui doivent, donc, être bien réfléchis et remplis (BOUTOU, 2006).

Les pré-requis doivent aider à maîtriser :

- La probabilité d'introduction de danger dans le produit via l'environnement de travail ;
- La contamination biologique, chimique et physique des denrées alimentaires, notamment les contaminations croisées ;
- Les niveaux de dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires dans le produit et l'environnement de production et de transformation (BLANC, 2009).

Les pré-requis portent sur l'ensemble des ressources utilisées pour la fabrication du produit. Le schéma ci-dessous, communément appelé « diagramme des 5M » (matières, matériel, méthode, milieu, main d'œuvre) », propose un exemple d'identification de ces ressources (Anonyme 3, 2012) :

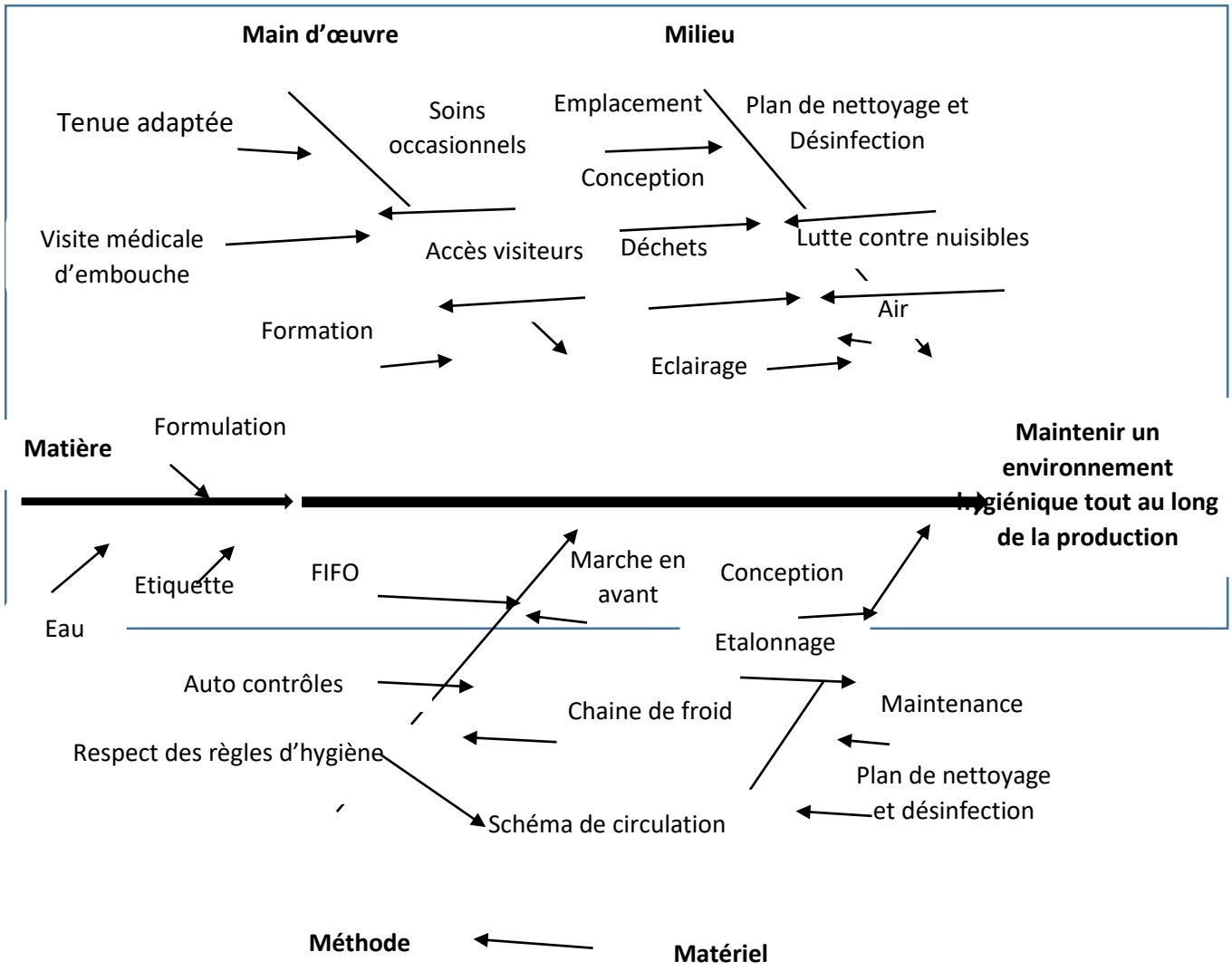



Figure 2 : Diagramme des 5M pour la fabrication d'un produit (BOUTOU, 2014)

### I.2.2. Pré-requis et Codex Alimentarius

Le Codex Alimentarius a défini un document qui suit la chaîne alimentaire depuis la production primaire jusqu'au consommateur final, en définissant les conditions d'hygiène nécessaires à la production d'aliments sûrs à la consommation. Ces codes et directives spécifiques doivent être considérés conjointement aux principes généraux ainsi qu'avec le HACCP (BOUTOU, 2014).

### I.2.3. Pré-requis et ISO 22 000

Les Pré-requis est une notion introduite par l'ISO 22 000 afin de disposer d'un terme générique pour tous les échelons de la chaîne alimentaire.

La nouveauté introduite par l'ISO 22 000 ne réside donc pas dans l'introduction de l'exigence de mettre en place des BPH/BPF avant de procéder à toute étude HACCP, mais bien dans la

nouvelle appellation qu'il a fallu trouver du fait que le domaine d'application de l'ISO 22 000 couvre la chaîne alimentaire toute entière.

Dès lors, on ne pouvait pas parler de fabrication par exemple pour la production agricole. D'où le choix du terme de programmes pré-requis (PRP) lequel, selon l'échelon de la chaîne alimentaire considéré, va se traduire de différentes façons. L'exigence fondamentale en revanche reste la même : les pré-requis doivent être en place avant toute démarche HACCP (BLANC, 2009).

### I.2.4. Pré-requis et législation

Il n'y a pas que l'ISO 22 000 pour mettre les programmes pré-requis (PRP) ou bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène sur le devant de la scène. Il y a également :

Le règlement CE 852/ 2004 du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires qui a remis l'accent sur la question en encourageant et réglementant l'élaboration de guides de branche nationaux et communautaires ;

- Les divers textes communautaires sectoriels applicables ;
- Les législations nationales applicables ;
- Le règlement CE 853/2004 établit des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale. Ces règles viennent en complément de celles qui sont fixées dans le règlement CE 852/2004 (BLANC, 2009).

### I.2.5. Importance des pré-requis comme préalable au système HACCP

Les exigences en matière d'hygiène qui s'appliquent aux établissements de transformation des denrées alimentaires sont communément appelées « Programmes préalables » ou « programmes pré- requis ». Le respect de ces exigences assure des conditions propres à la production ou à la fabrication d'aliments salubres et, par conséquent, soutient l'implantation du système HACCP (VIGNOLA, 2002). Si un établissement se lance dans l'analyse des dangers et des mesures préventives qui doivent y être associées sans avoir mis en place au préalable les BPH, trop de dangers sont identifiés et une liste interminable de mesures préventives à mettre en place doit être réalisée (QUITTET et NELIS, 1999).

## I.2.6. Préalables appliqués dans l'usine de production

### I.2.6.1. Généralités sur les Bonnes pratiques d'hygiène (BPH)

L'hygiène dans les unités de transformation et de conservation est un ensemble de mesures permettant de garantir le bon état, l'innocuité et la salubrité des aliments à toutes les étapes du processus de fabrication (Richard, 2003).

Les personnes travaillant dans l'industrie agroalimentaire ont une obligation légale et morale d'effectuer toutes les opérations de transformation d'aliments dans un environnement propre et en tenant compte des principes de base de l'hygiène. De plus, chacun a obligation de respecter les normes sanitaires dans les pratiques communes pour les établissements de traitement de la nourriture. Le maintien de l'hygiène est la responsabilité de chaque personne dans l'usine agroalimentaire, y compris les visiteurs. Si une entreprise est conforme aux règles d'hygiène il n'y a aucun souci de ce qu'il faut faire quand une inspection doit être effectuée. Toutefois, l'hygiène ne doit jamais se limiter à la conformité vis-à-vis des autorités compétentes. Elle devrait faire partie de la politique quotidienne de l'entreprise. L'hygiène est une responsabilité que chaque personne manipulant ou travaillant avec des aliments doit constamment remplir (Codex Alimentarius Commission, 2003).

#### I.2.6.1.1. L'hygiène du personnel

Il faut s'assurer de l'état de santé du personnel en procédant à des visites médicales semestrielles ou annuelles, de la propreté corporelle (propreté du corps, des mains, des ongles), de la propreté vestimentaire (port de tenue de travail, gants, coiffe, masques etc.).

Le personnel doit avoir conscience de son incidence sur l'hygiène des produits. C'est pourquoi, l'entreprise doit lui donner les moyens de comprendre, de connaître et d'appliquer les bonnes pratiques d'hygiène par le biais d'une formation appropriée. L'établissement doit comporter des installations sanitaires qui permettent l'application des règles d'hygiène par le personnel.

- Des dispositifs appropriés pour le lavage et le séchage hygiéniques des mains, notamment des lavabos munis de robinets d'eau chaude et d'eau froide.

La figure ci-après représente un dispositif pour le lavage et le séchage hygiénique des mains.

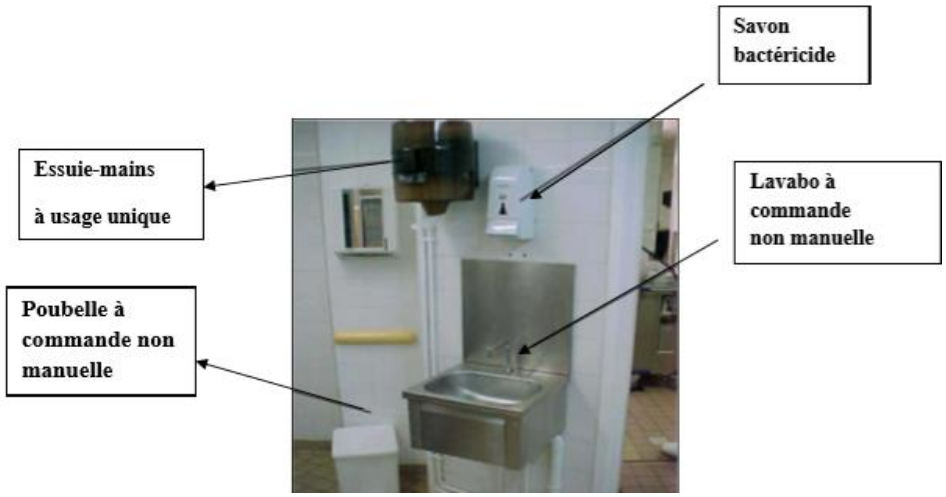



Figure 3: Un dispositif pour le lavage et le séchage hygiénique des mains (Anonyme 5, 2009)

**I.2.6.1.2. Les locaux**

Ils doivent être implantés dans un endroit approprié (hors de zones polluées, ou sujettes aux inondations, infestations), construits (murs, sols, fenêtres, portes, plafonds etc.) avec des matériaux appropriés avec une facilité d'entretien. Aussi, leur conception doit respecter la marche en avant pour éviter les contaminations croisées.

**I.2.6.1. 3. Les équipements et le matériel**

Les équipements et le matériel utilisés pour la transformation (décortiqueur, moulin, séchoirs, tamiseurs, marmites etc.) doivent être fabriqués avec des matériaux n'ayant aucun effet toxique pour l'usage auquel ils sont destinés. Au besoin, ces équipements et matériels devraient être amovible ou pouvoir être démontés afin d'en permettre l'entretien, le nettoyage, la désinfection, le contrôle et, faciliter la détection éventuelle de ravageurs. Pour les équipements de contrôle, ils devraient être conçus de manière à permettre la surveillance et le réglage des températures.

**I.2.6.1.4. Le fonctionnement**

Au niveau des entreprises, les personnes qui manipulent les aliments doivent observer un bon comportement. Ils devront éviter de fumer, de cracher, de parler, de mâcher ou manger, d'éternuer ou tousser à proximité des aliments et pendant les opérations à risques tel que le roulage. La progression et le traitement des denrées devront suivre l'ordre des locaux et respecter la marche en avant.

**I.2.6.1.5. Le nettoyage et la désinfection**

Les entreprises devront avoir un plan de nettoyage/désinfection des mains, des locaux, des équipements et du matériel en vue d'assurer la propreté. Les mains doivent être lavées régulièrement avec un produit nettoyant et désinfectant ou bactéricide, avant la prise de travail,

après contact avec des aliments et objets très contaminés, après passage aux toilettes. Concernant les locaux et les équipements, le planning devra préciser les surfaces à nettoyer, la personne chargée du nettoyage (qui), la fréquence (quand), la méthode (comment, nettoyage en 3 points ou en 6 points), les actions du nettoyage (raclage, prélavage, détergence, rinçage, désinfection, rinçage). (Codex Alimentarius Commission, 2003)

## I.3. Généralités sur les Bonnes pratiques de fabrication (BPF)

D'une manière générale, il est requis que les lieux de fabrication soient propres et que les équipements soient maintenus en bon état. Les Bonnes Pratiques s'appliquent : aux matières premières et ingrédients utilises, les procédures de fabrications, choix des équipements

### I.3.1. Respect des spécifications concernant les matières premières et les ingrédients

Les matières premières et les ingrédients utilisés dans la transformation doivent répondre aux spécifications applicables. Ils doivent être inspectés et triés avant la transformation. Seuls les matières premières et ingrédients sains, propres à la consommation devraient être utilisés.

### I.3.2. Respect des procédures de fabrication

Les étapes spécifiques de la transformation qui contribuent au contrôle des risques alimentaires tels que le traitement thermique (cuisson), le séchage, l'emballage doivent être exécutées et contrôlées efficacement. A titre d'exemple, le respect du couple temps/température adéquat est exigé pour le séchage et la cuisson. La mouture, le décorticage nécessitent des réglages corrects des matériels.

### I.3.3. Choix du matériel et des équipements conformes

Il est également conseillé de prendre en compte la qualité des matériaux utilisés (degré d'usure des disques abrasives, des marteaux, …) afin d'empêcher la contamination par des corps étrangers comme les éclats de verre ou de métaux provenant des machines, poussière, émanations nocives et substances chimiques indésirables. Eviter l'utilisation de matériaux qui sont source de contamination tels que les calebasses, les ustensiles en acier. Les équipements et matériels doivent être conformes à la réglementation relative aux matériaux destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires. Ils doivent être conçus de manière à réduire au maximum la probabilité de contamination et faciliter le nettoyage et désinfection. Les activités de maintenance ne doivent pas à leur tour entraîner de contaminations biologiques, chimiques ou physiques (Anonyme 3, 2012)

### I.3.4. Emplacement, disposition et équipement des établissements

- **L'environnement**

Les bâtiments devraient être situés loin des sources potentielles de contaminants environnementaux. Les aires environnantes devraient être entretenues et favoriser un drainage approprié, de manière à réduire le plus possible les sources de contamination potentielles (Anonyme 4, 2014).

- **Disposition de flux de travail**

Toute entreprise devrait avoir comme principe directeur « la marche en avant », afin de limiter le risque de contamination croisée directe ou indirecte. Ce principe stipule que le produit, le personnel, les matériaux, les emballages, etc. ne doivent pas effectuer le circuit en sens contraire du schéma séquentiel des étapes de fabrication d'un produit (VIGNOLA, 2002).

- **Locaux et salles**

Une usine de transformation de produits laitiers doit avoir des locaux appropriés à la fabrication de ces produits. Cela englobe la nature et la séparation des locaux, l'environnement du bâtiment, les dispositifs tels que la ventilation et l'éclairage ainsi que l'entretien général du bâtiment (VIGNOLA, 2002). Ces exigences s'appliquent aussi à l'intérieur du bâtiment : planchers, murs, plafonds, jonctions, installation de lavages des mains, bains antiseptiques, escaliers, ascenseurs, fenêtres, portes intérieurs, dispositifs d'éclairage et de ventilation, conteneurs à déchets, installations sanitaires, installation de nettoyage et d'assainissement, dispositifs et réservoirs pour l'eau, la glace et la vapeur. (VIGNOLA, 2002).

- **La marche en avant**

Le principe de la marche en avant consiste à éviter les interactions entre les intervenants sales (charge microbienne plus élevée) et ceux propres (charges microbiennes moins élevées). Le principe s'applique à tous les intervenants au niveau de la production (le personnel, le matériel, les produits, etc.). La conception des locaux doit donc être bien réfléchie, de façon à ce qu'à aucun moment les différents circuits des intervenants ne se recoupent pour provoquer l'apparition d'une contamination croisée (QUITTET et NELIS ,1999).

### I.*3.5.* Les commodités (approvisionnement en eau, qualité de l'air, éclairage).

- **Approvisionnement en eau**

L'eau utilisée pour des fins de production doit être conforme aux exigences normatives en vigueur. L'eau peut représenter entre 95 et 99 % de la solution de lavage, il est important de vérifier ses qualités microbiologiques et chimiques. Les facteurs qui influencent la qualité de l'eau sont la dureté de l'eau, le pH, la présence de minéraux métalliques (fer, manganèse) et la contamination microbiologique (VIGNOLA, 2002).

Un approvisionnement suffisant en eau potable, avec des installations appropriées pour le stockage, la distribution et le contrôle de la température, devrait être disponible chaque fois que nécessaire pour assurer la sécurité et la salubrité des produits alimentaires.

L'eau non potable doit être acheminée par des canalisations distinctes. Les canalisations d'eau non potable doivent être identifiées et ne comporter aucun raccordement ni permettre un reflux dans les conduites d'eau potable (Codex Alimentarius, 2005).

- **Qualité de l'air et ventilation**

Une ventilation adéquate naturelle ou mécanique devrait être prévue, en particulier pour :

- Minimiser la contamination d'origine atmosphérique des produits alimentaires ;
- Contrôler la température ambiante ;
- Eviter les odeurs susceptibles d'affecter la comestibilité des aliments ;
- Empêcher l'humidité, s'il y a lieu, afin de garantir la sécurité et la salubrité des aliments.

Les dispositifs de ventilation devraient être conçus et construits de telle manière que le courant d'air n'aille jamais d'une zone contaminée vers une zone propre, et qu'au besoin ils puissent être convenablement entretenus et nettoyés (ISO/TS 22002-1, 2009).

- **Eclairage**

L'éclairage revêt une importance dans la maîtrise de l'hygiène afin de permettre au moins une bonne visualisation. Ainsi dans les endroits nécessitant une attention accrue de la part du personnel exécutant ou d'entretien, un éclairage approprié doit être installé de façon homogène en évitant les phénomènes d'éblouissement (VIGNOLA, 2002). Les dispositifs d'éclairage doivent, dans les locaux d'entreposage des matières premières et de transformation, être

protégés de façon à empêcher la contamination des aliments en cas de bris (Codex Alimentarius, 2005).

L'éclairage doit être correct pour les postes de travail :

540 LUX pour les postes d'observation des produits.

220 LUX pour les salles de fabrication.

110 LUX pour les autres locaux. (Codex Alimentarius, 2003).

- **Les mesures de sécurité et santé du personnel**

Il est a noté que la sécurité et la santé du personnel doit être assuré par des mesures de préventions appropriées, avec le préalable de l'évaluation des risques, on peut réduire toutes ces nuisances et diminuer fortement les risques professionnels dans les industries laitières :

- Organisation et aménagement de l'environnement du travail (aides mécaniques à la manipulation, postes de travail et machines ergonomiques, revêtements de sol antidérapants, etc.).
- Mesures de prévention collectives et individuelles (ventilation et insonorisation, etc.).
- Respect des mesures d'hygiène collectives et individuelles.
- Port d'équipements de protection individuelle appropriés (masques, chaussures, vêtements, et gants de sécurité, etc.).
- Education sanitaire et formation des employés (Anonyme 8, 2012).

### I.3.6. Evacuation des déchets et drainage

Des systèmes pour l'identification, la collecte, l'évacuation et l'élimination des déchets doivent être mis en place pour empêcher la contamination des produits. Les systèmes d'écoulement doivent être conçus, construits et implantés de manière à éviter le risque de contamination des matériaux ou des produits. Aucun écoulement ne doit avoir lieu d'une zone contaminée vers une zone propre (ISO/TS 22002-1, 2009).



**Figure 4 : Local d'entreposage des déchets (Anonyme 5, 2003)**

**I.3.7**. Lutte contre les nuisibles ***:***

Les nuisibles, ravageurs ou vermines sont les animaux indésirables capables de contaminer directement ou indirectement les aliments, tels que les rongeurs (les rats, les souris, …etc.), les insectes (les mouches, les fourmis, les cafards, …etc.) et les oiseaux. Leur présence dans une industrie constitue un risque important de contamination des denrées alimentaires. Des mesures efficaces doivent donc être prises pour empêcher toute pénétration ou installation des nuisibles dans les locaux (QUITTET et NELIS, 1999).

D'après VIGNOLA (2002), l'élimination des insectes et des rongeurs est une tâche quotidienne, son efficacité dépend du respect de trois grandes règles :

- Empêcher l'accès : portes bien ajustées, fenêtres avec moustiquaires, installation de rideaux d'air, aucune ouverture dans les murs ou planchers, etc. ;
- Éliminer les refuges et les sources de nourriture : propreté à l'intérieur et à l'extérieur de l'usine, aucun entreposage au sol, pas d'aliments non emballés, etc. ;
- Tuer sans délai et sans relâche tout insecte présent dans l'usine.

### I.3.8. La gestion des approvisionnements

Un processus doit être défini pour la sélection, l'approbation et la surveillance des fournisseurs. Le processus utilisé doit être justifié par l'évaluation des dangers, comprenant le(s) risque(s)potentiel(s) pour le produit fini. Les matériaux doivent être inspectés, analysés ou accompagnés d'un certificat d'analyse afin de pouvoir en vérifier la conformité aux exigences spécifiées, que ce soit avant réception ou avant utilisation. La méthode de vérification doit être documentée (SCALABRINO, 2006).

### I.3.9. Le conditionnement

La conception et les matériaux d'emballage doivent assurer une protection adéquate des produits afin de réduire au minimum la contamination, empêcher les dégâts et permettre un étiquetage adéquat. (JEANTET et al. 2006).

Maîtrise des opérations technologiques

Une maîtrise appropriée du temps et de la température doit être assurée.

En fonction de la nature des opérations entreprises par rapport aux denrées alimentaires, des dispositifs adéquats doivent être disponibles pour le traitement thermique, la réfrigération et la surgélation des denrées alimentaires (Codex Alimentarius 2005).

### I.3.10. Traçabilité et rappel des produits

- **Traçabilité**

Afin de mieux gérer les risques en termes de sécurité sanitaire des aliments, le règlement CE n° 178/2002 soumet les professionnels à l'obligation de traçabilité.

Les obligations minimales qui leurs sont imposées sont les suivantes :

- Être en mesure d'identifier leurs fournisseurs et leurs clients respectivement d'un produit fourni et d'un produit livré ;
- Disposer « de système et de procédures permettant de mettre ces informations à la disposition des autorités compétente, à la demande de celle-ci ;
- Étiqueter ou identifier de façon adéquate les produits laitiers mis sur le marché pour faciliter leur traçabilité (SCALABRINO, 2006).

- **Rappel des produits**

Les mesures conservatoires comportant le retrait des produits des circuits commerciaux sont prises, en général, par les autorités publiques, dans le cadre des contrôles officiels menés régulièrement au niveau des différents opérateurs de la chaîne alimentaire ou au niveau des frontières, suite au constat par ces autorités de non-conformité aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur sanctionné également par ce type de mesure (HARAMI, 2009). Alimentarius 2005).

### I.3.11. Information sur les produits et sensibilisation des consommateurs

Les informations doivent être présentées aux consommateurs de manière qu'ils puissent comprendre leur importance et effectuer des choix en connaissance de cause.

Les informations peuvent être fournies par l'étiquetage ou d'autres moyens, tels que des sites internet d'entreprise et des messages publicitaires, et peuvent inclure des instructions d'entreposage, de préparation et d'utilisation applicables au produit

Les associations des consommateurs et les médias jouent un rôle important dans l'information et la sensibilisation des consommateurs (ISO 22002-1, 2009)

## I.4. Généralités sur le système HACCP

### I.4.1. Origine du système HACCP

Le HACCP, de son origine anglaise (Hasard Analysis Critical Control Point) traduite en français par : Analyse des Dangers et Maîtrise des Points Critiques, est une démarche systématique et rationnelle pour la maîtrise des dangers afin de garantir la sécurité d'un produit. Elle repose sur un principe simple : « Mieux vaut prévenir que guérir… ». En outre, l'application du système HACCP peut aider les autorités responsables de la réglementation dans leur tâche d'inspection et favoriser le commerce international en renforçant la confiance dans la salubrité et la sécurité des aliments (Yassine El Ammari, 2015).

### I.4.2. Objectifs du système HACCP

Le système HACCP est un système préventif qui vise à garantir la sécurité et la qualité de toutes les denrées alimentaires, et ce à un moment où il est nécessaire de fournir au consommateur des produits de qualité irréprochable, en évitant ainsi tout effet néfaste sur leur santé. Le HACCP vise à :

- Identifier tout danger de nature biologique, physique ou chimique, que pourrait présenter un produit alimentaire lors de sa consommation ;
- Définir les moyens nécessaires à la maîtrise de ces dangers et s'assurer que ces moyens sont efficacement mis en œuvre et sont efficaces (AIT OUAHIOUNE, 2016)

### I.4.3. Avantages du système HACCP

En s'appuyant sur la compétence technique des professionnels et leurs responsabilités, la méthode HACCP procure les avantages suivants :

- Améliorer la qualité ;
- Répondre aux exigences du client ;
- Renforcer son système d'assurance qualité ;
- Réduire les coûts et gaspillage ;

- Maintenir la sécurité des conditions de travail ;
- Répondre à un problème ponctuel (AIT OUAHIOUNE, 2016).

### I.4.4. Principes du système HACCP

Le système HACCP peut être appliqué de la production primaire jusqu'à la consommation et sa mise en application doit être guidée par des preuves scientifiques de risques pour la santé humaine. D'après Khadidja (2020) ; (Bourkhiss et al. (2018), le système HACCP consiste à suivre sept principes :

- Identifier les dangers associés à une production alimentaire.
- Détermination des points critiques pour la maîtrise de ces dangers (CCP : Critical Control Points).
- Etablir les limites critiques dont le respect atteste de la maîtrise effective des CCP.
  Etablir un système de surveillance permettant de s'assurer de la maîtrise effective des CCP.
- Etablir des actions correctives.
- Etablir des procédures pour la vérification, destinées à confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement.
- Etablir un système documentaire.

### I.4.5. Les étapes du système HACCP

L'application des principes HACCP consiste en l'exécution des tâches ou des étapes suivantes :

- Créer une équipe HACCP ;
- Décrire le produit (ou le groupe de produits) ;
- Définir les utilisateurs du produit ;
- Elaborer le diagramme de fabrication du produit ;
- Confirmation du diagramme de fabrication sur site ;
- Analyser les dangers ;
- Identifier les points critiques afin de minimiser ou d'éliminer tous les risques ou dangers associés à la fabrication et à la distribution (un point critique est une étape, un point, une matière, une procédure ou une opération ou un risque inacceptable, qui peut être éliminé ou réduit) ;
- Etablir les limites critiques à respecter ;

- Etablir un système de surveillance des points critiques paramètres physiques tels que le PH, l'humidité relative, les paramètres microbiologiques (normes) et/ou sensoriels (goût, odeurs) ;
- Définir un plan d'actions correctives en cas de défaillance ;
- Etablir un plan HACCP ;
- Mettre en place un système documentaire (procédure d'enregistrement des résultats et des mesures correctives) ;
- Vérifier périodiquement les procédures ;
- Réaliser périodiquement une revue du système, et à chaque fois qu'un élément nouveau le justifie.

**La description des étapes de mise en œuvre du système HACCP**

**1. La création de l'équipe HACCP**

Pour créer les conditions nécessaires pour la mise en œuvre du système HACCP et élaborer le manuel, l'unité doit constituer une équipe HACCP pluridisciplinaire, comprenant des personnes travaillant à l'entreprise et des experts ou professionnels de différentes disciplines (technologie Alimentaire, microbiologiste, etc.) pour accompagner le processus. Comme membre de l'équipe HACCP, on doit avoir un Manager de la qualité, un responsable de la qualité. La mise en place de l'équipe HACCP nécessite de désigner un pilote et des acteurs possédant les compétences nécessaires. Le système HACCP implique la constitution d'une équipe formée à la démarche HACCP, elle comprend les membres suivants :

- Le Directeur de l'usine, qui doit coordonner les actions et les mener à leur terme par son engagement ;
- Le responsable de la production ;
- Le responsable de la maintenance ;
- Le responsable qualité :
- Le responsable du laboratoire de microbiologie et /ou physico-chimie.

De même, On peut faire appel en cas de besoin à des intervenants extérieurs, occasionnellement, à des compétences supplémentaires (AIT OUAHIOUNE, 2016).

L'équipe HACCP devra être formée aux bonnes pratiques d'hygiènes et de fabrication ainsi qu'à l'application du système HACCP et de la traçabilité.

**2. La description du produit**

Il s'agit de définir précisément les caractéristiques du produit fini c'est-à-dire sa composition en matières premières et ingrédients, ses propriétés physico-chimiques, son emballage et son conditionnement, les conditions de préparation et les traitements subis, les conditions de stockage et de distribution, les conditions et durée de conservation ou de vie. En l'absence de normes pour certains produits céréaliers, une analyse du produit devra être réalisée pour définir les caractéristiques du produit fini.

**3. L'utilisation du produit fabriqué**

Les modalités d'utilisation du produit fini doivent être décrites. Aussi, le type de clientèle doit être défini de même que les modes distribution et systèmes de commercialisation.

**4. Le diagramme de fabrication**

Il s'agit de définir les séquences des étapes de la transformation depuis la réception de la matière première jusqu'à l'expédition du produit fini en incluant tous les intrants y compris l'eau et la vapeur, les matériaux d'emballages. Les températures et les temps de traitement des opérations devront être précisés. Un plan de l'atelier de production devra être fait avec l'emplacement des équipements, des locaux et les circuits du personnel et des produits.

**5. Confirmation du ou des diagrammes de fabrication du site**

Les responsables qualité et les membres de l'équipe HACCP devront minutieusement vérifier sur site le diagramme de fabrication pour le compléter par des informations relatives aux paramètres technologiques (durée, température, humidité etc.).

**6. Analyse des dangers liés à la fabrication des jus**

L'analyse des dangers liés à la fabrication du jus consiste à identifier les dangers réels ou potentiels qui pourraient menacer la santé du consommateur ou la qualité marchande des produits finis pour chaque étape de la fabrication. Ces dangers sont analysés au niveau de la matière première ou des ingrédients (suite à une mauvaise qualité), des procédés (suite à une défaillance de l'équipement ou des méthodes de fabrication) et du produit fini et son utilisation, en précisant les causes possibles de l'introduction de la contamination ou sa survie (matériel, main d'œuvre, milieu, méthode, matière).

Ces dangers peuvent être de nature diverse :

- **Dangers Chimiques**

Ces dangers proviennent des produits chimiques (phytosanitaires et d'entretien) se trouvant dans les aliments à une certaine concentration ou seuil pouvant être dangereuse sur la santé des consommateurs. Le risque de contamination des aliments par ce type de danger peut survenir de manière différentes : par l'environnement (air, sol, eau), utilisation intentionnelle d'agents chimiques comme les pesticides et les médicaments vétérinaires, par les procédés de fabrication et les substances utilisées en technologie alimentaire comme les additifs alimentaires. Les contaminants chimiques peuvent aussi provenir par des résidus de nettoyage et désinfection, les lubrifiants, des métaux lourds (Khadidja, 2020). S'il s'agit des métaux lourds qui se présentent dans le produit fini, même à faible dose ces derniers résultent une toxicité à long terme pour l'homme. C'est le cas du cadmium, du mercure, du plomb et de l'arsenic, toxiques (Yamina, 2014).

- **Dangers physiques**

Ce sont des dangers provenant de l'introduction des corps étrangers dans un produit et peuvent être principalement liées à la matière première lors des pratiques agricoles (morceaux de bois, verre, métal, cheveux, sable, résidus d'insectes, matériaux d'emballages, agrafes, les clous, échardes de bois, verres et autres). Comme pour les résidus toxiques, les matières premières permettent de constituer de corps étrangers pouvant être retrouvés dans les produits finis. Un procédé de fabrication constitue également la source de contamination des corps étranges (bris de lames, boulons, pierres de voûte de four…) (Richard et al, 2013).

La maitrise de ces dangers physiques lors de la transformation (verre, pierres, plastique, bois, cadavres d'insectes, pointe de couteau, cheveux, poils et objets personnels) est assurée par la filtration en utilisant les tamis de tailles très réduite (inferieur ou égale à 2mm). Lorsque ces corps étrangers continuent à subsister dans le produit fini ; ils peuvent provoquer des perturbations corporelles.

- **Dangers Microbiologiques**

Les dangers microbiologiques sont liés à la contamination d'un produit par les germes bactériens ou flore d'altération comme les virus, les parasites, les moisissures ou agents biologiques, la survie et le développement des microorganismes présentant des toxines qui peuvent altérer un produit ou qui peuvent induire chez le consommateur initialement en bonne santé des troubles de nature très diverse (Yamina, 2014). L'introduction des microorganismes dans les aliments peut provenir de l'environnement, des pratiques sanitaires inadéquates ou d'une contamination croisée qui survient durant le transport, la manipulation, la transformation et l'entreposage par exemple les mauvaises pratiques d'hygiène alimentaire. Compte tenu des différents types de contaminations microbiologiques nous pouvons distinguer certains microorganismes fréquemment rencontrés dans les aliments : les staphylocoques, Escherichia coli, les streptocoques, levures et moisissures, les clostridies, les coliformes, les salmonelles et Shigella (Guiraud, 2003).

- **Bactéries pathogènes des jus.**

**a. Flore aérobie mésophile totale**

Le dénombrement de la flore totale permet d'avoir une idée du niveau d'insalubrité d'un produit alimentaire. Sa température optimale de croissance se situe entre 25 et 30°C. La flore aérobie mésophile regroupe les germes banals et les pathogènes. Pour son évaluation, il existe plusieurs techniques : comptage par observation directe, par dénombrement sur milieu solide ou par technique de nombre le plus probable (Rachidatou et Tokpo, 2011).

**b. Levures et moisissures**

Ce sont des champignons microscopiques qui sont généralement impliqués dans l'altération des produits alimentaires. Cependant, il existe des souches dites technologiques qui rentrent dans les préparations. On les qualifie de souches utiles contrairement aux pathogènes qui sont des microorganismes indésirables. La contamination des aliments par ces germes est parfois inévitable car on les rencontre pratiquement sur les végétaux, les graines, les fruits et leurs dérivés.

L'altération causée par ces germes indésirables entraîne une modification de la valeur nutritionnelle et organoleptique par l'apparition de mauvaise flaveur. Leur température optimale de croissance est de 25°C et leur culture se fait sur des milieux gélosés incorporés d'antibiotique. Les levures se présentent sous forme de colonies crémeuses blanchâtres ou non alors que les moisissures sont des colonies d'aspect poudreux (Rachidatou et Tokpo, 2011).

**c. Entérobactéries**

Les Entérobactéries sont des bacilles Gram négatif facultatifs retrouvés partout dans le sol, dans l'eau et surtout dans l'intestin de l'homme et des animaux. Elles comprennent un nombre très élevé de genres et d'espèces. Leur abondance dans l'intestin, leur mobilité, la rapidité de leur multiplication et l'acquisition fréquente de mécanismes de résistance aux antibiotiques expliquent qu'elles soient les bactéries les plus souvent impliquées en pathologie infectieuse humaine surtout en milieu hospitalier. Elles peuvent être saprophytes, commensales ou pathogènes. Le cas d'Escherichia coli est typique puisque cette bactérie est retrouvée dans les eaux souvent en provenance d'une contamination fécale, de l'intestin et certains Escherichia coli sont pathogènes chez l'homme ou l'animal. Leur température optimale de croissance est de 37°C.

Les coliformes fécaux sont des indicateurs d'une contamination récente ou constante, d'origine fécale humaine ou animale. Escherichia. Coli est un indicateur plus spécifique d'une contamination fécale que le groupe des coliformes fécaux (Rachidatou et Tokpo, 2011).

**d. Staphylococcus aureus**

Ils représentent un risque pour la santé publique parce que certaines espèces sont productrices de toxines thermostables dont l'ingestion provoque une toxiinfection à staphylocoque (Rachidatou et Tokpo, 2011). Leur recherche se fait à 37°C sur des milieux spécifiques dont le milieu Baird Parker**.**

**7. Identification des points critiques et détermination des mesures préventives**

Une fois les dangers analysés, leur niveau d'apparition pendant la fabrication et leur cause identifiés, on procède à l'évaluation de chaque étape du diagramme de fabrication pour savoir si c'est un point critique ou non, et ce pour chaque danger.

Un point critique est une étape, un point, une matière, une procédure ou une opération où un risque inacceptable peut être éliminé ou réduit. La détermination des points critiques permet de définir les mesures préventives.

Pour l'identification des points critiques, l'équipe HACCP devra utiliser l'arbre de décision du Codex Alimentarius et qui est présenté à la figure ci-après.

**8. Etablissement des limites critiques à respecter**

Il s'agit de définir les limites critiques pour chaque étape considérée critique. Le principe est de se conformer à la réglementation en vigueur sur les marchés visés. Cependant, certains

partenaires commerciaux peuvent également imposer des exigences spécifiques, qui sont tout à fait autorisées dans le cadre de contrats privés, mais qui sont parfois plus exigeantes que la réglementation. Cette étape pose souvent des problèmes en Afrique lorsque les produits sont destinés aux marchés nationaux en raison de l'absence de normes ou de données sur les caractéristiques du produit et les limites acceptables. Cette absence de norme conduit très souvent à l'adoption des normes de pays développés, ou encore des normes internationales.

Autant que possible les limites critiques doivent être choisies de façon que leur dépassement indique le glissement vers une zone dangereuse, mais bien avant l'apparition du danger. Il est préférable que ces valeurs-cibles à définir soient discutées avec les services compétents en fonction des types d'entreprises et des marchés visés. Ces valeurs cibles peuvent être révisées au fur et à mesure de l'évolution du contexte afin d'améliorer progressivement la qualité du produit.

**9. Définition d'un système de surveillance**

Le principe est de définir des observations et des analyses programmées qui permettent de vérifier que les points critiques sont maîtrisés et que les limites critiques ne sont pas dépassées. Les méthodes d'analyses à utiliser sont des méthodes reconnues pour le contrôle des produits céréaliers. Ces méthodes et ses observations devront être décrites en détails. Pour les petites entreprises, il est important de tenir compte des moyens disponibles (humains, matériels et financiers) et privilégier des méthodes simples et rapides (visuelles ou gustatives, mesures simples de température, de pH etc.) lesquelles pourront être complétées par des analyses microbiologiques en cas de doute ou pour vérifier périodiquement les résultats des procédures retenues.

**10. Définition des actions correctives en cas de défaillance**

Il s'agit de décrire les actions à entreprendre lorsque le système de surveillance a permis de déceler un dépassement des limites critiques fixées (méthodes pour rétablir la maîtrise des points critiques, le devenir des produits…).

**11. Etablir un plan HACCP**

Le plan HACCP est résumé dans un tableau synthétique. Il comporte toutes les informations relatives aux diverses étapes de fabrication du produit, les causes des dangers aux étapes du processus de production, les mesures préventives, les procédures de surveillance, les enregistrements etc.

### 12. Mise en place d'un système de documentation et d'enregistrement

Il s'agit de constituer un dossier dans lequel figureront la documentation relative au plan HACCP comprenant la documentation de base, toutes les procédures, toutes les méthodes, les formations des employés, tous les enregistrements liés à la surveillance des CCP, des vérifications, des actions correctives.

### 13. Vérifier périodiquement les procédures

La démarche HACCP prévoit des procédures de vérification périodiques qui doivent être enregistrées. Cette vérification périodique peut être faite annuellement. Elle consistera à l'examen des résultats d'analyses, des enregistrements, les audits et les enquêtes auprès des clients etc.).

### 14. Réaliser périodiquement une revue du système HACCP

La direction doit, à intervalles programmés, revoir le système de management de la sécurité des denrées alimentaires de l'organisme pour garantir qu'il demeure pertinent, adéquat et efficace. Les enregistrements des revues doivent être conservés (Khadidja, 2020 ; OMS, 1999; Jirathana, 1998).

# CHAPITRE II : ACTIVITES DE SAFIBU

## II.1. Présentation de l'usine : SAFIBU

SAFI BUSINESS COMPANY est une société artisanale de production et de Commercialisation de jus naturel de fruits, des tubercules du nom de gingembre située en Province BUJUMBURA MAIRIE dans le quartier de CARAMA1, avenue Mukundanya au numéro 10 plus précisément dans la zone KINAMA.

La Société SAFI BUSINESS COMPANY a été créée en 2017 et est aujourd'hui à sa 6eme année d'existence. Elle s'est engagée à contribuer dans le développement de la chaine de valeur de maracuja, ananas à travers la transformation des fruits de maracuja et ananas en nectar et sirop pour le premier et seulement en nectar pour le deuxième.

La société transforme en même temps des céréales telles que le maïs, le blé, le sorgho, le riz et le sésame. Ce mélange permet au produit fini d'avoir une meilleure qualité organoleptique, donc appréciable par les consommateurs.

Elle met en œuvre ses activités de production en collaboration étroite avec le Bureau burundais de normalisation (BBN) dans l'unique souci de travailler selon les normes en vigueur à des fins de mettre à la disposition de ses clients des produits de qualité indéniable. Les nectars de maracuja et d'ananas ainsi que les sirops forts de maracuja sont certifiés par le BBN.

## II.2. Transformation et valorisation du gingembre en jus : cas du SAFI TANGAZI

### II.2.1. Matériel de production

Le matériel utilisé à la SAFIBU au cours de la production du jus est constitué par :

- Une machine artisanale pour le broyage ;
- Des seaux en plastiques pour la récupération de l'eau de lavage, du jus lors du remplissage dans les cuves de préparation voire même lors de l'embouteillage ;
- Des bassins pour le lavage, la récupération du gingembre broyé ;
- Des tamis pour filtrer les mélanges lors de la transformation du jus et lors de son conditionnement ;
- Des capsuleuses avec cire de sécurité pour la fermeture des bouteilles ;
- Des bouteilles en plastique pour le conditionnement des jus ;
- Des marmites de cuissons servant à cuire les mélanges ;
- Des bagages en plastiques servant à la fermentation du mélange ;

- Des cartons contenant les bouteilles au nombre de 24 pour son conditionnement et son stockage.

### II.2.2. Matière première et ingrédients utilisés

- Eau
- Gingembre
  Thé vert
- Thym
- Romarin
- Sucre
- Miel
- Sweetner
- Benzoate
- Acide citrique

### II.2.3. Description des principales opérations unitaires de fabrication au sein de l'usine

L'objectif de la transformation dès les rhizomes est de produire le jus qui peut se conserver pendant une durée plus ou moins longue, mais obtenir un produit de bonne qualité gustative. La réception de la matière première constitue la première étape du processus de toute unité de transformation. Il s'agit d'une méthode conventionnelle propre à l'unité de production. Ces derniers diffèrent au niveau des additifs et auxiliaires de fabrication qui entrent dans leurs compositions au cours de la production. L'obtention de jus des rhizomes de gingembre prêts à consommer nécessite une succession d'opérations unitaires qui doivent être optimisées pour assurer un niveau de production suffisant sans nuire ni à la qualité, ni à la sécurité. La fabrication de jus passe par des grandes étapes successives de la production.
Les opérations unitaires intervenant dans le processus de transformations du gingembre sont les suivantes :

#### a. Lavage

Le lavage consiste à laver les rhizomes de gingembre exclusivement avec l'eau propre. Ainsi, les rhizomes subissent un lavage par des mains dans des bassins contenant de l'eau, l'opération nécessite un temps de lavage (en fonction du degré de saleté) pour enlever les poussières, sables, cailloux, feuilles mortes. Un nettoyage préalable du gingembre avec de l'eau permet d'enlever les souillures. Le gingembre est lavé dans des bassins en plastique.

**b. Broyage**

Le broyage consiste à réduire la taille du gingembre pour faciliter l'extraction du jus pendant le pressage **(SAFIBU, 2022).** C'est une opération importante car elle permet de libérer le jus des rhizomes. Elle se fait grâce à une machine artisanale″ broyeur‟. Le broyeur est en inox afin d'éviter des contaminations. La société est dans le processus de chercher une machine qui sera capable de sortir le liquide juteux à part sans être mêler avec les résidus.

c. **Mélange du gingembre broyé avec le liquide contenant le thé, le pré-mix et le sucre**

On procède au mélange (par ajout de l'eau pour faciliter l'extraction du jus) suivi de cuisson jusqu' à l'ébullition et on le verse dans le mélange du thé et du sucre préparé dans l'eau avant ; remplis dans un bagage et le pressage pour extraire presque en totalité le jus brut. Ensuite on ajoute des additifs auxiliaires sucrés (sucrage) et conservatrices (conservateurs) et on remue bien le mélange. Le jus est après conditionné dans les bouteilles et capsulées. Les bouteilles de jus sont enfin étiquetées suivi de la mise en conserve dans des cartons

**d. Cuisson**

Pendant une durée t et en fonction de la quantité et la température. L'objectif de cette opération est d'obtenir un gingembre plus tendre avec un goût moins piquant. Elle consiste à cuire des ingrédients qu'on utilise lors de la transformation du jus, mais aussi du gingembre.

**e. Pressage**

Le pressage consiste à exercer une force physique à un mélange pâteux du gingembre broyé et cuit permettant d'extraire le liquide juteux à l'aide des mains suivi de la filtration. La SAFIBU devrait acheter une presse pour faciliter la tâche et en vue de gagner le temps. Également cette machine doit être conçue en métal inoxydable pour la prévention des contaminations provenant de la rouille.

**f. Tamisage**

Il se fait à l'aide d'un tamis ayant les mêmes caractéristiques qu'une passoire, avec des mailles de dimensions très faibles (le diamètre est inférieur à 1 mm). En effet les fines poussières ou folles bagasses ainsi que les grosses impuretés sont retenues. Cette opération permet d'éliminant les impuretés.

### g. Ajout des additifs

Ensuite on ajoute des additifs auxiliaires sucrés (sucrage) et conservatrices (conservateurs) et on remue bien le mélange.

### h. Conditionnement

Il consiste à mettre les jus dans les bouteilles en plastiques de 33cl à l'aide d'un entonnoir et d'un tamis. Les bouteilles sont remplies à l'air ambiant alors que cette opération devrait se faire dans un milieu aseptique pour éviter de contaminations.

### i. Capsulage

Le capsulage consiste à fermer étanchement les bouteilles du jus pasteurisé à l'aide d'une capsuleuse ou d'une cire de sécurité.

### j. Etiquetage

L'étiquetage consiste à coller les étiquettes sur les bouteilles afin de mettre les jus dans un carton de 24 bouteilles. Ces opérations unitaires sont insuffisantes pour favoriser la conservation ni de la qualité organoleptique ni nutritionnelle d'un tel jus. La pasteurisation, appertisation seraient indispensables pour inhiber le développement des microorganismes en vue de garantir sa qualité et de le stabiliser.

### k. Stockage

Après l'étiquetage, on passe au stockage du jus avant d'être livré aux consommateurs.

N.B : Normalement on devrait faire la pasteurisation du jus avant le conditionnement afin d'inhiber des microorganismes pathogènes. Par contre ceci n'est pas pratiqué dans cette unité de transformation.

### II.2.4. Synthèse des opérations de fabrication

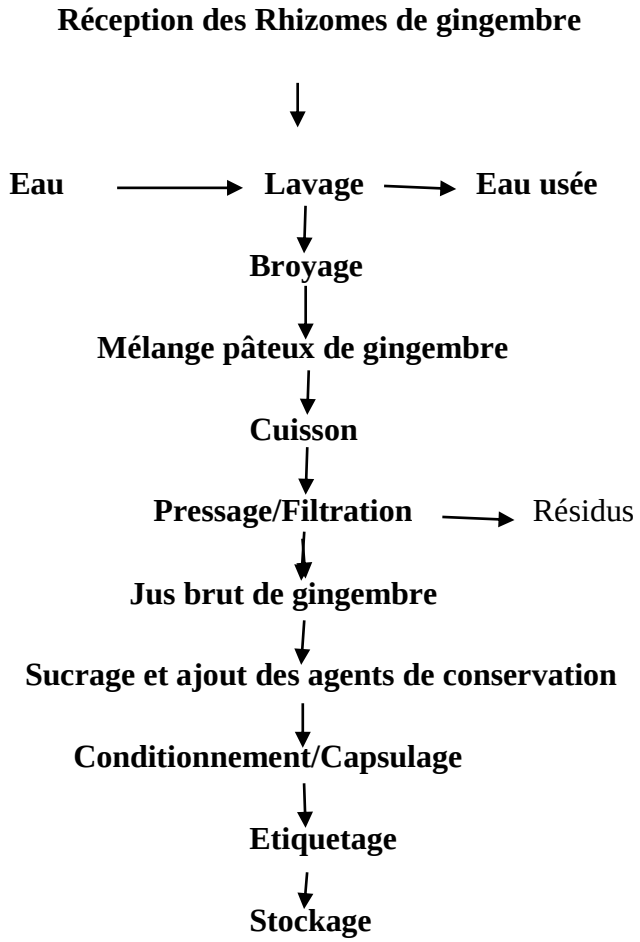



Figure 5 : Diagramme de fabrication de jus de gingembre (Source : Etudiant lui-même)

# CHAPITRE III. MATERIEL ET METHODES

La présente étude a été réalisé à 4 étapes à savoir : l'observation, le diagramme d'ISHIKAWA tout en décrivant les opérations unitaires de production du jus, la proposition du système HACCP et enfin l'utilisation de l'arbre de décision ; en identifiant, analysant les dangers et en évaluant leur acceptabilité, en identifiant les points critiques pour la maitrise de ces dangers et une analyse physico-chimique et microbiologique afin d'évaluer la qualité hygiénique du jus produit.

## III.1. Observation

Dans le contexte de mener une étude qualitative au niveau des pré-requis et au niveau des bonnes pratiques au sein de l'usine de SAFIBU, je me suis servi de l'observation durant toute une chaine de production. J'ai adopté une méthode d'observation dite « non participative », donc je ne faisais pas parti du cadre social de la société observée, ce qui m'a permis d'analyser tous les phénomènes dans leurs authenticités.

## III.2. Protocole de la mise en œuvre du système HACCP

Le système HACCP (Analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise) a pour objectif d'identifier tout aspect de l'activité qui est déterminant pour la sécurité des produits et de veiller à ce que des procédures de sécurité appropriées soient établies et mises en œuvre pour éviter ces risques. Dans mon travail je me suis servis du protocole de mise en œuvre dudit principe tout en comparant ce qui est prescrit spécifiquement pour l'usine SAFIBU et aux observations et ainsi, je parvenais à détecter les probables dangers chimiques, physiques et biologiques pouvant faciliter la contamination des jus et proposais des limites à ne pas dépasser selon les normes de transformation des jus, des mesures de surveillances et des actions correctives.

## III.3 Diagramme d'Ishikawa.

Dans le but d'identifier l'ensemble des causes qui ont une influence, plus ou moins directe sur les probables dangers identifiés dans l'usine de SAFIBU, je me suis aussi servi du diagramme d'Ishikawa où j'observais la Méthodologie, la Matière première, la Main d'œuvre, le Milieu et le Matériel comme sources de contamination des jus. Au niveau de la matière première il convient d'observer s'il y a des précautions prises pour empêcher que les rhizomes de gingembre ne présentent pas même de danger comme des pourrissements, des résidus de pesticides, des souillures, etc.

Au niveau de la main d'œuvre, il s'agit d'observer la mise en œuvre des bonnes pratiques d'hygiène et des bonnes pratiques de manufacture ; et ainsi voir si le personnel ne constitue pas lui-même une source de contamination. L'observation concernait aussi l'adéquation du matériel et équipement, son état des lieux, son système de nettoyage et de désinfection. Dans le milieu du travail, l'observation portais sur l'aération, l'éclairage, le drainage, l'état des lieux aux niveau du système d'évacuation des eaux, l'entretien des alentours, la lutte contre les nuisibles, etc.

### III.4. Arbre de décision.

Pour déterminer les CCP, je me suis servi d'un arbre de décision spécifique à la démarche HACCP, qui indique une approche de raisonnement logique. Il s'agit d'une série systématique de quatre questions conçues pour estimer objectivement si une étape donnée est un point critique ou pas.

La figure mentionnée en annexe nous montre les différentes questions constituants l'arbre de décision qui m'ont permis de déterminer les CCP en se posant ces mêmes questions à chaque étape où on a identifié les dangers.

# CHAPITRE IV. PRESENTATION ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

## IV.1. Résultats des programmes pré-requis au sein de la SAFIBU : Analyse des dangers et contrôle des points critique dans la production du jus de gingembre au sein de la SAFIBU.

### IV.1.1. Objectif du travail

Ce travail a pour objectif d'analyser les dangers et contrôler les points critiques durant la production du jus au gingembre au sein de la SAFIBU pour corriger, améliorer et réduire les défauts du produit tout en se servant des programmes pré- requis au système HACCP en vérifiant les BPH et BPF au sein de la chaîne de fabrication du jus.

### IV.1.2 Résultats obtenus

#### IV.1.2.1. Extérieur des bâtiments

L'évaluation de l'état extérieur de l'usine de la SAFIBU est indiquée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Evaluation de l'état de l'extérieur de la SAFIBU

| Critère à évaluer | Situation actuelle | Exigence | Mesure à prendre |
|---|---|---|---|
| Emplacement de l'usine. | Zone urbaine, à proximité d'une route avec même de la boue.<br><br>Les bâtiments ne sont pas conçus de façon de ne pas éviter la pénétration des éléments étrangers tels que les microorganismes, les poussières etc. Ce qui peut conduire à une fermentation sauvage provenant des microorganismes de l'air. | Emplacement adéquat de l'usine. | Faire le pavage de la route pour une amélioration de l'hygiène |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Construction et entretien externe du bâtiment. | Présence de caniveaux tout autour de la route qui peuvent contenir des eaux usées<br><br>Le toit, les murs et les portes en état critique, les prises d'air et fenêtres sans moustiquaires | Bonne construction et très bon entretien externe du bâtiment. | Réhabiliter le bâtiment |
| Drainage des sols. | Présence des étangs d'eau dans la cour de l'usine | Drainage efficace des sols. | Mettre en place des canaux de drainage |

### IV.1.2.2 Disposition du flux de travail

Tableau 3: Evaluation de la disposition des flux de travail

| **Critère à évaluer** | **Situation actuelle** | **Exigence** | **Mesure à prendre** |
|---|---|---|---|
| Séparation du secteur de production | Les secteurs d'activité sont séparés selon la conception de l'usine mais cette séparation n'est pas respectée.<br><br>Pas des lieux appropriés de réception de la matière première, de cuisson voire même de conditionnement. | Séparation des secteurs propres et des secteurs souillés. | Former le personnel de l'usine sur les bonnes pratiques d'hygiène et aménager les lieux de traitement |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Circulation dans l'usine | Le schéma de la circulation en avant est respecté à moindre mesure.<br>La circulation du personnel de l'usine n'est pas limitée alors qu'on a un grand nombre. | Circulation limitée et accessibilité aux seuls employés travaillant dans le domaine de transformation de ce jus. | Limiter l'accessibilité dans l'usine et aussi la circulation des employés qui n'est pas du domaine. |
| Acheminement des produits. | Les jus sont livrés aux consommateurs sans voir si réellement sont consommables et sans subir une pasteurisation. | Faire la pasteurisation des jus afin d'inhiber le développement des microorganismes. | Exiger le conditionnement dans des bouteilles pasteurisées |
| Outils de travail et ustensiles de nettoyage. | Les outils ne sont pas conçus d'une manière adéquate. | Outils de travail et ustensiles particuliers pour chaque chaîne de production. | Equiper l'usine par des nouveaux équipements . |

### IV.1.2.3. Locaux et salles

Tableau 4: Evaluation de l'état des locaux et salles

| **Critère à évaluer** | **Situation actuelle** | **Exigence** | **Mesure à prendre** |
|---|---|---|---|
| Sols | Les sols ne sont pas faciles à nettoyer, la pente n'est pas du tout suffisante pour permettre l'évacuation rapide des eaux usées. | Construction, nettoyage et drainage adéquat des sols. | Mettre en place les canaux de drainage |
| Murs, plafonds | Les murs de l'atelier de préparation des jus sont construits en matériaux difficilement nettoyables mais aussi il y a pas mal des pores peuvent facilement permettre l'entrée des microorganismes venant de l'extérieur | Murs en matériaux facilitant le nettoyage | Refaire de nouveau la construction |
| Portes et fenêtres, | Elles sont présentes, à fermeture manuelle, mais en état critiques | Facile à nettoyer et se trouvant en bon état. | De préférence portes à fermeture automatique.<br>Réhabiliter les fenêtres et ajouter des moustiquaires. |

### IV.1.2.4. Approvisionnement en eau

Tableau 5 : Evaluation de l'alimentation en eau

| Critère à évaluer | Situation actuelle | Exigence | Mesure à prendre |
|---|---|---|---|
| Approvisionnement en eau. | L'eau utilisée est celle de la REGIDESO en provenance des robinets. L'usine ne dispose pas des réservoirs de conservation | Eau traitée de qualité potable et alimentaire. | Aucun |
| Conduites d'eaux potables et d'eaux usées. | Conduites d'eaux séparées. | Séparation des conduites d'eaux potables et d'eaux usées. | Aucun |

Une attention particulière devrait être portée à la qualité de l'eau dans la société de SAFIBU, puisque l'eau entre dans la composition du produit fini, donc la société devrait s'assurer de sa potabilité.

L'eau est le principal ingrédient de produits SAFIBU, on l'utilise également dans l'usine pour le fonctionnement des équipements (équipements de nettoyage, équipements de production, le lavage chimique de l'unité d'ultrafiltration et pour la préparation des solutions des additifs alimentaires et les formulations des produits…,). Cependant, une observation est qu'aucune mesure n'a été mise en place pour le suivi et l'utilisation de l'eau de bonne qualité chimique et microbiologique

### IV.1.2.5. Eclairage et ventilation

Tableau 6: Evaluation de la ventilation et l'éclairage

| **Critère à évaluer** | **Situation actuelle** | **Exigence** | **Mesure à prendre** |
|---|---|---|---|
| Eclairage | -Eclairage naturel appuyé par des lampes. | Éclairage adéquat selon la nature des opérations.<br>. | Aucun |
| Ventilation. | Absence de système de ventilation de l'air à part d'aération naturelle | Ventilation permettant la circulation d'air d'une zone propre vers une zone souillée. | Disposer un système de ventilation efficace |

### IV.1.2.6. Conditions de travail

Tableau 7 : Evaluation des conditions de travail

| **Critère à évaluer** | **Situation actuelle** | **Exigence** | **Mesure à prendre** |
|---|---|---|---|
| Équipement de protection individuelle | Personne ne porte pas de l'équipement de protection appropriée pour sa protection | Obligation de porter des équipements de protection. | Obliger tout personnel de porter les équipements de protection |
| Les commodités. | Ils ne sont pas du tout disponible : pas même des vestiaires salles de repos… | Disponibilité de vestiaires, toilettes, douches, salles de repos, … | Prévoir des vestiaires, les salles de repos... |
| Boite à pharmacie (premiers secours). | Pas même de premiers soins qui sont assurés en cas d'accident. | Disponibilité d'une boîte à pharmacie | Disponibiliser des boites à pharmacie qui contient tout le nécessaire |
| Installation électrique. | Installation électrique conforme aux normes de sécurité électrique (un disjoncteur, des prises de courant et des câbles non défectueux… | Les installations électriques doivent être conformes aux normes | Refaire l'installation de manière qu'elle réponde aux normes |

### IV.1.2.7. Drainage et évacuation des déchets

Tableau 8 : Evaluation de l'élimination des déchets et des eaux usées

| **Critère à évaluer** | **Situation actuelle** | **Exigence** | **Mesure à prendre** |
|---|---|---|---|
| Situation des systèmes de drainage et égouts. | Un entretien des canalisations des eaux usées sont rarement effectuées | Bien placés et efficaces pour l'évacuation des eaux usées. | Améliorer l'entretien des canalisations |
| Installation des poubelles et identification. | Aucune poubelle n'est installée dans l'usine sauf qu'ils utilisent des sacs | Poubelles en bon état, bien désignées et en nombre suffisant (séparées en fonction de la nature de déchets. | Mise en place de poubelles identifiées et en nombre suffisant. |

### IV.1.2.8. Adéquation, maintenance et nettoyage des équipements

Tableau 9 : Evaluation de nettoyage et de la maintenance des équipements

| **Critère à évaluer** | **Situation actuelle** | **Exigence** | **Mesures à prendre** |
|---|---|---|---|
| Emplacement des équipements de production. | Mal disposition appropriée des différents outils et équipements. | Éviter l'encombrement des aires de production. | Disposer convenablement les équipements. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Personnel technique et d'encadrement pour le nettoyage et maintenance des équipements. | Pas du personnel formé sur les bonnes pratiques d'hygiènes | Personnel formé sur les bonnes pratiques d'hygiène. | Prévoir des séances de formation en BPH avec des enregistrements à chaque formation. |
| Nettoyage et désinfection des équipements. | Pas de nettoyage approprié.<br>Pas de système de désinfection | Nettoyage avant et après utilisation des équipements. | Augmenter la fréquence de nettoyage global et introduire le système de désinfection |
| Etat des équipements. | - Existence des outils non en inox. Manque d'hygiène adéquate des équipements. Un plan de maintenance n'est pas du tout appliqué pour tout équipement en matière d'hygiène ;<br>- L'ensemble des équipements en contact avec les produits sont nettoyés, mais non désinfectés régulièrement ;<br>- Pas de pH-mètre pour déterminer le degré d'acidité des jus, le refractomètre pour déterminer sa | -Equipement en inox et adoption de leur traitement hygiénique | Equiper efficacement l'usine. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | teneur en sucre, le thermomètre pour voir comment augmenter au diminuer ces paramètres ;<br><br>Pas de laboratoire pour effectuer les analyses avant de livrer au consommateur les produits de bonnes qualités chimiques et microbiologiques | | |

### IV.1.2.9. Hygiène du personnel

Tableau 10 : Evaluation de l'état général du personnel

| **Critère à évaluer** | **Situation actuelle** | **Exigences** | **Mesures à prendre** |
|---|---|---|---|
| Formation du personnel et son enregistrement | Des techniciens ont subies des formations sur terrain, les autres employés vont servir de leur aide | Disposer d'une politique de formation du personnel au sein de l'entreprise. | Engager et former les techniciens qui ont des prérequis en matière de transformation |
| Instructions existantes et appliquées sur les tenues de travail (habits, port de bijoux, montre, etc. | Des instructions de tenus pour les employés sont énoncées oralement chaque matin avant d'entamer le travail | Les instructions sur la tenue de travail doivent être indiquées oralement et par écrit et/ou affichage. | Prendre des mesures obligeant le port des tenus appropriées. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Des panneaux d'information sur l'hygiène ne sont pas affichés dans les endroits de l'unité de production mais chaque fois les chefs de service donnent des informations en matière d'hygiène à l'ensemble du personnel ayant un contact direct ou indirect avec le produit mais cela n'est pas du tout suffisant | | |
| Système de lavage et désinfection des mains | Insuffisance des dispositifs de lavage des mains à l'intérieur au sein de l'usine.<br><br>Pas de système de désinfection | Lavage et désinfection des mains avant de Commencer et au besoin pendant le travail.<br><br>Respecter la méthode et la fréquence du lavage des mains. | Sensibiliser le personnel pour effectuer le lavage des mains avant de commencer le travail et au besoin pendant le travail.<br><br>Prévoir le lavage automatique.<br><br>Mise en place d'affichage indiquant comment bien se laver les mains. |

### IV.1.2.10. Lutte contre les nuisibles

Tableau 11 : Evaluation des moyens de lutte contre les nuisibles

| Critère à évaluer | Situation actuelle | Exigences | Mesures à prendre |
|---|---|---|---|
| Lutte contre les nuisibles | La lutte contre les nuisibles n'est pas suffisamment effectuée. | Entretient et désinfection des alentours de l'usine | Collaborer avec les entreprises évoluées les moyens de traitement. |
| Délimitation des périmètres | La surface de l'usine ne suffise pas pour la construction de tout le nécessaire. | Acheter des parcelles environnant, augmenter la superficie | Construire de nouveau les espaces libres. |

### IV.1.2.11. Traçabilité et rappel des produits

Tableau 12 : Evaluation des procédures de traçabilité et rappel des produits

| Critère à évaluer | Situation actuelle | Exigences | Mesures à prendre |
|---|---|---|---|
| Enregistrement des quantités de rhizome de gingembre | Pas d'enregistrement des quantités de rhizomes entrants | Enregistrement de toutes les entrées | Mettre en place le service d'enregistrement |
| Enregistrement des bouteilles des jus sortants de l'usine | Enregistrement de bouteilles distribuées au sin des clients. | Enregistrement de toutes les sorties | Veiller enregistrer les bouteilles distribuées. |

### IV.1.3. Discussion des résultats de l'évaluation des pré-requis.

Il est à signaler que les programmes pré-requis doivent être élaborés selon une logique d'amélioration continue, ils doivent être pertinents au secteur d'activité (5M), respectés par l'ensemble des personnes de l'organisme, responsabilisés et appliqués par des personnes compétentes et formées.

L'analyse des programmes pré-requis dans l'usine de production de SAFIBU a relevé plusieurs imperfections aux différents niveaux.

Il convient de :

- Cerner les dangers potentiels et les mesures à prendre.
- Communiquer et appliquer efficacement les PRP sur terrain et évaluer leur mise en œuvre.
- Planifier la vérification des PRP, et les activités de vérification doivent confirmer que les PRP sont mis en œuvre.
- L'analyse des résultats des activités de vérification devra permettre de lancer des actions correctives le cas échéant, notamment la formation régulière du personnel.

Les actions correctives sont effectuées par l'identification des causes racines des non conformités, en posant plusieurs fois la question « Pourquoi ? ». Afin de s'assurer que l'ensemble des causes ont été identifiées, il est possible d'allier la méthode des 5 Pourquoi à celle des 5M (Main d'œuvre, Moyen, Méthode, Matière, Milieu).

## IV.2. Présentation des résultats d'analyse des dangers sur chaque étape de fabrication et moyens préventifs.

Pour appréhender ce point, on va prendre référence au prérequis du système HACCP (BPH /BPF**),** permettant d'identifier les différents risques engendrant la contamination pour la libération d'un danger. Cela va influencer sur la qualité des produits dans les industries Agro-alimentaires.

Les risques de contaminations microbiens, chimiques et physiques ainsi que des mesures correctives à chaque étape de fabrication sont à identifier dans ce tableau ci-dessous :

Tableau 13 : Résultats d'analyse des dangers

| Matières premières | Etapes | Matériels utilisés | Dangers présents | | Moyens préventifs | Manquements ou insuffisances observés |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Gingembre | Triage | Les mains | P | - Blessures<br>- Matériaux d'emballage<br>- Le reste des rhizomes | - Jeter les rhizomes moisis<br>- Faire le triage adéquat<br>- Utilisations des emballages de qualité | - Manque de fournisseurs permanents de la matière première<br>- Manque des règles d'hygiène définis par la SAFIBU pour les fournisseurs |
| | Lavage | Bassin, les mains et l'eau | P | Sable, Argile et Poussières | - Usage de l'eau propre et traitée<br>- Maitrise de la qualité hygiénique des équipements et infrastructures | - Manque des règles définis par le SAFIBU pour le lavage de la matière première et pour les équipements |
| | | | C | Présence de métaux lourds ou présence de résidus de chlore dû à un mauvais traitement d'eau | Refaire le traitement d'eau ou changer le filtre concerné; | Manque des techniques appropriées de traitement de l'eau |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Broyage | Broyeur en inox | M | Contamination par le manipulateur<br>- Levures et moisissures<br>- Escherichia coli<br>- Salmonella staphylocoques | - Hygiène du manipulateur<br>- Hygiène du broyeur(Machine)<br>- Hygiène du lieu de production | - Manque d'une machine séparant le liquide juteux et les restes de rhizomes<br>- Manque des règles d'hygiènes définis par le SAFIBU au sein du manipulateur |
| | Cuisson de gingembre broyé outre que les additifs | - Cuvette<br>- Bois de chauffage | C | - Présence des métaux lourds<br>- Cendres | - Hygiène du matériel et du personnel | - Manque de règles d'hygiène définis par le SAFIBU<br>- Manque d'une technique de chauffage plus poussée |
| | Malaxage (préparation du jus | -Eau<br>-Bagage<br>-Seau<br>-Bassin | | | | - Manque des règles d'hygiène définis par la SAFIBU |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | proprement dit) | - Canette | C | Présence des métaux lourds comme (mercure, arsenic, Cadmium) ou de résidus de chlore due à un mouvais traitement de l'eau<br>Présence des métaux lourds comme (mercure, arsenic, Cadmium) ou de résidus de chlore due à un mouvais traitement de l'eau | Adoucissement de l'eau.<br>Adoucissement de l'eau. | |
| | | | M | - Coliformes<br>- Levures<br>- Moisissures | Chloration de l'eau. | |
| | Pressage/ filtration | - Tamis en tissus à petits mailles<br><br>-Bagage | M- | Levures et moisissure<br>- FAMT | - Hygiène du manipulateur et du matériel. | - Pas de matériels spécifiques à la filtration et règles d'hygiènes définis par la SAFIBU. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | - | |
| | Sucrage et ajout des agents de conservation | - Cuvette<br>- Bois de chauffage<br>- Sucre/miel/ sweetner | C | - Présences des métaux lourds | - Hygiène des matériels. | - Manque de maîtrise de la qualité et du taux des auxiliaires technologiques, additifs (sucres |
| | Conditionnement/capsulage/étiquetage | -Bouteille en Plastique<br>- Capsuleuse<br>-Cire de sécurité | M | - Levures et moisissures<br>- FAMT | - Hygiène du manipulateur<br>- Maîtrise de la qualité des bouteilles.<br>-Stériliser convenablement les bouteilles | - Manque d'emballages appropriés et matériels de remplissages respectant les règles d'hygiènes |

Dans le tableau ci -dessus, la lettre (P) représente la nature des dangers physiques qui peuvent être apparaître dans une chaîne de fabrication, (M) dangers microbiologiques et (C) dangers chimiques.

On a essayé de dégager à chaque étape de fabrication les risques qui peuvent y survenir ; mais aussi des moyens préventifs ont été proposés dans ce tableau en vue de minimiser ou réduire les risques de contamination en se servant des préalables prérequis du système HACCP supposes maitrises.

Les insuffisances qu'on a remarquées sur la chaine de fabrication sont entre autres :

- Les fournisseurs permanant de la matière première dans une entreprise ;
- Les règles d'hygiènes élaborées par le SAFIBU montrant comment le manipulateur se comporte au court de la fabrication
- Des experts servant à la sensibilisation sur l'importance au respect des règles d'hygiène mise en place dans une entreprise ;

- Le manque d'infrastructures respectant le programme du système HACCP est aussi la cause d'avoir un produit fini non sain ;
- Le manque de savoir comment entretenir le lieu de production est également la cause de contamination ;
- Manque de certains matériels pour filtrer, pasteuriser, et remplir convenablement la boisson dans les bouteilles ;
- Le manque des emballages appropriés au conditionnement ;
- Les moyens pour la maîtrise de la qualité d'eau et les auxiliaires de fabrications ;
- Manque de pasteurisation d'un produit.
- . Les fournisseurs et les récepteurs devraient être ceux qui ont des notions voire même formées en matière d'hygiène et de bonne qualité de la matière première ; ce qui est tout à fait contraire au sein de SAFIBU.
- L'étiquetage avec des ingrédients ; nom et adresse de fabricant sont mis sur les bouteilles, mais la teneur en degré brix, conditions de conservation ne sont pas mentionnés sur des bouteilles

A raison de ces insuffisances censées et dans le but de fabriquer des produits sains, la SAFIBU devrait mette en place des programmes prérequis au système HACCP qui est une méthode qu'on devrait appliquer dans les industries Agro- alimentaires en vue de mettre en œuvre le plan de maîtrise sanitaire des denrées alimentaires tout en respectant la norme ISO 22000.

## IV.3. Identification des points critiques dans le processus de transformation du jus de gingembre.

En se référant aux programmes prérequis du système HACCP ; un point critique est un point, une étape, une procédure ou une opération où un risque inacceptable peut être réduit ou éliminé. L'identification des points se fait tout en se servant de l'arbre de décision mise en annexe. Les points critiques qu'on a identifiés sont entre autres :

Tableau 14 : Identification des points critiques

| Etape | Un point critique identifié |
|---|---|
| Lavage | Lors du lavage, la poussière peut rester sur les équipements voire même sur la matière première pour exister encore dans un produit fini. |
| Broyage et extraction | Le lieu d'extraction, l'extracteur ne sont pas conçus dans la manière où le respect d'hygiène est efficace. Le manipulateur en soi peut être la source de contamination. |

| | |
|---|---|
| Filtration | Les tissus de filtration et la manipulation manuelle peuvent provoquer un danger dans un produit fini. |
| Préparation de la boisson | Le manque de savoir de la qualité de l'eau à utiliser mais aussi des additifs auxiliaires de fabrication comme par exemple le taux du sucre peut engendrer la contamination du produit fini |
| Conditionnement | Le remplissage manuel, les emballages utilisés non stérilisés peuvent être un risque continu de contamination du produit fini. |

## IV.4. La Mise en place du système HACCP au sein de la SAFIBU

### 1. Constitution de l'équipe HACCP

La société a intégré un comité charge de contrôle des activités mais il ne connait pas de quoi sert ce système HACCP à cause du manque d'informations nécessaires pour la mise en application de ce système.

### 2. Description du produit fini

Dans cette unité de transformation aucun document montre la description des produits fabriqués ce qui est un handicap pour l'usine mais aussi pour le consommateur.

### 3. Détermination de l'utilisation prévue

La société n'a pas encore ciblé la population vulnérable qui peut en profiter beaucoup le produit comme le principe nous recommande.

### 4. Etablissement d'un diagramme des opérations

Les jus embouteillés dans un emballage en polyéthylène téréphtalate (PET) subissent un long parcours avant d'atterrir finalement chez le consommateur, le produit fini devrait répondre à la fois aux attentes du consommateur et aux normes de fabrication, notamment en matière d'hygiène et de qualité ; le respect des normes n'est pas donc contrôlé. Au sein de l'usine on n'a pas encore élaboré un diagramme de fabrication.

### 5. Confirmer sur place le diagramme des opérations

La société n'a pas encore élaboré un diagramme des opérations de fabrication.

## 6. Analyse des dangers

La méthode d'analyse des dangers est nécessaire car elle permet de déterminer les différentes procédures permettant d'évaluer les dangers et l'identification des mesures de maîtrise et leur sélection en CCP qui s'appliquent aux différents diagrammes de fabrication.
Les dangers qui peuvent survenir à chaque étape de la production depuis la réception de la Matière première jusqu'au produit fini au de notre site de stage sont :

**Dangers biologiques :** comme les bactéries pathogènes, les insectes et parasites. Ici on remarque les mouches qui surmontent sur les bagages contenant le jus au moment de la mise en bouteilles ce qui peut conduire à des contaminations non seulement de ces insectes mais aussi des personnes travaillant dans cette usine. Des contaminations provenant des eaux usées peuvent être identifiées car il n'y a pas un système de gestion de ces eaux usées.

- **Dangers chimiques :** Ils peuvent provenir des résidus de nettoyage, des résidus des additifs et des auxiliaires de fabrication car hygiène n'est pas satisfaisante sur l'ensemble de l'unité ;
- **Dangers physiques :** dans cette usine, ils peuvent provenir des poussières passant à travers les trous des murs au cours d'une fermentation incontrôlée.

La société ne fait pas des analyses de leurs produits comme l'exige la norme de fabrication pour l'évaluation de la qualité nutritionnelle et microbiologique.

## 7. Détermination des points critiques (CCP) pour la maitrise

La détermination d'un CCP dans le cadre du système HACCP n'est pas applicable comme il n'y a pas l'équipe chargé à sa mise œuvre.

## 8. Fixation des seuils critiques pour chaque point critique(CCP) pour maitrise

La société devrait avoir les appareils pour déterminer la teneur tolérable en sucre mais aussi le degré d'acidité des jus en vue de les diminuer ou les augmenter jusqu'à une valeur acceptable pour ne pas causer des dangers aux consommateurs ou bien chercher tous les moyens d'identification voire même l'élimination de ces dangers s il y a lieu.

## 9. Etablissement d'un système de surveillance et mise en place des mesures correctives

La surveillance est une observation planifiée d'un CCP relative à ses limites critiques, il est donc important de spécifier en détail, comment, quand et par qui la surveillance sera effectuée.

**10. Etablissement des procédures de vérification**

Au niveau de la SAFIBU, il n'y a une méthode de vérification adéquate. La société devrait construire les laboratoires et chercher les matériels nécessaires pour effectuer les analyses en révélant la qualité hygiénique satisfaisante du produit livré.

Finalement le système HAACP n'est pas applicable dans cette usine de transformation des jus ; cela veut dire que la livraison ne respecte pas la norme ISO 22000 relative à la sécurité des denrées alimentaires, et qui spécifie les exigences relatives à un système de gestion de la sécurité des denrées dans la chaîne alimentaire en mettant l'accent sur la recherche continue d'informations concernant les produits alimentaires

## IV.5. Analyse du jus de gingembre

### IV.5.1. Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques déterminés sont le pH, le degré Brix et acidité titrable

#### IV.5.1.2. Détermination du pH

Le potentiel d'hydrogène (pH) est une des variables utilisées pour caractériser les propriétés des milieux. Le pH est utilisé dans de nombreux domaines comme variable opératoire pour la caractérisation du produit fini ou encore à des fins de contrôle de qualité. La détermination du pH consiste à mesurer l'acidité ou l'alcalinité d'un produit.

Dans notre étude, la mesure du PH a été réalisée par un pH –mètre électronique ainsi étalonnée en immergeant les électrodes dans une certaine quantité du jus versé dans un bécher tout en lisant directement les résultats sur l'écran.

#### IV.5.1.3. Détermination du degré brix

Le degré Brix dans les industries de boissons correspond à la teneur en sucre en termes de pourcentage de cette solution**.** Le degré Brix a été mesuré à l'aide d'un réfractomètre. Le degré Brix est traduit comme étant la teneur en sucre exprimé en gramme (g) dans 100g d'échantillon (Smati et al., 2017). Quelques gouttes d'échantillon du jus sont prélevés à l'aide d'une pipette sur la lentille du réfractomètre et la lecture est faite directement après exposition à la lumière (Reid, 2003 ; Witherspoon & Jackson, 1996).

### IV.5.1.4. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable correspond à la somme des acides minéraux et organiques libres dans le jus de fruits. Elle est déterminée suivant la méthode décrite par AFNOR (1974).

Nous avons titré une petite quantité du jus au gingembre comme échantillon avec une solution de soude caustique 0.1N jusqu'au virage de l'indicateur coloré de phénolphtaléine.

La manière de le faire est la suivante (Laboratoire de biochimie CNTA, 2022).

- Récolter le liquide à titre dans un bécher de 250ml
- Pour des liquides nos claires (jus) filtrent à travers un papier filtre
- Avec une pipette prélever 20ml du filtrant, les introduire dans une fiole jaugée de 200ml et faire le volume avec de l'eau distillée (solution A)
- Prendre de cette solution A, 50ml et les transvaser dans un erlenmeyer de 300ml
- Ajouter quelques goûtes de la solution de phénolphtaléine
- A partir d'une burette on titre la solution avec NaOH 0.1N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose clair.

L'acidité du jus est exprimée en pourcentage d'acide citrique présent dans le jus qui est égal au produit de la normalité et du volume du titrant sur le volume de l'échantillon.

**Acidité titrable en% =V1×D/V2**

**Avec** V1 : Volume du titrant (la soude).

D : Facteur de dilution

V2 : Volume prise de l'échantillon.

### IV.5.2. Analyses microbiologiques

Les paramètres microbiologiques recherchés au cours du présent travail sont essentiellement : Flore aérobie mésophile totale, levures et moisissures, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonella, Lactobacillus. Le protocole d'analyse microbiologique comporte, le traitement des échantillons, la recherche des germes et le dénombrement des colonies.

**1. Des dilutions décimales**

Le produit analysé est un produit liquide qui constitue d'emblée une solution mère. Pour les dilutions décimales les procédures suivantes ont été suivies :

- 1 ml de la solution mère a été introduit aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, dans un tube à vis stérile contenant au préalable
- 9 ml de diluant. Cette dilution est alors au 1/10 ou $10^{-1}$.

- 1ml de la dilution $10^{-1}$ a été introduit aseptiquement par la suite dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant ; cette dilution est alors au 1/100 ou $10^{-2}$.

Ces solutions ainsi préparées sont ensuite ensemencées dans des milieux de cultures appropries suivant les microorganismes à analyser.

### IV.5.2.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) : ISO 4833

1 ml de chacune des dilutions ainsi que de la suspension mère ($10^0$ $10^{-1}$ $10^{-2)}$ a été introduite dans les différentes boîtes de Pétri stériles. Ensuite, environ 15ml de la gélose PCA (Plate Count Agar) est coulé sur le contenu des boîtes de Pétri. L'ensemble est homogénéisé délicatement de sorte à incorporer l'inoculum à la gélose. Après solidification, environ 5 ml de la gélose blanche ont été coulé à nouveau pour faire une seconde couche. L'incubation a été faite à 30°C pendant 72h.Toutes les colonies ont été comptées. Le nombre des microorganismes par gramme ou par millilitre du jus de gingembre comme échantillon à tester est calculé à partir du nombre de colonies obtenues dans les boîtes contenant au moins 300 colonies (ISO 4833-1, 2003)**.** Le nombre des germes est calculé selon la formule suivante :

$$\mathbf{N = \Sigma\ Colonies / Vml \times (n_1 + 0.1 n_2) \times d_1}$$

**N :** Nombre d'UFC par programme ou par ml de produit initial

$\Sigma$ **Colonies** : somme des colonies retenues sur les boîtes interprétables.

**Vml** : volume de solution déposée (1ml).

$\mathbf{n_1}$ : nombre de boîtes retenues dans la première dilution.

$\mathbf{n_2}$ **:** nombre de boîtes retenues dans la deuxième dilution.

$\mathbf{d_1}$ **:** facteur de la première dilution retenue.

### IV.6.2.2. Dénombrement des staphylocoques

Le milieu de culture utilisé pour la recherche de S. aureus est la gélose Chapman Ston Agar (CMA). L'ensemencement a été fait en surface avec quelques gouttes de la dilution sur la gélose. Dans ce travail, les S. aureus ont été recherchés à partir des dilutions $10^{-1}$ et $10^{-2}$ auquel nous allons ensemencer dans les boîtes de Pétri. L'incubation se fait pendant 24 heures à 37°C (ISO 6888-2, 1999). Après cette période d'incubation la lecture des résultats a été faite par un comptage des colonies.

### IV.5.2.3. Dénombrement des Levures et moisissures

Les levures et moisissures sont des microorganismes à flore d'altération contrairement aux bactéries pathogènes. Les levures se développent, soit en surface, soit en profondeur des aliments (milieux solides ou liquides).

Certaines levures sont cultivées industriellement et commercialisées pour leurs propriétés bénéfiques particulières de fermentation des sucres de boissons en alcool et en gaz.

Les levures ne provoquent donc pas des dangers a la sante mais certaines altèrent les aliments en les rendant impropre à la consommation alors que les moisissures provoquent des maladies chez l'homme par biais des toxines qu'elles produisent. Les moisissures sont thermorésistantes et peu sensibles aux antiseptiques. Les aliments porteurs de ce microbe peuvent servir de moyen de contamination (FAO, 2007). Le milieu de culture utilisé est le Sabouraud Chloramphenécd Agar.

Il a été coulé dans les boites de Pétri stériles. Après solidification, quelques gouttes de la dilution ont été ensemencées sur le milieu puis incubé à 25°C pendant 7 jours. Les colonies des levures sont d'aspect laiteux alors que celles des moisissures, filamenteux. (ISO 21527,2008).

### IV.5.2.4. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux

Les coliformes (totaux et fécaux) regroupent l'ensemble des bactéries à coloration de Gram négative, aérobies ou anaérobies facultatives, non sporulant et donnant une réponse négative au test. On les retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères dont les êtres humains.

Les coliformes totaux n'entrainent pas en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des microorganismes plus nuisibles. E. coli est le seul membre du groupe des coliformes totaux que l'on trouve exclusivement dans les intestins des mammifères dont les humains : la plupart des souches comme E. coli 0157 :H7 peuvent causer des maladies (Blackwood, 1978).

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement est Mac Conkey Agar comme milieu de culture spécifique à l'isolement des coliformes totaux et Escherichia coli. Ainsi, 1ml de la dilution a été introduite dans différentes boîtes de Pétri. La gélose MCA a été coulée dessus ; ensuite, homogénéise. Après avoir laissé solidifier, la gélose a été coulée à nouveau. Une fois Solidifiée, les boites de Pétri ont été incubées à 37°C pendant 24h. Après cette période d'incubation nous avons fait la lecture des résultats par un compteur des colonies.

### IV.5.2.5. Dénombrement des Salmonelles

Le dénombrement des salmonelles, en milieu solide, a été effectué par le SSA. Nous avons réalisé un ensemencement à la surface de la gélose SSA et incubé les boîtes pétries ensemencées à 37°C pendant 24 heures (ISO 6579, 2002). Lors de la lecture les salmonelles apparaissent sous forme de colonies flou incolores à jaune pâle avec ou sans centre noir.

## IV.6. Présentation et discussions des résultats d'analyse du jus

### IV.6.1. Analyse physico- chimiques du jus au gingembre

Des denrées alimentaires peuvent perdent leurs qualités nutritionnelles pendant leur période de conditionnement, notamment les jus lorsqu'ils deviennent sensibles à n'importe quel type d'altération**.** Les valeurs des paramètres analysées de la boisson à base de gingembre produit au sein de la SAFIBU sont représentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 15 : Résultats d'analyse physicochimiques**

| **Paramètres analyses** | **Résultats obtenus** | **Normes** | **limites** |
|---|---|---|---|
| pH | 3.7 | ISO 1842:1991 | <4.5 |
| Degré brix | 5°B | CODEX STAN 247,2005 | Minimum 6,5°B |
| Acidité titrable | 6.72% | ISO750 :1998 | Comprise entre 8-14 |

#### IV.6.1.1. PH

La détermination du PH dans un produit est plus important du fait qu'il contribue à la prolifération des bactéries pathogènes durant la conservation voire même à la déminéralisation d'un produit avec un seuil critique de déminéralisation de 5,5 : à un pH inferieur le produit se déminéralise mais par contre à un pH supérieur le produit ne se déminéralise pas. Notons que la valeur du PH dans les jus est comprise entre 2 et 7 mais beaucoup d'entre eux ont un pH compris entre 2 et 5 selon la norme ISO 1842:1991). Le pH légèrement acide des jus peut être dû à la dominance des substances acides dans les tubercules. Ces acides peuvent être, soit de l'acide phytique qui est une substance de réserve de phosphore existant dans de nombreuses plantes a racines et a tubercules, soit de l'acide oxalique qui peut se trouver en énormes quantités (RAHANTAMAMONJY,2003). Les bactéries ne se développent pas dans un milieu dont le pH est inférieur à 4,5 (ISO 2173) mais profitent un milieu dont le PH tend à être neutre

ou comprise entre 6 et 9. Signalons que pour garantir la sécurité du consommateur, le pH du gingembre doit être inferieure à 4,5. Le jus qu'on a produit à la SAFIBU a un pH comprise entre 3,5 et 3,7 ; ce qui ne favorise pas le développement des bactéries pathogènes.

### IV.6.1.2. Degré Brix

Le degré Brix, indique le taux de sucre dans un jus. Et plus le degré Brix est élevé, plus l'échantillon n'est que sucré. La présence de quantités importantes de sucres associées a des mauvaises conditions de manipulation /ou de conservation peut favoriser le développement des microorganismes, de même l'ajout des sucres dans un produit entraine des modifications des teneurs en minéraux. Le jus au gingembre doit avoir un degré brix complexe compris entre 9 et 13 (CODEX STAN 247,2005). Compte tenu des résultats obtenus, on a un taux de sucre qui n'est recommandé par la norme, ce qui justifie la prolifération des levures consommant le sucre lors de la fermentation.

### III.6.1.3. Acidité titrable

L'acidité titrable correspond à la somme des acides minéraux et organiques libres dans le jus de fruits. C'est la mesure de la concentration totale des acides principalement l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide tartrique et l'acide acétique. L'acidité titrable est un meilleur prédicteur de l'impact de l'acide sur la saveur que le pH. Le PH bas montre que l'acidité est élevée et inversement. Signalons que le PH de la mouture du gingembre est de 5,5 ; ce qui rend qu'on ajoute de l'acide citrique lors de la production du jus pour le rendre acide. Dans notre cas le jus a une acidité titrable qui correspond à 6.72% alors que la norme exige une acidité titrable a ces jus compris entre 8-14%. La relation qui lie degré Brix et l'acidité titrable ; est un indicateur de la maturité d'un fruit, ainsi que de sa saveur. Plus le taux des sucres augmente (° Brix), plus la concentration en acides organiques diminue (acidité titrable) et plus les microorganismes prolifèrent davantage.et plus le produit devient instable.

### IV.6.2. Analyse microbiologique

Les analyses microbiologiques du jus de gingembre reposent sur le prélèvement réalisé avec un seul échantillon qui, jus de gingembre étudié. Les résultats de cette analyse sont comparés avec les normes de la méthode ISO 4833 (Organisation International de Normalisation) pour l'analyse de la flore aérobie mésophile totale, ISO 21527 pour les levures et moisissures, ISO 4832 pour les coliformes totaux, ISO 7251 pour Escherichia coli, ISO 6579 pour les salmonella, et ISO 6888-2 pour les staphylocoques.

**Tableau 16 : Résultats d'analyses microbiologiques du jus de gingembre**

| **Paramètres** | **échantillon** | **Répétition** | **$10^{-1}$** | **$10^{-2}$** | **N** |
|---|---|---|---|---|---|
| FAMT<br>PCA 37°C | Jus de gingembre | 1 | 67 | 6 | $7.10^2$ |
| | | 2 | 73 | 8 | |
| Salmonelles<br>SSA 37°C | Jus de gingembre | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2 | 0 | 0 | |
| Staphylocoques<br>CSA 37°C | Jus de gingembre | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2 | 0 | 0 | |
| Levures et Moisissures<br>SCA 25°C | Jus de gingembre | 1 | 28 | 7 | $3.10^2$ |
| | | 2 | 25 | 6 | |

Les résultats des analyses microbiologiques sont présentés dans le tableau 4. Ces résultats montrent une présence Flore aérobie mésophile totale avec un taux de contamination de $7.10^2$ UFC/ml. De même on y retrouve des levures et moisissures avec un taux de contamination de $3.10^2$.

Notons que les taux de ces germes sont inférieurs à la norme. La présence de ces germes dans le jus au gingembre pourrait être due à une insuffisance d'hygiène lors de la production et peut donc réduire la durée de conservation du jus. Salmonella et Lactobacillus sont quant à eux sont totalement absents du jus.

### IV.6.2.1. Flore Aérobie Mésophile Totale

La FAMT est un indicateur microbiologique qui permet d'évaluer la charge bactérienne globale présente dans un aliment ou sur une surface. Suivant les observations, les résultats de la FAMT

sur le milieu PCA obtenus dans notre jus de gingembre est de **$7.10^2$.** En comparant avec les résultats de la norme de l'organisation internationale de la méthode (ISO 4833, 2013) exigeant une valeur inférieur ou égale à **$10^5$** UNF/ml pour les jus de gingembre, les résultats de la FAMT obtenus témoignent que le jus de gingembre fabriqué à la SAFIBU peut naturellement respecter les règles d'hygiène générale.

**IV.6.2.2. Levures et moisissures**

Les observations d'analyses sous Sabouraud Chloramphenécd agar (SCA) comme milieu de culture responsable à cette analyse de ces flores après une période d'incubation des boîtes dans les conditions bien déterminées ont montrés que ces microorganismes peuvent continuer à y exister bien que sa prolifération ne soit pas du tout excessif. Au moment de la lecture, nous avons remarqué qu'il y a $3.10^2$ alors que la norme ISO 21527exige une limite acceptable de $10^4$.le jus de gingembre est qualifié de critères microbiologiques acceptables. La présence de ces germes dans le jus au gingembre pourrait être due à une insuffisance d'hygiène lors de la production et peut donc réduire la durée de conservation du jus voire même à la longue modifier la nature du produit.

**IV.6.2.3. Staphylocoques**

Dans le jus au gingembre comme produit d'analyse, ces genres de bactéries ont été complètement absentes dans cette échantillon réalisée et n'est jamais aussi présentes dans la deuxième répétition d'analyse de ce produit. La valeur d'UFC/ml est zéro sur la gélose dans toutes les boîtes constituantes des dilutions. Par comparaison avec les résultats de la norme ISO 6888-2 dont la limite acceptable est de $10^2$ UNF/ml, ce jus au gingembre présente des résultats considérés comme un jus de qualité ayant des critères microbiologiques acceptables.

**IV.6.2.4. Salmonelles**

Le dénombrement de ce genre des bactéries a été faite sur le milieu de culture SSA qui lui est spécifique pour son isolement. Son existence dans un produit peut causer des dangers. A la lecture, on a remarqué une absence totale de ce germe dans 25ml du jus au gingembre fabriqué au sein de la SAFIBU. Les résultats obtenus sont bien conformes avec celles de la norme ISO 6785 utilisées pour la recherche des salmonelles qui indiquent l'absence totale ou pas de ce germe dans les jus de fruits. Ces résultats de ce jus au gingembre montrent qu'il peut garder des critères microbiologiques acceptables.

**IV.6.2.5. Lactobacillus**

Les bactéries du genre bacille sécrètent des enzymes lytiques qui pourraient contribuer à la dégradation des membranes végétales et comme conséquence la libération des biomoléculaires

tels que les polyphénols. Cela permet donc d'optimiser la quantité des polyphénols dans cette boisson de gingembre (Mouellet, 2019). Dans le jus fabriqué au sein de la SAFIBU, on a remarqué une absence totale de ces germes ; ce qui conduit à la non lacto - fermentation pour garder sa qualité d'être un jus.

### IV.6.2.6. Escherichia coli

Entérobactérie qu'on peut retrouver dans les eaux souvent en provenance d'une contamination fécale, de l'intestin et certains Escherichia coli ne sont pathogènes chez l'homme ou l'animal.
La recherche de cette bactérie dans le jus nous a révélé qu'elles sont absentes ; ce qui justifie que l'eau utilisée a subi quelques traitements.

Tableau 17 : Synthèse d'analyse microbiologique

| **Paramètres** | **Résultats** | **unités** | **méthodes** | **limites** |
|---|---|---|---|---|
| Flore aérobie mésophile totale | $7.10^2$ | UFC/ml | ISO 4833 | $10^5$ |
| Levures et moisissures | $3.10^2$ | UFC/ml | ISO 21527 | $10^4$ |
| Escherichia coli | Absence | UFC/25ml | ISO 7251 | 10 |
| Staphylococcus aureus | Absence | UFC/ml | ISO 6888-2 | $10^2$ |
| Salmonella | Absence | UFC/25ml | ISO 6579 | 0 |
| Lactobacillus | Absence | UFC/ml | Méthode interne | 0 |

# CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

## 1. CONCLUSIONS

Dans ce cadre de notre travail, nous nous sommes intéresse à l'étude du jus au gingembre produit au sein de SAFIBU afin de savoir si sa valorisation au profit des consommateurs répond à la qualité du produit vis-à-vis des propriétés organoleptiques et microbiologiques.

L'analyse de la qualité microbiologique et biochimique de ce jus a permis d'étudier la qualité du jus et de connaître ses paramètres biochimiques. Les analyses ont montré que, malgré la manière dont on transforme ce jus, les microorganismes qui peuvent se présenter sont la FAMT en proportion de$7.10^2$, levures et moisissures en proportion de$3.10^2$ mais ces valeurs ne dépassent ceux dont exigent les normes**.** Ces germes dans le jus au gingembre pourraient être dues à une insuffisance d'hygiène lors de la production et peut donc réduire la durée de conservation du jus et peut se multiplier tout en modifiant la nature du produit en subissant même une fermentation non désirée et par suite provoquées des dangers aux consommateurs et plusieurs méthodes tels que l'observation, diagramme d'Ishikawa, arbre de décision et du système HACCP ont été menées pour effectuer ce travail.

Ce travail contribuera à la mise l'application du système HACCP qui n'est pas encore répandue dans la majorité des unités de transformation dont l'unité de transformation agroalimentaire SAFI BUSINESS COMPANY. Il a été question de faire le diagnostic afin de voir leur aptitude à la mise en application du système HACCP et d'autres systèmes de qualité tels que : les bonnes pratiques d'hygiène et les bonnes pratiques de fabrication. Cette a permis également d'une part, d'appréhender l'organisation et le fonctionnement de cette unité de transformation et d'autre part, de participer aux différentes activités. Cependant, l'étude diagnostique, a permis aussi de cerner les forces, les faiblesses, les menaces et les opportunités de l'unité, d'identifier les problèmes et d'y apporter des solutions. Il convient de conclure que le système HAACP n'est plus applicable au sein de l'unité.

## 2. RECOMMANDATIONS

Au regard de ce qui a été cité ci-haut nous suggérons :

A la SAFI BUSINESS COMPANY**:**

- D'aménager le site de travail afin qu'il réponde aux exigences de bonnes conditions de travail ;
- De se doter des travailleurs du domaine de transformation et du contrôle de l'assurance qualité ;
- Mettre en place le système HACCP et les autres systèmes de qualité surtout les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication ;

Au Bureau Burundais de Normalisation et contrôle de qualité de **:**

- Mettre en place un système d'accompagnement des unités de transformations dans leurs activités ;
- Faire le suivi et évaluation des activités de ces unités ; surtout à la mise en application du système HACCP ; les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication.

Aux chercheurs :

- De chercher les agents stabilisants du jus malgré toutes les conditions de production et de conservation.
- D'approfondir les analyses afin de livrer un produit sain.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AFNOR. (1974). Dosage de l'acidité et de la matière sèche d'un jus d'agrume.

Ahouannou, C., Jannot, Y., Lips, B., & Lallemand, A. (2000). Caractérisation et modélisation du séchage de trois produits tropicaux : Manioc, gingembre et gombo. Sciences Des Aliments, 20(4–5), 413–432. https://doi.org/10.3166/sda.20.413-432

Akinola A., S. A. and M. M. (2014). Total anti-oxidant capacity, flavonoid, phenolic acid and polyphenol content in ten selected species of zingiberaceae rhizomes. African Journal of Traditional Complementary Alternative Medicine, 11(3), 7–13.

Bellik, Y., Benabdesselam, F., Ayad, A., Dahmani, Z., Boukraa, L., Nemmar, A., & Iguer-Ouada, M. (2013). Antioxidant activity of the essential oil and oleoresin of zingiber officinale roscoe as affected by chemical environment. International Journal of Food Properties, 16(6), 1304–1313. https://doi.org/10.1080/10942912.2011.584257

Blumenthal I. (1997). Popular herbs in the U.S. market: therapeutic monographs. American Botanical Association, 19.

Bourkhiss, M. & autres. (2018). Mise en place d'un plan HACCP dans une unité de conditionnement des dattes dans la région de Tafilalet (Sud-Est Marocain). Revue Agrobiologie, 01.

BOUTOU O., (2006) : Management de la sécurité des aliments, de l'HACCP à l'ISO 22 000. AFNOR. Ed. La plaine Saint-Denis, France. ISBN : 2-12-440110-6.

Charles D.J. (2013). Antioxidant properties of spices, herbs and other sources in ginger. Journal of Food Chemistry, 235-245 p.

CODEX ALIMENTARIUS (2005). Code d'usage international recommandé : Principes généraux d'hygiène alimentaire, Appendice au CAC/RCP 1-1969 Rév., 4, (2003), ISBN : 925-205106-6.

Codex Alimentarius Commission. (2003). Recommended International Code of Practice-General Principles of Food Hygiene.

Ding, S. H., An, K. J., Zhao, C. P., Li, Y., Guo, Y. H., & Wang, Z. F. (2012). Effect of drying methods on volatiles of Chinese ginger (Zingiber officinale Roscoe). Food and Bioproducts Processing, 90(3), 515–524. https://doi.org/10.1016/j.fbp.2011.10.003

Elrokh, E. S. M., Yassin, N. A. Z., El-Shenawy, S. M. A., & Ibrahim, B. M. M. (2010). Antihypercholesterolaemic effect of ginger rhizome (Zingiber officinale) in rats. Inflammopharmacology, 18(6), 309–315. https://doi.org/10.1007/s10787-010-0053-5

Ernst, E., & Pittler, M. H. (2000). Efficacy of ginger for nausea and vomiting: A systematic review of randomized clinical trials. British Journal of Anaesthesia, 84(3), 367–371. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bja.a013442

Faivre Cl., Lejeune R., Staub H., G. P. (2006). Zingiber officinal Roscoe, Phytotherapie, Saunders Company Limited 16 th. Edition, London. Monographie médicalisée (Vol. 2, pp. 99-102 p).

FAO. (2007). Les bonnes pratiques d'hygiène dans la préparation et la vente des aliments de rue en Afrique : Outils pour la formation. Repéré. http://www.fao.org/docrep/pdf/010/a0740f/a0740f01.pdf

Gigon, F. (2012). Le gingembre, une épice contre la nausée. Phytotherapie, 10(2), 87–91. https://doi.org/10.1007/s10298-012-0695-4

Guiraud, J.-P. (2003). Microbiologie alimentaire. Nouvelle présentation Paris.

Iroaganachi M, C.O, E., P.N, O., & N, N. (2015). Effect of Unripe Plantain (Musa paradisiaca) and Ginger (Zingiber officinale) on Blood Glucose, Body Weight and Feed Intake of Streptozotocin-induced Diabetic Rats. The Open Biochemistry Journal, 9(1), 1–6. https://doi.org/10.2174/1874091x01509010001

ISO 1842. (1991). Produits dérivés des fruits et légumes- mesurage du PH.

**JEANTET R., CROUGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G. (2006).** Sciences des aliments. Volume 1. Ed. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.

Jirathana, P. (1998). Constraints experienced by developing countries in the development and application of HACCP. Food Control, 9(2), 97–100. https://doi.org/doi:10.1016/s0956-7135(98)00011-5

Khadidja, I. (2020). L ’ Application du système HACCP - ISO 22000 pour assurer la qualité / sécurité au niveau de l ’ industrie de boissons ( jus de fruits ) ( SPA – NCA Rouiba ) Application of the HACCP- ISO 22000 system to ensure quality / safety in the beverage industry (. Revue d’économie et de Développement Humain, 11(2), 33–48.

Kim H.S., Lee S.H., Byun Y., P. H. D. (2015). 6-Gingerol reduces Pseudomonas aeruginosa biofilm formation and virulence via quorum sensing inhibition. Journal of Scientific Reports, 5, 1–11. http://www.apjonline.in/uploaded/p21.pdf

MEMENTO de l’Agronome. (1991). Ministère de la Coopération et de Development.

Messaoud B. (2006). Mise en place d’un système de gestion pour l’amélioration de la qualité, par la maîtrise des procédés, dans l’industrie agroalimentaire [Université EL HADJ LAKHDAR BATNA]. http://eprints.univ-batna2.dz/1055/1/inj Messaoud BENZOUAI.pdf

Motawi, T. K., Hamed, M. A., Shabana, M. H., Hashem, R. M., & Naser, A. F. A. (2011). Zingiber officinale acts as a nutraceutical agent against liver fibrosis. Nutrition & Metabolism, 8(40), 1–11.

Mouellet Maboulou Rodd Jurah. (2019). Implication des bactéries du genre bacille dans la bioconversion du jus de gingembre (Zingiber officinale Roscoe). 29p.

Nandkangre, H., Ouedraogo, M., & Sawadogo, M. (2015). Caractérisation du système de production du gingembre (Zingiber officinale Rosc.) au Burkina Faso : Potentialités, contraintes et perspectives. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 9(2), 861. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i2.25

Ok, S., & Jeong, W. S. (2012). Optimization of extraction conditions for the 6-shogaol-rich extract from ginger (Zingiber officinale Roscoe). Preventive Nutrition and Food Science, 17(2), 166–171. https://doi.org/10.3746/pnf.2012.17.2.166

Okonta JM, Uboh M, O. W. (2008). Herb-drug interaction: A case study of effect of ginger on the pharmacokinetic of metronidazole in rabbit. Indian. Pharm. Sci., 70, 230–242. http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203

OMS. (1999). Strategies for Implementing HACCP in small and/or less developed businesses. Programme de salubrité alimentaire. Organisation mondiale de la santé.

Oti E., Okwuowulu P.A., O. V. U. & C. G. . (1988). Biochemical changes in ginger (Zingiber officinale roscoe) rhizomes stored under river sand and under dry grass in pits in humid tropics. Trop. Sci., 28, 87–94.

Prasad, S., & Tyagi, A. K. (2015). Ginger and its constituents: Role in prevention and treatment of gastrointestinal cancer. Gastroenterology Research and Practice, 2015, 11. https://doi.org/10.1155/2015/142979

Rachidatou I. BANKOLE et Gisèle TOKPO. (2011). Amélioration de la qualité hygiénique du sirop de gingembre local par l'application des bonnes pratiques de productions.

Rajesh Wilson , Raghavendra Haniadka , Popuri Sandhya , Princy Louis Palatty, and M. S. B. (2013). Bioactive Dietary Factors and Plant Extracts in Dermatology. Nutrition and Health, 1–544. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-167-7

Reid, D. S. (2003). Traditional Indirect Methods for Estimation of Water Content: Measurement of °Brix. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 10(1), 1–5. https://doi.org/10.1002/0471142913.faa0104s10

Richard BONNE. (2003). La gestion globale de l'hygiène dans les IAA : une méthode de facilitation pour la mise en œuvre des prescriptions d'hygiène du codex alimentarius. Bull. Acad. Vet. France, 166(2). https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.4267/2042/51611

Sarr A. (1992). Method for transforming root ginger and its applications. French patent application. FR 2, 664–679.

Singh, G., Kapoor, I. P. S., Singh, P., de Heluani, C. S., de Lampasona, M. P., & Catalan, C. A. N. (2008). Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of Zingiber officinale. Food and Chemical Toxicology, 46(10), 3295–3302. https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.07.017

**SCALABRINO A., (2006).** La méthode HACCP dans le plan de maîtrise sanitaire : Mise en place et contrôle officiel. Université CLAUDE-BERNARD (Médecine-Pharmacie), Ecole nationale vétérinaire de Lyon, France

Smati, I., Rebey, I. B., Hammami, M., Hamdaoui, G., & Tounsi, M. S. (2017). Variation of the quality of lemon ( Citrus limon L .) juice during stage of fruit maturity Variation de la qualité du jus de citron ( Citrus limon L .) au cours de la maturation fruit. 43(1), 2334–

2343.

Soong-Yu Kuo, Rong-Jyh Lin , Yu-Ting Yeh, J.-Y. L. c &, & Chen, C.-Y. (2012). A new phenylalkanoid from the rhizomes of Zingiber officinale. Natural Product Research, 26(14), 1318–1322. https://doi.org/10.1080/14786419.2011.576396

VIGNOLA C-L., (2002). Science et technologie du lait : Transformation du lait. Ed. Ecole Polytechnique, Montréal. Canada

Witherspoon, J. M., & Jackson, J. F. (1996). Analysis of Fresh and Dried Apricot. 18, 111–131. https://doi.org/10.1007/978-3-642-79660-9_7

Yamina FEDALI. (2014). Contribution au Management des risques dans certains secteurs d' activités en Algérie - Cas De l ' Agroalimentaire-. UNIVERSITE EL HADJ LAKHDAR – BATNA.

Yassine El Ammari. (2015). Classement des entreprises agroalimentaires marocaines selon les 13 cat´egories de l'ISO 22003 v 2007 & analyse des contraintes relatives `a la s´ecurit´e des aliments. Universit´e Ibn Tofail,.

Zheng, Y., Liu, Y., Ma, M., & Xu, K. (2008). Increasing in vitro microrhizome production of ginger (Zingiber officinale Roscoe). Acta Physiologiae Plantarum, 30(4), 513–519. https://doi.org/10.1007/s11738-008-0149-3

# ANNEXE

## A. Arbre de décision pour l'identification des CCP

**Q1 :** Existe-t-il un danger à cette étape de fabrication ?

Danger à identifier ← OUI

NON → Ce n'est pas un CCP (Pas de mesure de maitrise spécifique) → stop

**Q2 :** Des mesures préventives sont-elles prises pour le ou les dangers identifies ?

OUI

NON → La maitrise de cette étape est-elle Nécessaire pour la sécurité du produit ?

OUI → **Q3 :** Cette étape élimine- telle ou réduit-elle l'arrivée du ou des dangers à un niveau acceptable ?

NON → Ce n'est pas un CCP → Stop

OUI → **Q4 :** La contamination par le ou les dangers identifiés peut-elle intervenir ou augmenter jusqu'à un niveau inacceptable ?

OUI

NON → Ce n'est pas un CCP → stop

**Q5 :** La ou les étapes suivantes peuvent-elles éliminer le ou les dangers identifiés ou réduire leur réalisation à un niveau acceptable ?

OUI → Ce n'est pas un CCP → stop

NON → Ce n'est pas un CCP

(Messaoud B, 2006)