



UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO

**INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
D'ANTSIRABE VAKINANKARATRA (IES-AV)**



DOMAINE : SCIENCES DE L'INGENIEUR

MENTION GENIE RURAL

PARCOURS : TRANSFORMATION AGRO-ALIMENTAIRE

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de licence



Présenté par : TIANARIVONY Mahefa Hasintsoa

Soutenu le 07 Octobre 2022

Devant les membres du jury composés de :

Président : Docteur ANDRIAMAMPIANINA Herizo Lalaina

Examineur : Madame RAJONSHON Hanitra Malalaso

Encadreur pédagogique : Docteur RAMINOARISOA Eliane Lalao

Encadreur professionnel : Madame HANITRINIAINA Marie Irène



Année universitaire : 2021-2022





UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO

**INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
D'ANTSIRABE VAKINANKARATRA (IES-AV)**



DOMAINE : SCIENCES DE L'INGENIEUR

MENTION GENIE RURAL

PARCOURS : TRANSFORMATION AGRO-ALIMENTAIRE

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de licence



Présenté par : TIANARIVONY Mahefa Hasintsoa

Soutenu le 07 Octobre 2022

Devant les membres du jury composés de :

Président : Docteur ANDRIAMAMPIANINA Herizo Lalaina

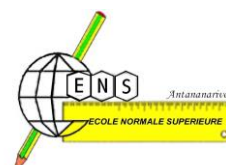
Examineur : Madame RAJONSHON Hanitra Malalaso

Encadreur pédagogique : Docteur RAMINOARISOA Eliane Lalao

Encadreur professionnel : Madame HANITRINIAINA Marie Irène



Année universitaire : 2021-2022



REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie vivement Dieu Tout Puissant de m'avoir guidée et accompagnée tout au long de mes études.

Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes qui m'ont soutenu à la réalisation de ce mémoire qui n'aurait pas été possible sans leurs conseils et leurs appuis, en particulier :

- ✚ Docteur ANTSONANTENAINARIVONY Ononamandimby, Directeur de l'IES-AV, qui nous a autorisés à réaliser ce mémoire.
- ✚ Docteur RAMINOARISOA Eliane Lalao, Enseignante et Chef de la mention Génie Rural à l'Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe-Vakinankaratra (IES-AV), l'encadrant pédagogique.
- ✚ Docteur ANDRIAMAMPIANINA Herizo Lalaina, Enseignant et Chef de parcours Transformation Agro-Alimentaire qui a présidé ce mémoire.
- ✚ Madame RAJONSHON Hanitra Malalaso, Enseignante à l'IES-AV qui a bien voulu examiner mon travail
- ✚ Madame RAZANADRASOA Vololonome Bodomalala, responsable de Laboratoire de l'ENS qui nous a bien accueillis avec gentillesse au sein du laboratoire pendant les analyses.
- ✚ Madame HANITRINIAINA Marie Irène, responsable de la coopérative Fydoux et encadreur professionnel.
- ✚ Directeur Régionale de l'Agriculture et de l'Elevage.
- ✚ Tous les enseignants du parcours Transformation Agro-Alimentaire.
- ✚ Tous mes collègues de promotion pour les bons moments passés ensemble
- ✚ Mes parents, ma sœur, mes frères de m'avoir soutenu moralement et surtout financièrement durant mes études.
- ✚ Tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou loin à l'élaboration de ce travail, nos sincères remerciements.

Merci à tous !!!

RESUME

Le pok-pok «*physalis peruviana* » ou « voanatsindrana » est une baie qui pousse sur Haute Terres Centrales de Madagascar. La baie est peu exploitée en dépit de ses vertus bien connues. En vue d'une meilleure valorisation de ces fruits, nous avons conjointement mené des études au sein de la coopérative Fydoux et du Laboratoire de l'ENS d'Antananarivo pour la mise au point d'une confiture de pok-pok. L'évaluation de rendement de la transformation et le calcul économique simplifié de production sont satisfaisants. Les confitures élaborées ont subi des analyses physico-chimiques et nutritionnelles (Brix, pH, Acidité, teneur en eau, taux de matière sèche, teneur en cendre, teneur en protéines, teneur en lipides et teneur en glucides) dont les résultats ont été déterminés et jugés comme étant conformes aux normes du Codex pour les confitures. Le taux de degré Brix de 70%, le pH de 3, l'humidité de 29.81% ainsi que les valeurs nutritionnelles de protéines de 1.56%, de lipides de 0.58%, de glucides de 67.62% et de cendres 0,03%. De même, la valeur énergétique est de 282.74Kcal. D'après les analyses microbiologiques, il ressort que la confiture obtenue présente une FAMT (Flore Aérobie Mésophile Totale) de 13.10^2 UFC/g des levures (9UFC/g) et moisissures (4UFC/g) et une absence de germes pathogènes. La confiture répond de manière générale aux normes microbiologiques.

Mots clés : pok-pok, *physalis peruviana*, confiture, analyse physico-chimique, valeur nutritionnelle, analyse microbiologique.

ABSTRACT

The pok-pok "*physalis peruviana*" or "voanatsindrana" is a berry that grows on the high central land of madagascar. The berry is little exploited in spite of its well known virtues. In view of a better valorization of these fruits, we have jointly conducted studies at the Fydoux cooperative, the laboratory of the ENS of Antananarivo for the development of a pok-pok jam. The evaluation of the processing yield and the simplified economic calculation of production are satisfactory. The jams elaborated underwent physico-chemical and nutritional analyses (brix, pH, acidity, water content, dry matter content, ash content, protein content, lipid content and carbohydrate content) whose results were determined and judged as being in conformity with the codex standards for jams. The brix level of 70%, ph of 3, moisture of 29.81% as well as the nutritional values of protein of 1.56%, lipids of 0.58%, carbohydrates of 67.62% and ash 0.03%. similarly, the energy value is 282.74kcal. according to microbiological analysis, it appears that the jam obtained has a famt (total aerobic mesophilic flora) of 13.102ufc/g of yeasts (9UFC/g) and molds (4UFC/g) and an absence of pathogenic germs. The jam generally meets the microbiological standards.

Key words: pok-pok, *physalis peruviana*, jam, physicochemical analysis, nutritional value, microbiological analysis.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	i
RESUME	ii
ABSTRACT	iii
LISTE DE TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES ABREVIATION	ix
GLOSSAIRE	xi
INTRODUCTION	1
I. MILIEUX D’ETUDES.....	3
I.1. LIEU D’ETUDE	3
I.1.1. Présentation de la DRAE.....	3
I.1.1.1. Historique.....	3
I.1.1.2. Localisation	3
I.1.1.3. Mission.....	3
I.1.1.4. Organigramme de la DRAE.....	4
I.1.2. Présentation de la coopérative Fydoux.....	4
I.1.2.1. Historique.....	4
I.1.2.2. Localisation.....	5
I.1.2.3. Situation juridique.....	5
I.1.2.4. Objectifs	5
I.1.2.5. Activités	5
I.1.1.6. Organisation	6
I.1.1.7. Produits de la coopérative Fydoux	6
I.1.3. Laboratoire ENS d’Antananarivo	7
I.1.3.1. Localisation	7
I.1.3.2. Descriptions.....	7
I.2. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	7
I.2.1. Généralité sur le Pok-pok.....	7
I.2.1.1. Définition	7
I.2.1.2. Historique et origine	7
I.2.1.3. Caractères botanique du pok-pok.....	7
I.2.1.4. Ecologie	12
I.2.1.5. Culture de la plante	12
I.2.1.6. Importance du pok-pok	13
I.2.1.7. Utilisations	15

I.2.1.8.	Production du pok-pok	15
I.2.2.	Conservation par le sucre	16
I.2.2.1.	Définition	16
I.2.2.2.	Sucre	17
I.2.2.3.	Principaux facteurs influençant la qualité des produits	17
I.2.3.	Généralité sur la confiture.....	18
I.2.3.1.	Historique	18
I.2.3.2.	Définition	19
I.2.3.3.	Caractéristiques.....	19
I.2.3.4.	Compositions	19
I.2.3.5.	Altération de la confiture	22
II.	MATERIELS ET METHODES	23
II.1.	MATERIELS	23
II.1.1.	Matériels de fabrication.....	23
II.1.2.	Matériels de laboratoire	24
II.2.	METHODES	24
II.2.1.	Procédé de fabrication	24
II.2.1.1.	Etape de fabrication de la confiture pok-pok	24
II.2.1.2.	Diagramme de fabrication de confiture.....	29
II.2.1.3.	Calcul de rendement de fabrication.....	29
II.2.2.	Analyses Physico-chimiques	30
II.2.2.1.	Teneur en eau et matière sèche	30
II.2.2.2.	Détermination de l'acide titrable.....	31
II.2.2.3.	Détermination du pH.....	32
II.2.2.4.	Détermination de teneur en cendres	32
II.2.2.5.	Détermination de degré Brix	33
II.2.3.	Analyses Nutritionnelles	33
II.2.3.1.	Détermination de protéines totales.....	33
II.2.3.2.	Détermination de la teneur en lipides.....	34
II.2.3.3.	Détermination de la teneur en glucides totaux	35
II.2.3.4.	Détermination de valeur énergétique	36
II.2.3.5.	Dosage par vitamine C	36
II.2.4.	Analyses microbiologiques	37
II.2.4.1.	Préparation de suspension mère	37
II.2.4.2.	Préparation de dilution en cascade	38
II.2.4.3.	Recherches et dénombrements	38

II.2.4.4.	Expressions des résultats	41
II.2.4.5.	.Plan d'échantillonnage en 2 classe.....	42
II.2.5.	Evaluation économique simplifié	42
III.	RESULTATS ET INTERPRETATIONS	43
III.1.	PRESENTATION DU PRODUIT OBTENUE et RENDEMENT GLOBALE DE FABRICATION.....	43
III.2.	ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	43
III.3.	VALEUS NUTRITIONNELLES	44
III.4.	ANALYSES MICROBIOLOGIQUES	45
III.5.	SUR LE CALCUL ECONOMIQUE SIMPLIFIE	46
III.5.1.	Estimation des coûts des productions	46
III.5.2.	Estimation de recettes	46
III.5.3.	Estimation des marges de bénéfice	47
IV.	DISCUSSIONS ET SUGGESTIONS	48
IV.1.	DISCUSSIONS	48
IV.1.1.	Procédé de fabrication.....	48
IV.1.2.	Paramètres physico-chimiques	48
IV.1.3.	Valeurs nutritionnelle.....	50
IV.1.4.	Qualité microbiologique	50
IV.1.5.	Evaluation économique simplifié.....	51
IV.1.6.	Analyses FFOM	52
IV.2.	SUGGESTIONS	53
	CONCLUSION.....	54
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	55
	WEBIOGRAPHIQUES.....	57
	ANNEXES	I
Annexe 1	Variétés de physalis.....	I
Annexe 2	: Différents types de sucres autorisés dans la confiture.....	III
Annexe 3	: Etiquetage.....	III
Annexe 4	: Matériels de fabrication.....	IV
Annexe 5	: Matériels de laboratoire	V
Annexe 6	: dilution en cascade	VII

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1 systématique du pok-pok (<i>physalis peruviana</i>)	8
Tableau 2 valeur nutritionnelle pour 100g de baie du pok-pok	13
Tableau 3 Influence de la teneur en sucres dans la confiture.....	20
Tableau 4 Inconvénient d'une mauvaise acidité dans la confiture	21
Tableau 5 Origines de l'altération des confitures	22
Tableau 6 Matériels de fabrication et utilisations	23
Tableau 7 Listes des matériels, réactifs, milieux	24
Tableau 8 Influence de la durée de cuisson sur la confiture	27
Tableau 9 Rendement de confiture obtenue.....	43
Tableau 10 Résultats d'analyses physico-chimiques.....	43
Tableau 11 Résultats d'analyses nutritionnelles.....	44
Tableau 12 Résultats d'analyses microbiologiques	45
Tableau 13 Estimation des coûts des productions.....	46
Tableau 14 Estimation de recettes.....	46
Tableau 15 Estimation des marges de bénéfice	47
Tableau 16 Analyses FFOM	52
Tableau 17 Différents types des espèces du <i>physalis</i>	1

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Organigramme de la DRAE.....	4
Figure 2 Organigramme de la coopérative Fydoux.....	6
Figure 3 Feuille du pok-pok.....	8
Figure 4 Fleur du pok-pok	9
Figure 5 Fruits du pok-pok.....	10
Figure 6 Graines du pok-pok.....	10
Figure 7 Région productrice du pok-pok à Madagascar	16
Figure 8 Sorbate de potassium E202.....	21
Figure 9 Confiture du pok-pok cuite.....	26
Figure 10 Mélange de la confiture en ébullition	26
Figure 11 Pasteurisation de la confiture.....	28
Figure 12 Stérilisation des bocaux	28
Figure 13 Diagramme de fabrication de confiture	29
Figure 14 Physalis pruinosa.....	II
Figure 15 Physalis ixocarpa	II
Figure 16 Physalis peruviana.....	II
Figure 17 Physalis alkekengi.....	II
Figure 18 Etiquette de confiture de pok-pok.....	III

LISTE DES ABREVIATION

°**Brix** : degré Brix

°**C** : degré Celsius

AFNOR : Association Française de Normalisation

Ar ; Ariary

CE : Charge d'Etude

CIRAE : Circonscription de l'Agriculture et de l'Elevage

cm : centimètre

CTHA : Centre Technique Horticole d'Antananarivo

DRAE : Direction Régionale de l'Agriculture et Elevage.

ENS : Ecole Nationale Supérieure

FFOM : Forces Faiblesses Opportunités Menaces

FMAT: Flore Aérobie Mésophile Totale

g : gramme

HEA : Hektoen Enteric Agar

ISO: Organisation Internationale de Normalisation

mg : milligramme

min : minute

ml : Millilitre

N : normalité

NF : Norme Française

η : rendement

PCA : Plate Count Agar

PDA : Potato Dextose Agar

pH : potentiel Hydrogène

PRMP : Personne Responsable de la Passation de Marché

RVS : Rappaport Vassiliadis Soja

SRA : Service Régional de l'Agriculture

SRAFP : Service Régional Administratif, Financier et du Patrimoine

SRE : Service Régional de l'Elevage

SRGR : Service Régional du Génie Rural

SRSISE : Service Régional du Système d'Information et du Suivi Evaluation

TBX : Tryptone Bile X-glucuronide

TVA : Technicien de Vulgarisation Agricole

UECRU : Unité Environnement Climat et Réponse aux Urgences

UFC : Unité Formant une Colonie

URSTAT : Unité Régionale des Statistiques Agricoles

GLOSSAIRE

°**Brix** : unité qui mesure le taux de matières sèches solubles contenu dans une solution sucrée.

Aisselle : intérieur de l'angle formé par une feuille avec un rameau, un rameau avec une branche, une branche avec une tige, etc.

Baie : fruit entièrement charnu dont les graines ou pépins sont noyés dans la chair.

Calice : enveloppe extérieure de la fleur, composée de sépales, soit libres, soit diversement soudés entre eux.

Campanulée : une ravissante fleur en forme de cloche ou d'étoile.

Capelée : une feuille spécialisée à vocation femelle présente chez toutes les plantes à ovules.

Corolle : enveloppe interne de la fleur, ordinairement colorée, composée de pétales libres ou diversement soudés entre eux.

Entérobactérie : bacilles à Gram négatif retrouvés partout dans le sol, dans l'eau, et surtout dans l'intestin de l'homme et des animaux. Elles sont l'une des plus importantes familles de bactéries.

Entérotoxines : une substance toxique produite par un organisme susceptible de provoquer des troubles intestinaux lors de sa diffusion dans le système digestif. Ces toxines adhèrent à l'épithélium intestinal de l'intestin grêle.

Etamines : organes reproducteurs mâles des plantes en fleur.

Glabre : organe dépourvu de poils et qui n'a pas non plus de duvet.

Incas : ensemble des peuples qui vivaient sur le territoire du plus puissant des empires amérindiens des Andes, avant la conquête espagnole du XVI^{ème} siècle.

Inoculum : un échantillonnage de micro-organismesensemencé dans un milieu de culture biologique par inoculation.

Pathogène : Qualifie ce qui provoque une maladie ou bien un germe capable de déterminer une infection.

Pétiole : partie différenciée de la feuille reliant le limbe à la tige.

pH : Échelle de notation pour indiquer le taux d'acidité du sol.

Plante hermaphrodite : plante à deux organes sexuels.

Pubescente : couvert d'un duvet de poils fins et courts

Radicule : forme embryonnaire de la racine principale d'une plante.

Rendement : production évaluée par rapport à un investissement.

Sépales : petites feuilles qui entourent la fleur de couleur verte.

INTRODUCTION

Les fruits occupent une place prépondérante dans l'alimentation humaine en tant qu'une des principales sources de vitamines et de sels minéraux. Ils sont des denrées alimentaires saisonnières qui s'altèrent facilement. Ils ne sont disponibles que pendant une courte période de l'année (RAOLIMANANTSOA, 2016). Parmi ces fruits, il y a le pok-pok « *Physalis peruviana* » connu sous le nom commun Malagasy « Voanatsindrana ». Ce fruit est déjà très populaire pour son goût spécifique, mais surtout pour ses vertus thérapeutiques. D'autant plus dû vertus, les paysans commencent actuellement à cultiver le pok-pok. Ils ne se contentent plus de la collecte des fruits sauvages (RAVELOJAONA, 2014). Ainsi pour éviter les fruits gâchés lors des saisons des récoltes et pour donner plus de valeur ajoutée au pok-pok, ils peuvent être transformés en des produits conservables (RANIVOMALALA, 2016).

A Madagascar, les procédés de transformation sont très importants, car une grande partie des fruits à sa production élevée sur une période courte est perdue du fait de l'insuffisance du système de conservation. Les hommes ont des moyens de transformation et de conservation simples avec le minimum de matériels utilisés (FOUYE, 2014). La confiture est l'une de méthode de conservation des fruits la plus appréciée et la plus ancien au monde. La confiture est un des techniques de conservation par le sucre, c'est une préparation à base de fruits et de sucre avec des proportions bien définies. (RAZAFIHOLOMANANA, 2011).

Cette étude a été centrée sur le cas de la confiture de pok-pok. Elle est réalisée au sein de la coopérative Fydoux accompagné par la DRAE qui produise des produits artisanaux. Pour améliorer la confiture de pok-pok, une question se pose : «quels sont les paramètres qui déterminent la qualité de la confiture ?». Pour mieux répondre, notre thème s'intitule sur « analyses de la production et l'importance de la confiture de pok-pok ».

L'objectif global de cette étude est de contribuer au développement de l'agro-transformation à Madagascar à travers la production. Pour atteindre cet objectif, trois hypothèses sont menés : la transformation de pok-pok en confiture est faisable à petite échelle. La confiture de pok-pok est de bonne qualité physico-chimique et microbiologique. Et le procédé résultant conserver les valeurs nutritionnelles caractérisant le pok-pok. Les objectifs spécifiques sont d'identifier le procédé de transformation en confiture plus approprié et de voir l'importance socioéconomique.

Pour bien présenter la recherche, le travail est structuré en quatre grandes parties. La première partie rapporte les milieux d'études. La deuxième partie parlera de matériels et méthodes. La troisième partie montrera les résultats et interprétations obtenus à partir de ces méthodes. Et enfin, dans la quatrième partie se trouveront les discussions et suggestions.

I. MILIEUX D'ETUDES

I.1. LIEU D'ETUDE

I.1.1. Présentation de la DRAE

I.1.1.1. Historique

Déjà durant le début de la République de Madagascar ; le Ministre de l'Agriculture existant. Il est parfois associé avec d'autres domaines comme : le domaine et la topographie, la pêche, l'élevage et d'autres encore.

Mais en 2016, suivant le décret numéro 2016-295 du 26 Avril 2016, il est associé avec l'Elevage et sa ramification au niveau régional est la Direction Régionale de l'Agriculture et l'Elevage. Celle-ci est alors chargée de la mise en œuvre de la politique du Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage comme toute autre DRAE au niveau des 22 régions. La DRAE du Vakinankaratra est une structure dépendante de l'organisation gouvernementale. Elle est basé à Antsirabe 1 et couvrant les districts d'Ambatolampy, Antsirabe I, Antsirabe II, Antanifotsy Betafo, Mandoto et Faratsio.

I.1.1.2. Localisation

La DRAE du Vakinankaratra se situe à Ambaniandrefana à 2Km à l'Ouest de la ville d'Antsirabe à côté de l'usine brasserie STAR sur la Route National 34.

I.1.1.3. Mission

Elle est le représentant du Ministère auprès de la Présidence en charge de l'Agriculture et d'Elevage dans la Région Vakinankaratra. Elle a pour mission de :

- représenter le Ministre au niveau de la Région,
- développer les systèmes agricoles et d'élevages (de la production à la commercialisation),
- établir un environnement favorable au développement de l'agriculture et de l'élevage dans la Région,
- développer les aptitudes dans les secteurs publics et privés,
- créer des alliances pour négocier des ressources et identifier des opportunités commerciales nécessaires.

1.1.1.4. Organigramme de la DRAE

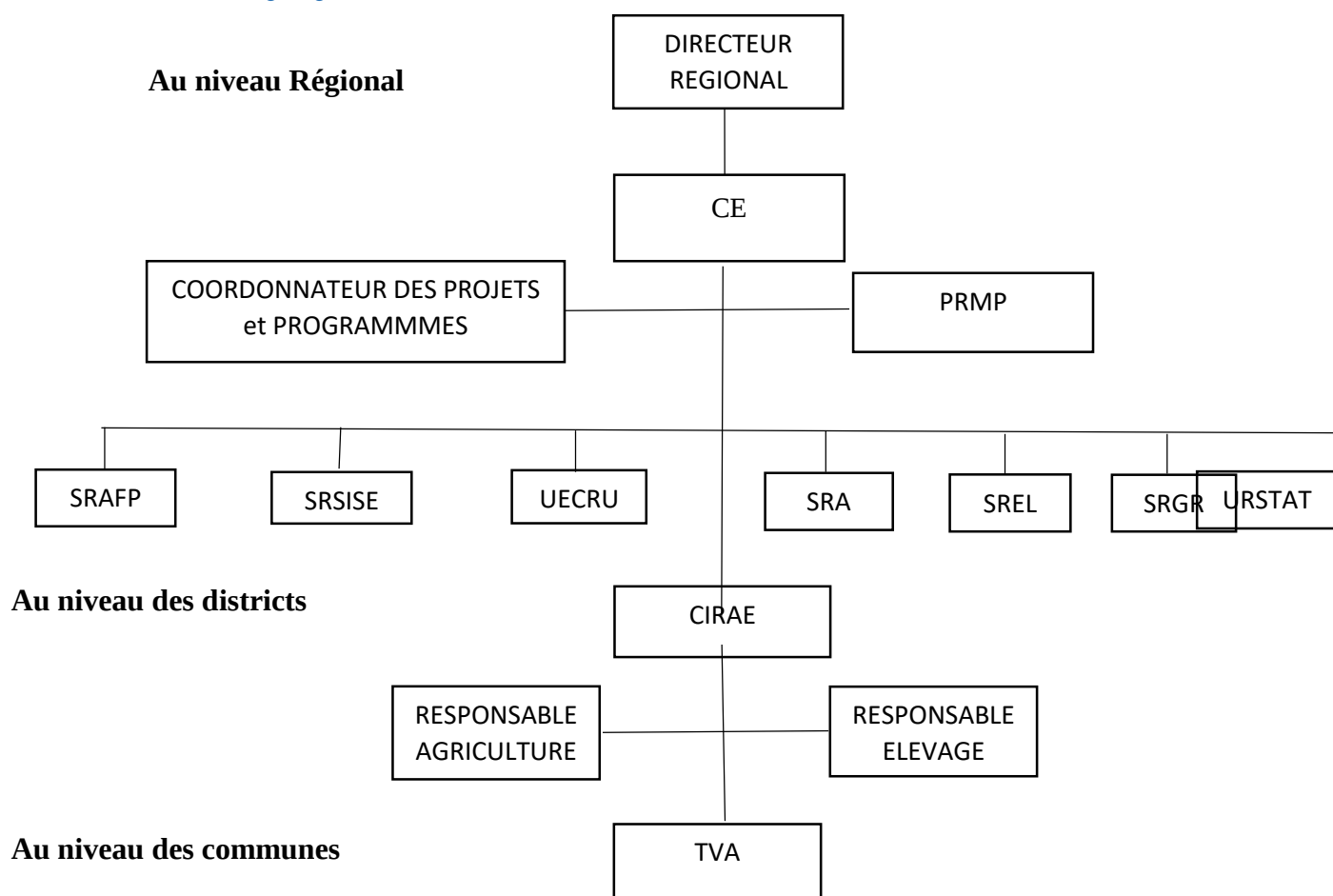


Figure 1 Organigramme de la DRAE

Source : DRAE

1.1.2. Présentation de la coopérative Fydoux

1.1.2.1. Historique

La coopérative Fydoux a été officiellement créée en 2011 dans le District d'Antsirabe I dans la Région Vakinankaratra.

Le 05 Avril 2011, le Directeur régional de l'industrie, du commerce et de l'artisanat certifie que la coopérative chargée de la transformation des produits agricoles (fruits, légumes, manioc,...) du lait, de la viande et de commerce est dénommée coopérative Fydoux. La coopérative doit respecter les lois existantes en vigueur, concernant les changements de son siège et ses règles de statut.

Elle a pour but de promouvoir l'intégrité et la participation active des membres dans le développement transformation agro-alimentaire.

I.1.2.2. Localisation

Le centre d'activités de la coopérative se trouve à fokontany Ivory Antsirabe Lot 120 E 186 et sur le bord de la Route Nationale 34 (RN34) à côté de FOFAMA.

I.1.2.3. Situation juridique

De par sa taille, la coopérative est une petite entreprise de groupe de personnes. Elle comporte sept (07) membres permanents qui constituent les actionnaires.

I.1.2.4. Objectifs

La coopérative Fydoux a pour objectifs de :

- améliorer la vie des producteurs et artisans agro-alimentaire ; chaque membre peut produire et vendre son produit au nom de la coopérative Fydoux, mais doit apporter une partie des bénéfices à la coopérative, ce bénéfice étant communiqué à tous les membres lors de l'assemblée,
- développer les activités de production agricole et d'élevage et de l'artisanat axé sur la transformation des produits agricoles : fruits, légumes, lait, soja, pomme de terre, blé,
- maîtriser les procédés de transformation des aliments et les technologies associées,
- former les membres à produire des produits de qualité, contribuer au développement du milieu rural.

I.1.2.5. Activités

L'activité de la coopérative est tout ce qui est possible pour atteindre directement ou indirectement les objectifs qu'elle vise de la :

- transformation des produits agricoles par l'ensemble des membres,
- préparation par chaque membre du produit transformé pour la consommation,
- accompagnement et formation des adhérents en fonction de leurs besoins, et des besoins de l'organisation,
- vendre des produits fabriqués par les membres ensemble ou préparés par des membres individuels comme aliments comestibles.

I.1.1.6. Organisation

La structure administrative de la coopérative se présente dans la figure suivante :

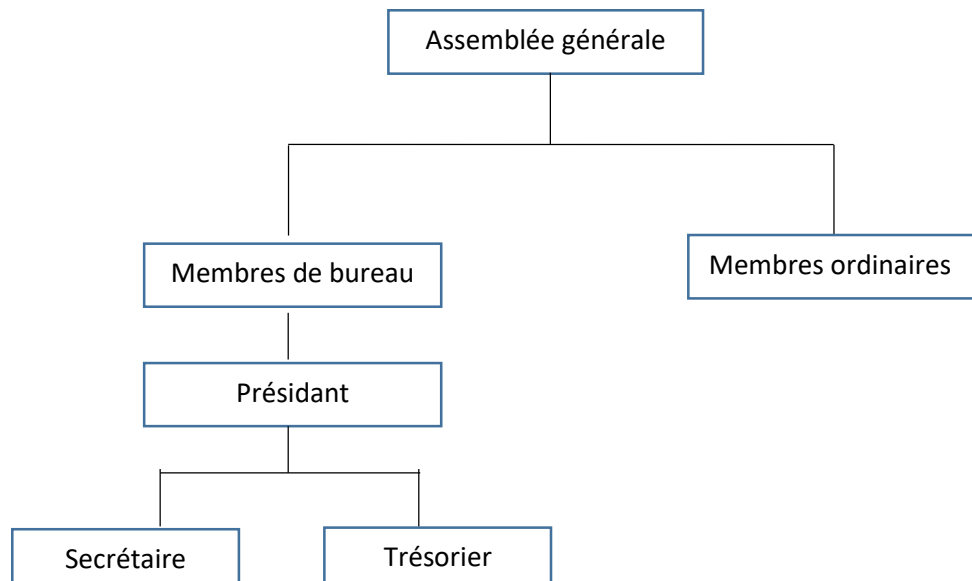


Figure 2 Organigramme de la coopérative Fydoux

Source : Coopérative Fydoux

- Les membres de bureau sont composés d'un président, d'un secrétaire et d'un trésorier. Ils assurent l'administration générale de la coopérative. Le président représente la coopérative dans toutes les réunions où elle participe. Les membres de bureaux s'occupent de l'information des membres pendant la réunion sur les idées ou les programmes à réaliser par la coopérative.
- Les propositions des membres de bureaux sont décidées par l'assemblée générale.

I.1.1.7. Produits de la coopérative Fydoux

En général, les différents produits fabriqués par la coopératives sont à base de :

- Fruits : confiture, sirops, pâtes de fruits, fruits séchés, vinaigre de cidre, rhum arrangé, et fruits au sirop,
- Légumes : légumes séché, ketchup, pickles
- Lait : yaourt, glace, fromage, beurre, bonbon de lait, confiture de lait
- Tubercules : farine de manioc, farine de patate douce, poudre de soja

I.1.3. Laboratoire ENS d'Antananarivo

I.1.3.1. Localisation

L'ENS d'Antananarivo se situe dans le quartier d'Ampefiloha, et est rattachée à Universitaire d'Antananarivo. La politique générale de l'ENS est définie en application des objectifs généraux de développement de l'enseignement supérieur.

I.1.3.2. Descriptions

Deux laboratoires sont répartis au sein de l'ENS d'Antananarivo. L'un, c'est un laboratoire physique qui travaille sur les analyses physico-chimiques et l'autre, un laboratoire sciences qui a fait les analyses microbiologiques.

I.2. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.2.1. Généralité sur le Pok-pok

I.2.1.1. Définition

Le pok-pok est une plante herbacée. Il est une baie jaune orangée, recouverte d'une fine membrane ou calice enrobant non comestible de nature similaire à celle du papier. Il est aussi généralement toxiques, mais une parfois arrivés à certaine maturité il est devient comestible.

I.2.1.2. Historique et origine

Le pok-pok est une espèce originaire de l'Amérique du Sud. Il est connu depuis l'époque des Incas. C'était l'une des plantes privilégiée du jardin des nobles et elle a particulièrement été cultivée dans la Vallée Sacrée des Incas (RAMAROSON, 2013). Il peut être trouvé dans la plupart des continents sous les tropiques, notamment en Afrique, en Asie et dans les Amériques. Il s'est adapté dans les régions tropicales du monde entier et il a été largement introduit en culture dans d'autres régions tropicales, subtropicales et même des zones tempérées (SHEIKHA, 2011). À Madagascar, il pousse spontanément sur les hautes terres centrales, dans les régions Atsinanana, Boeny, Haute Matsiatra et Atsimo Andrefana (HARIMALALA, 2021).

I.2.1.3. Caractères botanique du pok-pok

I.2.1.3.1. Classification

Le pok-pok est une plante appartenant à la famille des SOLANACEES du genre *physalis*. Ce genre *Physalis* regroupe de nombreuses espèces comme *ixcocarpa*, *alkekengi*, *pruinosa* mais l'espèce étudiée est *peruviana* (RANDRIAMANANTSOA, 2015). La position systématique de pok-pok est représentée dans le tableau 1.

Tableau 1 systématique du pok-pok (*physalis peruviana*)

Règne	VEGETAL
Sous-règne	TRACHEOBIONTA
Embranchement	ANGIOSPERMES
Classe	MAGNOLIOPSIDA
Sous-classe	ASTERIDAE
Ordre	SOLANALES
Famille	SOLANACEAE
Genre	<i>Physalis</i>
Espèce	<i>Peruviana</i>
Noms vernaculaires	pok-pok, groseille du cap, lanterne japonaise, cerise de terre (en français), voanatsindrana, pokipoky (en malgache)

Source : RANDRIAMANANTSOA, 2015

I.2.1.3.2. Morphologie

Le pok-pok « *physalis peruviana* » est une plante herbacée vivace. Elle est dressée et est entièrement pubescente avec des poils simples. L'arbuste a une hauteur moyenne de 45-90 cm qui peut atteindre 100- 105cm (RAMAROSON, 2013).

a) Feuille

Les feuilles sont simples et alternes. Les feuilles du pok pok en forme de cœur (Figure 3) sont pétiolées de longueur 3à 6cm, légèrement dentée, persistantes, pointues et recouvertes d'un léger duvet (RAMARSON, 2013).



Figure 3 Feuille du pok-pok

Source : Auteur, 2022

b) Fleur

Les fleurs du pok-pok sont des fleurs solitaires insérées à l'aisselle de ramifications. Elles sont portées par un pédoncule glabre, de 7 à 10 mm de long. Le calice long de 3mm, est formé de 5 sépales soudés en coupe à la base et se terminant par 5 dents triangulaires. La corolle est campanulée, formée de 5 pétales soudés. La corolle mesure 10 à 15 mm étant de couleur jaune avec une tache noire en forme d'œil à la base des pétales. Les 5 étamines sont insérées dans le tube de la corolle en alternance avec les pétales (RAMARSON, 2013). La figure 4 représente la fleur du pok-pok.

Le pok-pok est une plante hermaphrodite dont la formule florale est la suivante : 5 sépales + 5 pétales + 5 étamines + 2 carpelles (http 1).



Figure 4 Fleur du pok-pok

Source : <http://fr.wikipedia.org/>

c) Fruits

Les fruits de pok-pok est une baie de 1 à 2cm de diamètre, la couleur jaune-orangée à maturité et contenant de nombreuses petites graines. Cette baie est entourée un calice non comestible, de couleur verte, qui se dessèche et vire au marron à maturité. Il est de saveur sucrée, aromatique et légèrement aigrelette. La figure 5 ci-dessous montre les fruits de pok-pok.



Figure 5 Fruits du pok-pok

Source : Auteur, 2022

d) Graine

Les gaines sont plates et lenticulaires, d'un diamètre de 1mm. Le tégument (paroi externe des graines) est de couleur orange et finement alvéole (http 1). La figure suivante presente les graines de pok-pok.

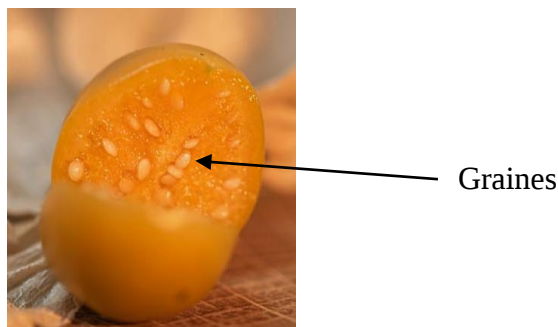


Figure 6 Graines du pok-pok

Source : <http://fr.wikipedia.org/>

I.2.1.3.3. Physiologie

a) Germination

La germination est le stade de levée qui mène la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement. A température ambiante comprise entre 18 et 24°C la germination s'effectue au bout de 10 à 15 jours. Au-dessus du sol apparaissent la tigelle et deux feuilles cotylédonaire simples et opposées. Dans le sol, la radicule possède un manchon de poils absorbants bien visible (RANDRIAMANANA, 2003).

b) Phase de croissance

La croissance est l'augmentation de dimension d'un végétal. La radicule s'allonge et prend l'aspect d'un filament blanchâtre sur lequel apparaissent des racines secondaires. Les trois premières vraies feuilles apparaissent et ne sont bien développées que vers le 15 au 21ème jour. Les plants atteignent la hauteur de 15 cm et c'est le moment de la repiquer dans des pots plus larges. Les cultures sont implantées en extérieur, à leur place définitive un mois et demi après le repiquage. Les plants sont aux environs de 80 cm de haut. Les plants plus fragiles sont assistés avec un tuteur. (RAVELOJAONA, 2015)

c) Floraison

La floraison est le développement des ébauches florales. C'est le passage de l'état végétatif à l'état reproducteur. A un certain moment de la croissance de la plante, le pok-pok entre en parallèle avec la mise à fleur. (RAMARSON, 2015)

d) Fructification et maturation du fruit

Le calice est accrescent, en effet il continue à croître après la floraison pour envelopper le fruit. Dans des conditions écologiques favorables, une seule plante peut produire 300 fruits. Après les chutes de fleurs, le calice se dilate, formant finalement une enveloppe. La baie issue de deux carpelles soudés est complètement charnue. Les placentas sont au centre et portent les graines. La maturation du fruit se caractérise par le grossissement du fruit et le changement de couleur du vert au jaune orangé. La lumière intense permet la synthèse active de matière organique qui est transporté rapidement vers les fruits en croissance. Lorsque le calice devient complètement brun-jaune et sec, cette dernière s'entrouvre pour laisser apparaître le fruit rond, jaune orangé. C'est la partie comestible, au goût légèrement acidulé (RAMAROSON, 2015).

I.2.1.4. Ecologie

Le pok-pok est une espèce relativement rustique, s'accommodant de nombreuses écologies. Elle est capable de croître dans une large gamme d'altitude de 3300m au-dessus du niveau de la mer et peut résister à des températures basses en subissant des dommages irréparables en dessous de 0°C (RANDRIAMANANTSOA, 2015).

a) Conditions climatiques

Le *Physalis peruviana* pousse à l'état sauvage dans les régions tempérées ou chaudes. Ces exigences en sont proches de celle des tomates, il faut des emplacements les plus chauds et les plus lumineux.

La plante a besoin d'une température optimale de 18°C pour pousser, elle ne supporte pas longtemps les températures inférieures à 10°C et peut tolérer jusqu'à 30°C (RAVELOJAONA, 2015).

b) Conditions pédologiques

Le pok-pok craint les sols mal drainés et asphyxiants. Il se développe mieux sur un sol de type sablo-limoneux ou de type argilo-limoneux et préférence de pH neutre. C'est une espèce relativement rustique, s'accommodant de nombreuses écologies. Il est très peu exigeant en nutriments et en eau du fait de sa rusticité. Cependant, la plante a besoin d'être arrosée de manière uniforme afin d'avoir des fruits de qualité. Cependant pour une croissance optimale et afin d'avoir des fruits de qualité, la plante demande 20mm de quantité d'eau par semaine et un apport d'engrais entraîne un développement trop important des feuilles et diminue la floraison (RANDRIAMANANA, 2003).

I.2.1.5. Culture de la plante

Afin d'avoir des fruits de bonne qualité, les conditions de cultures sont :

- La fertilisation : Le *Physalis* ne donne pas de meilleur rendement, s'il reçoit un apport d'azote. Il faut une dose réduite d'engrais.
- L'irrigation : La plante a besoin d'être arrosée de manière uniforme. L'irrigation peut être réduite lorsque les fruits arrivent à maturité. Néanmoins il faut éviter l'excès d'eau.
- Le taillage : il faut effectuer un taillage de la base et retirer les axillaires des feuilles de la base, jusqu'aux premières ramifications. (RAVELOJAONA, 2015)

I.2.1.6. Importance du pok-pok

I.2.1.6.1. Valeurs nutritionnelles

Le pok-pok est un fruit très apprécié pour sa richesse nutritionnelle. Pour 100 g de partie comestible du fruit entier, l'apport énergétique du pok-pok est égal à 88,72 kilocalories, une valeur qui est considérée comme élevée. Les principaux constituants du fruit sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 valeur nutritionnelle pour 100g de baie du pok-pok

Valeurs alimentaire (en g)	
Eau	80.97± 1.65
Glucide	13.22
Protéine	1.85± 0.31
Lipide	3.16 ± 0.32
Fibre	4.90
Principaux minéraux et oligo-éléments (en mg)	
Fer	1.47±0.18
Cuivre	0.28±0.03
Zinc	0.49±0.08
Potassium	347.70± 2.50
Phosphore	55.30
Calcium	8
Manganèse	0.26±0.02
Vitamine (en mg)	
Vitamine A	0.90
Vitamine C	43
vitamine B1	0.101
Vitamine B2	0.032

Source : RAVELOJAONA, 2015

Les baies de pok-pok sont constituées de 80% d'eau. Ils ne contiennent que 0,3 à 1,8% de protéines. La quantité de glucides dans le fruit n'est que de 11 à 16%, celle des fibres est de 0,4 à 4,9%. Le taux de fructose est élevé, rendant le fruit intéressant pour les diabétiques (HARIMALALA, 2021). Ce fruit a un taux exceptionnel en phosphore. Il est également une très bonne source de matières minérales constituées en majorité par du

potassium (RAMAROSON, 2015). Le petit fruit jaune orangée est une réserve de minéraux et oligo-éléments. Il est riche en vitamine A, B, C, en bêta-carotène, et en pectine (HARINIRINA, 2009). *Physalis peruviana* est une importante source de composés phénoliques, de flavonoïdes (SHEIKHA, 2010). Les composés phénoliques participent aux propriétés organoleptiques, ils jouent un rôle important dans la maturation des fruits, la prévention du brunissement enzymatique et la conservation des aliments (HARIMALALA, 2021). Concernant l'élément en acide gras, les baies de pok-pok sont constituées essentiellement d'acides gras polyinsaturés dont la majeure partie est composée d'acide linoléique, suivi des acides gras mono-insaturés dominés par l'acide oléique et enfin des acides gras saturés dont le composant le plus important est l'acide palmitique avec une proportion de 9,38. Les fruits du *Physalis peruviana* contiennent en tout 2% d'huile, dont 90% dans la graine et seulement 10% dans la pulpe du fruit. (RAMAROSON, 2013).

I.2.1.6.2. Antioxydant

Les propriétés antioxydantes du pok-pok sont associées à la capacité antioxydante des polyphénols présents dans le fruit et à la capacité de certains minéraux comme le zinc.

I.2.1.6.3. Toxicologie

Le pok-pok est une baie non comestible et légèrement toxique lorsqu'il est encore vert et peut entraîner des troubles intestinaux (diarrhée, fièvre, gastro-entérite, douleur abdominale) dans le cas d'ingestion de quantités importantes (RAVELOJAONA, 2015).

I.2.1.6.4. Conservations

Grâce au calice qui entoure le fruit, ce dernier peut être conservé environ 2 mois, dans une pièce fraîche et aérée. Au réfrigérateur, le pok-pok se conserve au maximum une semaine.

I.2.1.6.5. Vertus

L'importance du pok-pok est basée sur sa teneur en minéraux et en vitamines qui sont nécessaires pour la croissance, le développement et le fonctionnement correct des différents organes humains. Dans la médecine traditionnelle, le *Physalis peruviana* permet ainsi de renforcer le nerf optique et soulager les maux de gorge. Il favorise le traitement des personnes atteintes de prostate, purifie le sang et possède un effet hypoglycémiant. (RANDRIAMANANTSOA, 2015)

Il est utilisé contre les infections rénales et celles des voies urinaires, ainsi qu'en cas de rhumatismes ou de goutte pour ses propriétés laxatives, antirhumatismales, diurétiques, expectorantes et sudorifiques. (SHEIKHA, 2010). Il est recommandé pour les personnes souffrant de tout type de diabète. Il offre un apport important en bêta-carotène, qui contribue à la bonne santé des os, des dents et de la vision. Il possède également une très forte concentration en antioxydants qui neutralisent les radicaux libres dans les corps (RAVELOJAONA, 2015).

Le fruit du pok-pok est employé pour traiter empiriquement le cancer et d'autres maladies comme l'hépatite, l'asthme, la malaria et la dermatite. Les calices du pok-pok sont aussi largement reconnus pour ses propriétés anticancéreuses, antimicrobiennes et antipyrétiques. Les feuilles renferment des flavonoïdes aux propriétés sédatives et fébrifuges, leur décoction sert comme diurétique et antiasthmatic (RAMAROSON, 2013).

1.2.1.7. Utilisations

Le fruit du pok-pok est connu pour ses qualités organoleptiques, surtout pour sa couleur jaune orangée, sa saveur acidulée, aromatique et légèrement aigrelette. Il se consomme nature ou frais, en salade ou en cocktail. Il entre dans la composition de divers mets et pour faire des tartes, des sorbets et de la crème glacée. Il est utilisé pour la fabrication d'une très vaste gamme de produits pour favoriser sa conservation (confiture, gelée, marmelade, chutneys, jus, nectars, pok-pok au sirop, sirop de pok-pok...). Sa richesse en acides gras poly-insaturés offre une occasion d'en faire une huile.

Pour la plante, Le pok-pok est un fongicide très performant contre la rouille et l'oïdium des cultures légumières (HARINIRINA, 2021).

1.2.1.8. Production du pok-pok

1.2.1.8.1 Production dans le monde

La Colombie est le premier pays producteur de pok-pok dans le monde, 12 000 tonnes sont produites chaque année pour une superficie totale de 800 hectares. Dans ce pays, le pok-pok pousse spontanément dans les forêts. Une grande partie de la production est autoconsommée.

Mais il existe aussi des grandes plantations pour l'exportation. L'Afrique du sud, la Nouvelle Zélande, le Zimbabwe, le Kenya et l'Equateur exportent également du physalis, mais irrégulièrement (SHEIKHA, 2010).

I.2.1.8.2. Production à Madagascar

A Madagascar le pok-pok est resté longtemps un fruit peu connu et sous-exploité. Actuellement, le commerce du pok pok se fait en majorité au niveau local et son exploitation est encore limitée dans la plupart des cas (RAVELOJAONA, 2014).

La principale zone productrice de pok-pok est Vakinankaratra soit 50% de production totale. La culture du pok-pok se concentre sur les Hautes Terres Centrales. Le CTHA estime en 2003 la production nationale annuelle à environ 20 tonnes récoltées entre décembre et Juillet. Son commerce se limite essentiellement à la vente de fruits sauvage cueillis sur les Hautes terrés dans trois bassins de production : Anjiro, d'Antananarivo, Antanifotsy et Ambositra / Ambatofinandrahana (RAMANANAMIDONA, 2004). Ainsi, en 2006, la production nationale a augmenté jusqu'à 30 tonnes, réparties sur zones représentées par la figure suivante:

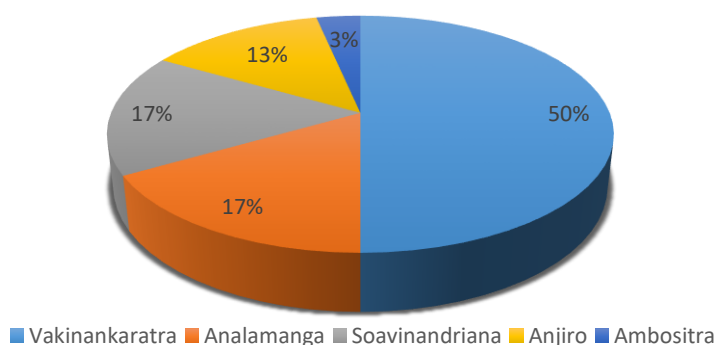


Figure 7 Région productrice du pok-pok à Madagascar

Source : RAMARSON, 2015

I.2.2. Conservation par le sucre

I.2.2.1. Définition

La conservation par sucre ne peut se faire qu'à chaud, c'est une technique très ancienne connue avant la naissance des industries de conserve. L'aliment doit perdre par évaporation une partie de l'eau qu'il contient et le sucre doit se dissoudre pour se lier aux molécules d'eau restantes. Cette méthode est essentiellement utilisée pour la conservation des fruits. Il existe de nombreux produits obtenus grâce à cette technique de conservation par le sucre : les sirops, les conserves de fruits, les confitures, les gelées, les pâtes de fruits et les fruits confits (RAKOTONJANAHARY, 2016).

I.2.2.2. Sucre

Le sucre est un exhausteur de gout, mais également un conservateur, il réduit l'activité de l'eau du produit, empêchant le développement des micro-organismes. Le saccharose ou sucrose est le sucre commercial extrait de la betterave sucrière ou canne à sucre. Il est le constituant du sucre blanc courant. C'est une molécule organique de formule chimique $C_{12}H_{22}O_{11}$ et un dioloside c'est-à-dire constitué de 2 molécules d'oses reliés par une liaison osidique (une molécule de glucose et une molécule de fructose) (RAKONJANAHARY, 2016).

I.2.2.3. Principaux facteurs influençant la qualité des produits

L'activité de l'eau, le pH, la température et la qualité de la matière première jouent un rôle important dans le stockage et la durée de conservation des denrées alimentaires.

I.2.2.3.1. Activité de l'eau (A_w)

La teneur en eau des produits alimentaires joue un rôle déterminant durant leur conservation. Il ne suffit cependant pas de connaître la teneur en humidité d'un aliment pour prévoir sa stabilité. C'est la disponibilité de l'eau pour les activités microbiennes, enzymatiques ou chimiques qui détermine la durée de conservation des aliments.

La disponibilité de l'eau se mesure en termes d'activité de l'eau (A_w). En effet une partie de l'eau contenue dans les produits alimentaires n'est pas disponible pour les réactions. Les micro-organismes responsables de la détérioration des aliments sont en général empêchés d'agir lorsque le niveau d'activité de l'eau est inférieur à 0,6.

I.2.2.3.2. Température

La température constitue un des paramètres majeurs influençant le développement microbien au sein des aliments. Certains micro-organismes sont capables de croître à des températures relativement basses alors que d'autres préfèrent des températures moyennes voire élevées. Les températures appliquées lors des processus de fabrication des denrées alimentaires et les traitements thermiques destinés à leur conservation influent la croissance et la survie des micro-organismes (RANIVOMALALA, 2016).

I.2.2.3.3. pH et acidité

Le pH influence le développement microbien. En général un pH inférieur à 4,5 limite le développement microbien favorable à une bonne conservation des aliments (HARINIRINA, 2009).

L'acidité des fruits est un important facteur pour la saveur des produits et l'aptitude à la gélification pour la confiture. Le pH des fruits est compris entre 2,4 pour le citron et de 5,8 pour la papaye. Les produits peu acides sont rarement mis en conserve. Dans ce cas, ils devraient alors être acidifiés ou subir une autre méthode de conservation pour demeurer à la température ambiante.

En effet, pour les aliments qui seront emballés dans des contenants hermétiquement scellés et entreposés à température ambiante, le pH peut s'avérer un facteur critique pour en assurer l'innocuité (RAKOTONJANAHARY, 2016).

I.2.2.3.4. Qualité de la matière première

La qualité d'un produit transformé repose d'abord sur la matière première utilisée. Pour les fruits, les critères de qualité sont :

- La variété : en fonction de leurs caractéristiques par la présence ou non d'épines, les variétés adaptées à la consommation en frais ne conviennent pas forcément à la transformation.
- La maturité : l'arôme des fruits mûrs est généralement plus prononcé, mais après maturité le vieillissement s'opère très vite. C'est pourquoi le moment idéal pour commencer le traitement se situe juste avant la maturité complète.
- La propreté : des fruits souillés de terre contiennent une charge microbienne plus élevée que des fruits propres. Ils tiennent moins bien le stockage, nécessitent un lavage soigneux, et renforcent les risques de contamination en cours de fabrication (RANIVOARIMALALA, 2016).

I.2.3. Généralité sur la confiture

I.2.3.1. Historique

Au moyen âge, l'appellation confitures désigne toutes les confiseries réalisées à partir d'aliments cuits dans du sucres ou du miel : bonbons, fruits confits.... Les confitures étaient, dans le passé, le moyen avantageé pour conserver les fruits les plus fragiles après récolte et éviter les surproductions. Elles ont été introduites en Europe par l'intermédiaire des Arabes (DOUIRI, 2014).

Les confitures sont devenues industrielle à la fin du XIX^{ème} siècle lorsque le sucre est devenu un article de consommation courante et accessible à tous (RAKOTOVOLOLONA, 2011).

I.2.3.2. Définition

La confiture est un produit préparé à partir de fruits entiers ou en morceaux, d'une ou plusieurs sortes de fruits que l'on fait cuire dans du sucre, avec ou sans adjonction d'eau, jusqu'à l'obtention d'une consistance adéquate (Codex Alimentarius, 2009).

I.2.3.3 .Caractéristiques

Une confiture de meilleure qualité doit répondre aux critères suivants :

- Présence de fruits entiers ou en morceaux bien visibles,
- aspect solide par la consistance du gel
- Absence de bulles d'air,
- Couleur et odeur spécifiques du fruit. (HARINIRINA, 2009)

La mise au point d'une confiture obéit à certaines règles de base. Le taux de matières sèches est suffisant au départ. Le taux du sucre optimal de 50% minimum et 80% maximum dans le produit fini est entre 65° et 70°Brix. L'acidité suffisante de pH est entre 2.9 à 3.9 (RAJAABELISON, 2017).

I.2.3.4. Compositions

Les ingrédients de base pour la fabrication de confiture sont les fruits et les sucres.

Mais d'autres ingrédients secondaires peuvent aussi jouer un rôle important dans la qualité finale du produit comme l'acide, la pectine et le conservateur (RANIVOARIMALALA, 2016).

I.2.3.4.1. Ingrédients de base

a) Fruits

Les fruits utilisés dans la fabrication de la confiture doivent être frais, en parfait état aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur, exempt de toute altération et avoir une maturité convenable. La parfaite maturité du fruit lui donne le maximum de sa qualité organoleptique sur la saveur, la couleur, l'arôme, la richesse en sucre et en pectine. (DOUIRI, 2011)

Toutefois, il est préférable de fabriquer des confitures à partir des fruits qui n'ont pas encore atteint leur complète maturité. Ces fruits ne sont plus en acides et en pectine (RANIVOARIMALALA, 2016).

b) Sucre

Le sucre assure une bonne conservation du produit, permet d'abaisser l'activité de l'eau, d'augmenter sa teneur en matière sèche et inhibe tout développement des microorganismes à partir d'une certaine concentration.

La teneur en sucre utilisée dans la cuisson dépend de la nature du fruit ; il y a lieu de tenir compte du sucre initialement présent dans les fruits. Différents types de sucre peuvent être utilisés lors de la fabrication des confitures (Annexe 3). Mais généralement, le saccharose ou sucre ordinaire de commerce est le plus employé. Les proportions de sucre ajoutées aux fruits varient entre 50 et 80%, mais généralement, une quantité de 60 et 65% de sucre permet déjà une bonne conservation de la confiture (RAKOTOARISOA, 2015). Le tableau suivant représente l'influence de la quantité du sucre sur la qualité des confitures :

Tableau 3 Influence de la teneur en sucres dans la confiture

INSUFFISANCE DE SUCRE	EXCES DE SUCRE
- Mauvaise conservation : risque de fermentation ou de moisissures - Confiture trop liquide - Mauvaise gélification	- Saveur et arôme du fruit masqué par le sucre - Confiture trop ferme car prise en masse rapide - Risque de cristallisation du sucre - Limite de solubilité du saccharose : risque de caramélisation du sucre non dissous

Source CTA 1990

I.2.3.4.2 Ingrédients secondaires

a) Pectine

Tous les fruits contiennent une certaine pectine qui est une substance chimique responsable de la formation de gèle. Cependant, la qualité et la quantité des pectines change avec les fruits selon les conditions de développement et leurs maturités. Pour cette raison, il est habituellement nécessaire d'ajouter une pectine commerciale afin d'obtenir une confiture uniforme et facile à réaliser (DOUIRI, 2014).

b) Acide

Le fruit contient naturellement de l'acide citrique mais la quantité varie en fonction de l'espèce.

L'acide influence la qualité des confitures puisqu'il améliore la saveur, conserve la couleur. En plus, il facilite l'inversion du saccharose en glucose et fructose ainsi que la gélification des pectines. La plupart des fruits sont généralement acides, mais il existe des cas où le pH doit être corrigé par l'ajout d'acides tel l'acide citrique ou tartrique ou du citron. L'utilisation de jus de citron est une excellente alternative aux additifs car il permet de préserver le caractère « Bio » du produit (RAKOTONJANAHARY, 2016). Le tableau 4 représente l'inconvénient d'une mauvaise acidité dans la confiture :

Tableau 4 Inconvénient d'une mauvaise acidité dans la confiture

TROP FAIBLE ACIDITE FINALE (< 10meq/100g)	TROP FORTE ACIDITE FINALE (> 3meq/100g)
- mauvaise ou même absence de gélification - risque de développement des moisissures	- gélification trop rapide - inversion excessive de saccharose - manque de prise en masse - altération du goût du produit - existence de la saveur trop acide.

Sources : CTA, 1990

c) **Sorbate de potassium E202**

Le sorbate de potassium ou $C_6H_7KO_2$ est un sel connu sous le nom d'E202. Il est utilisé, généralement dans l'industrie alimentaire comme agent conservateur. Les conservateurs limitent, ralentissent ou stoppent la croissance de microorganismes présents ou entrants dans l'aliment, et préviennent donc l'altération des produits ainsi que les intoxications alimentaires. Le sorbate de potassium se présente sous la forme de petits vermicelles blancs et inodores. Il a une saveur neutre ce qui permet son utilisation dans de nombreuses préparations alimentaire (RAJAABELISON, 2017). Selon la norme Codex Alimentarius, la quantité de sorbate de potassium est 1g/kg.



Figure 8 Sorbate de potassium E202

Source : Auteur, 2022

I.2.3.5. Altération de la confiture

Les confitures présentent plusieurs formes d'altérations durant leur fabrication et leur entreposage (Tableau 5).

Tableau 5 Origines de l'altération des confitures

ALTERATIONS	ORIGINES
- Cristallisation	- Insuffisance d'acidité - Excès des sucres dans la confiture
- Fermentation	- Quantité de sucre insuffisante - Durée de cuisson trop courte
- Moisissures	- Fermeture tardive des pots - Lieu de conservation humide

Source CTA, 1990

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. MATERIELS

II.1.1. Matériels de fabrication

Les équipements utilisés pour la production de la confiture pok-pok dans la coopérative Fydoux sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 6 Matériels de fabrication et utilisations

TYPES	UTILISATIONS
Ingrédients	
Pok-pok avec calice (1250g)	C'est la matière première principale à transformer..
Sucre (600g)	sert à faire conserver la confiture et augmenter le degré brix.
Citron	Sert à améliorer le goût de la confiture.
Sorbate de potassium (1.3g)	sert à stopper la gélification, améliorer l'acidité et aussi à conserver.
Matériels de production	
Balance	sert à mesurer le poids des matières premières entrant dans la transformation et des produits finis au conditionnement.
Table de trier	sert à trier les matières premières et enlever le calice du pok-pok.
Gobelet en acier	sert à mesurer le volume de fruit et du sucre.
Bac de lavage	sert à laver les matières premières.
Marmites	serrent à cuir de la confiture et à stériliser les bouteilles et couvercles.
Bocaux en verre 100ml	serrent à conditionner le produit fini.
Cuvette de refroidissement	sert à refroidir la confiture.
Spatule	sert à remuer les mélanges durant la cuisson.
petite cuillère	sert à doser le sorbate de potassium.

Source : Auteur, 2022

II.1.2. Matériels de laboratoire

Les éléments qui ont été utilisés dans le laboratoire (ENS) pour la réalisation de la confiture sont dans le tableau suivant:

Tableau 7 Listes des matériels, réactifs, milieux

Matériels	Réactifs	Milieux
- balance de précision - étuve - four à moufle - article de prélèvement (pipettes pasteur, pipettes gradué, pipettes jaugés, béchers, spatules, fioles) - Creusets. - Anse de platine. - Bains marie. - Dessiccateur. - Rotavapor - Papier pH - Burette. - Boîtes de Pétri. - Tubes à essai	- acide sulfurique, - Phénolphtaléine, Hydroxyde de potassium, - diiode, thiosulfate de potassium, - soude, - eau distillée	Milieux de culture : PCA, VRBL, MOSSEL, Baird Parker, TBX, RVS, HEA, SABOURAUD

Source : Auteur, 2022

II.2. METHODES

II.2.1. Procédé de fabrication

II.2.1.1. Etape de fabrication de la confiture pok-pok

Le procédé général de la fabrication de confiture se divise en 3 phases

- phase 1 : Pré-traitement
- phase 2 : Fabrication de la confiture
- phase 3 : post-traitement

II.2.1.1.1. Pré-traitement

Les fruits ont été soumis aux procédés suivants avant leur transformation. Ces étapes sont très importantes pour assurer la qualité des produits finis.

a) Réception

Le Responsable de la coopérative assure l'approvisionnement en matières premières, en achetant tout en veillant à certains critères de choix des fruits comme les aspects extérieurs du calice et la maturité, entre autres.

Le pok-pok utilisé par la coopérative est acheté en gros auprès des Organisations Paysannes d'Antanifotsy encadré par la DRAE.

b) Triage / enlèvement calice

Généralement, les pok-pok sont triés à la main et simultanément sur la table de triage. Les pok-pok trop verts ou trop mûrs ou fortement abîmés sont écartés. Une sélection rigoureuse améliore nettement la qualité du produit obtenu. Les pok-pok utilisés sont ceux qui sont mûrs.

Le triage se fait en même temps que l'enlèvement de la fine membrane externe enrobant la baie, le calice.

c) Pesage

Le pesage se réalise sur la petite balance. Il permet de rétablir le bilan des matières utilisées d'une part, et de déterminer d'autre part, le dosage des ingrédients rentrant dans la composition de la confiture : poids du pok-pok, poids de sucre à ajouter.

d) Lavage

Les pok-pok doivent être lavées afin d'éliminer les impuretés et éléments indésirables qui leur sont accrochés ou incrustés dans la peau comme la terre, les micro-organismes ou les produits phytosanitaires. Le lavage du pok-pok a été fait à l'eau du robinet.

II.2.1.1.2. Fabrication de la confiture

a) Matières premières utilisés

- 1 Kilogramme de baie du pok-pok
- 600 gramme de sucre commerciale vendu en vrac
- 2 cuillérées de jus de citron
- 1.3g de sorbate de potassium

b) Mélange de fruit et sucre

L'addition de sucre est un paramètre important dans la fabrication de confiture. Pour la confiture pok-pok le sucre cristallisé est additionné directement dans la marmite avec un quart d'eau par rapport du volume du sucre. Le pok-pok est ajouté quand le sucre

est en ébullition. La proportion de sucre ajoutée est de 60% par rapport à la quantité du pok-pok.

c) Cuisson

La cuisson regroupe les étapes et opérations suivantes : la combustion de charbon a réglé (activer et répartir le feu). Ensuite le sucre et l'un quart d'eau est versé dans la marmite et est le disposé sur le foyer. L'espace prévu est laissé pour l'ébullition. Le sorbate de potassium est ensuite versé après la première ébullition du sucre. La baie de pok-pok est ajoutée quand le sucre est en ébullition. Puis, le jus de citron est ajouté quelque minute avant la fin de cuisson. Le mélange est remué continuellement jusqu'à la fin de cuisson. La cuisson est arrêtée après la vérification.

La cuisson a été effectué afin d'enlever l'eau excédentaire des fruits de cuire les fruits (figure 6), de permettre la dissolution du sucre, de pasteuriser la confiture et de modifier le goût des fruits de façon contrôlée.

La détection de la fin de cuisson s'est réalisée en versant un peu de confiture sur une assiette. Si elle ne coule plus, la confiture est cuite (figure 7). Le temps de cuisson de la confiture varie selon la quantité de fruits à transformer ; pour 1Kilogramme de baie de pok-pok, la durée de cuisson est environ 30min. Si ce délai n'est pas respecté, des inconvénients risquent de se produire (tableau 8).



Figure 10 Mélange de la confiture en ébullition



Figure 9 Confiture du pok-pok cuite

Source : Auteur, 2022

Tableau 8 Influence de la durée de cuisson sur la confiture

Temps de cuisson trop court	Temps de cuisson trop long
- - Pas de prise de la confiture - Risque de fermentation et développement des moisissures - Fruits pas cuits	- Dégradation excessive de la pectine (mauvaise gélification) - Inversion trop importante de sucre : recristallisation - Pertes d'arômes, brunissement, pertes de vitamines et pertes d'énergie - Apparition de goût de caramel ou goût de cuit

Source CTA, 1990

6 Addition d'acide

L'acide est additionné au mélange quelques minutes avant la fin de cuisson. Le but est de:

- limiter le développement des micro-organismes ;
- mettre en solution les pectines ;
- inverser le saccharose ;
- favoriser la gélification ;
- rehausser le goût ;

II.2.1.1.3. Post-traitement

a) Conditionnement

Dès la fin de la cuisson, la confiture est mise dans des bocaux à chaud. Ces bocaux ont déjà stérilisé dans l'eau bouillante pour éviter la prolifération des micro-organismes pathogènes. La confiture chaude est puisée à l'aide de la louche pour être transvasée dans le récipient.

Les bocaux remplis sont immédiatement fermés ; ils sont déposés en position retournée pendant 1 mn pour uniformiser la température à l'intérieur du bocal et pour pasteuriser le couvercle.

Enfin, le récipient doit être hermétiquement fermé pour éviter la décontamination, et prolonger ainsi la longévité du produit.

Après le conditionnement, les confitures sont pasteurisées dans l'eau pour éliminer les bactéries pathogènes entrant pendant le remplissage de la confiture dans les bocaux



Figure 12 Stérilisation des bocaux



Figure 11 Pasteurisation de la confiture

Source : Auteur, 2022

b) Refroidissement

Après la pasteurisation, les confitures sont refroidies dans l'eau froide. Les bocaux sont plongés dans une cuvette contenant de l'eau froide afin qu'ils puissent refroidir.

c) Etiquetage

L'étiquetage de produit se trouve en Annexe 4.

II.2.1.2. Diagramme de fabrication de confiture

Le procédé utilisé pour la préparation de la confiture suit le diagramme présenté dans la figure 12.

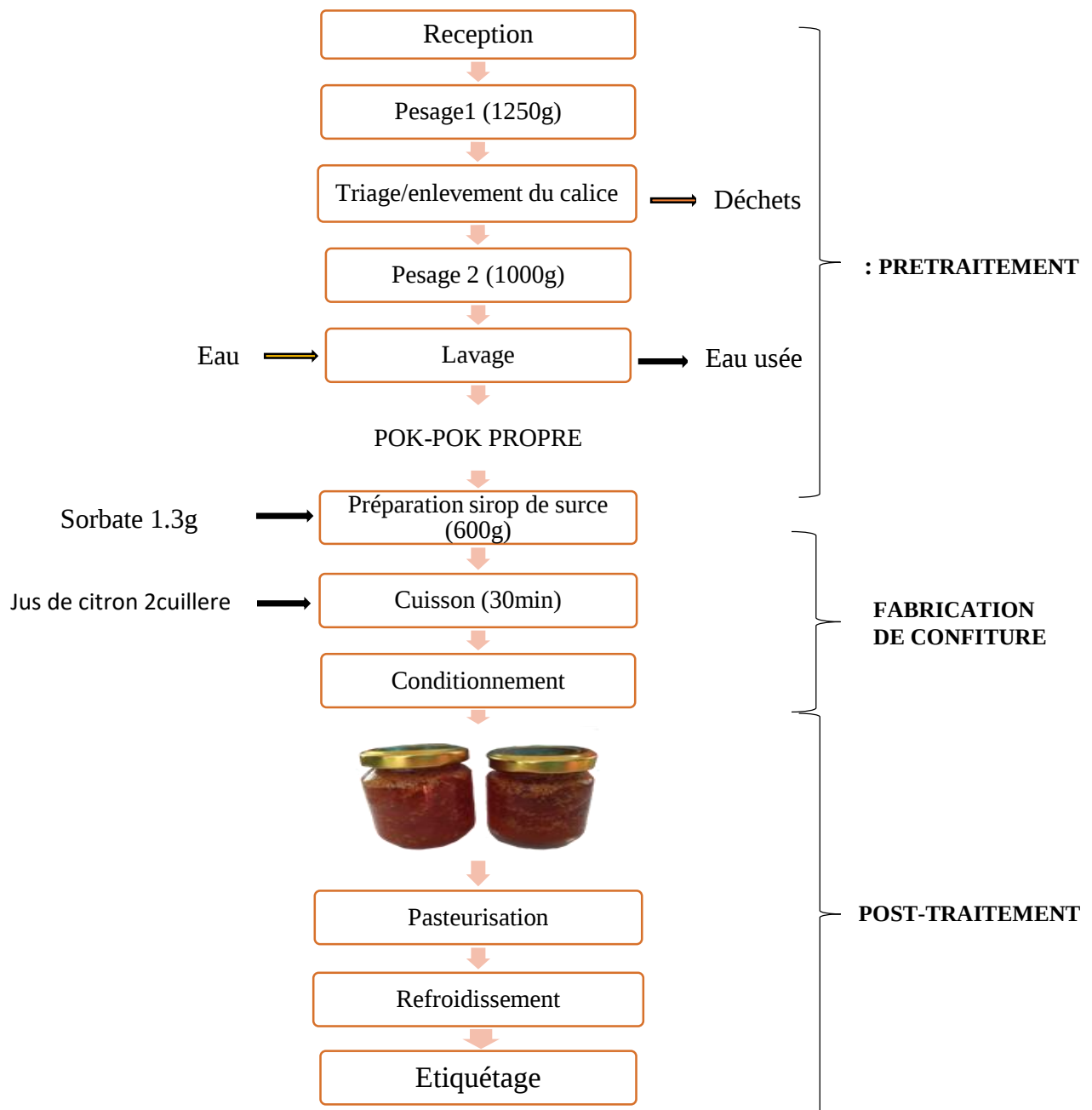


Figure 13 Diagramme de fabrication de confiture

II.2.1.3. Calcul de rendement de fabrication

Le calcul de rendement est important de calculer le rendement après cuisson pour évaluer les pertes lors de la fabrication et obtenir des valeurs de référence qui seront utiles pour les prochaines fabrications.

Le rendement se calcule par le rapport entre le poids final et le poids initial, la valeur étant exprimée en pourcentage.

$$\eta(\%) = \frac{m_f}{m_i} \times 100$$

η (%) : rendement globale du produit en %

m_f : masse final du produit en g

m_i : masse initial du produit en g.

II.2.2. Analyses Physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques sont des contrôles à effectuer pour assurer la bonne qualité du produit fini. Ils peuvent servir de base pour le suivi des résultats obtenus au cours de la transformation et d'en apporter des améliorations en cas de besoin. Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au laboratoire de l'ENS. Les méthodes adoptées sont procédées ici.

II.2.2.1. Teneur en eau et matière sèche

a) Principe

La perte de masse d'un produit lorsqu'il est soumis à une dessiccation renseigne sur sa teneur en eau. Le séchage dans une étuve à une température de 103 à 105°C pendant 24 heures d'une quantité déterminée de produit, jusqu'à une masse constante donne sa teneur en eau.

L'extrait sec total est exprimé en pourcentage.

b) Mode opératoire

Une quantité de 10g de l'échantillon est placée dans une capsule préalablement tarée, puis séchée à l'étuve pendant 24 heures environ jusqu'à poids constant. Après l'étuvage, la capsule est refroidie dans un dessiccateur pendant 30min puis pesée.

c) Mode de calcul

La teneur en eau ($H\%$), exprimée en gramme pour 100g d'échantillon, est donnée par la formule suivante:

$$H\% = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

H% : Teneur en eau en g pour 100g de matière brute

m₀ : masse en g de la capsule vide en (g)

m₁ : masse de l'ensemble capsule-échantillon avant l'étuvage en (g)

m₂ : masse de l'ensemble capsule-échantillon après étuvage en (g)

On peut ainsi en déduire la teneur en matière sèche

$$MS\% = 100 - H\%$$

II.2.2.2. *Détermination de l'acide titrable*

a) Principe

Le principe de la méthode consiste à un titrage de l'acidité avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

b) Mode opératoire

20g d'échantillons ont été mélangés avec 60ml d'eau distillée puis mis en agitation pendant 15 minutes. Le mélange est ensuite filtré avec un papier filtre et le jus obtenu est utilisé pour la détermination de l'acidité titrable.

L'acidité du jus est mise en évidence par titration avec d'hydroxyde de sodium 0,1N après avoir ajouté quelques gouttes de phénolphtaléine. L'apparition d'une couleur rose violacée indique la neutralisation.

c) Mode de calcul

L'acidité titrable (A%), exprimée en milliéquivalent (mék) pour 100g de produits est donnée par la formule:

$$A\% = \frac{v_1 \times 100}{v_0 \times m}$$

A% : Acidité titrable

V₁ : Volume de la NaOH versé

V₀ : Volume de la prise d'essai

m : Masse du produit prélevé

II.2.2.3. Détermination du pH

a) Principe

Le potentiel d'Hydrogène pH d'une solution aqueuse de l'échantillon est mesuré au moyen d'un papier pH. L'échantillon d'aliment à étudier a fait plonger dans un papier pH et est comparé à un couleur du graphique du papier.

b) Mode opératoire

Le papier pH est trempé dans 5g de produit broyé et dilué dans 10ml l'eau distillée. Le changement des couleurs est comparé sur la graphique du pH, en effectuant au moins deux déterminations pour la solution à analyser et prendre la moyenne des valeurs trouvées.

II.2.2.4. Détermination de teneur en cendres

a) Principe

La teneur en cendres totales est obtenue par calcination à 550°C dans un four à moufle d'une quantité connue d'échantillon.

b) Mode opératoire

Une quantité de 5g d'échantillon est versée dans un creuset d'incinération préalablement tarée puis incinérée à 550°C dans un four à moufle pendant 12h. Après refroidissement, le creuset contenant les cendres est pesé.

c) Mode de calcul

Le pourcentage des cendres totales est obtenu par la formule suivante:

$$C\% = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

C% : Teneur en cendres en g pour 100g de matière brute

m₂ : Masse en g de la capsule d'incinération avec les cendres

m₁ : Masse en g de la capsule d'incinération avec la prise d'essai

m₀ : Masse en g de la capsule d'incinération vide.

II.2.2.5. Détermination de degré Brix

a) Principe

Le degré Brix traduit le taux des matières sèches solubles, contenues dans une solution. Il consiste à mesurer l'indice de réfraction d'un échantillon à une température de 20°C, puis à effectuer une conversion de cet indice en résidu sec soluble. Ce dernier, déterminé par réfractomètre, exprime la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé, dans des conditions déterminées de préparation et de température.

Le taux de solides solubles, exprimé en degré Brix.

b) Mode opératoire

Une goutte de l'échantillon a été mise sur la plaque du réfractomètre préalablement nettoyé et séché avec l'eau distillée. Une petite prise d'essai est appliquée sur un prisme inférieur du réfractomètre et refermée immédiatement.

II.2. 3. Analyses Nutritionnelles

II.2.3.1. Détermination de protéines totales

a) Principe

La méthode utilisée est celle de KJELDAHL par dosage d'azote contenu dans l'échantillon et qui permet de déterminer la teneur en protéines totales en utilisant le coefficient de conversion 6,25. La minéralisation du produit entraîne la transformation de l'azote organique en azote minéral sous forme ammoniacale $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_2$. Cette réaction se fait par l'action oxydative de l' H_2SO_4 bouillant sur la matière organique en présence de catalyseur et par la réduction de l'azote organique en azote ammoniacal. Ce dernier est retenu dans le digestat acide sous forme de sulfate.

b) Mode opératoire

1g de la confiture sont mis dans un matras. 20 ml d'acide sulfurique concentré et 1,4g de catalyseur (K_2SO_4 , CuSO_4) y sont ajoutés. La minéralisation dure 4h et elle est achevée lorsque la solution devient limpide. Le minéralisat ainsi obtenu est transvasé dans le tube du distillateur. 25ml d'acide borique 4% ajoutés de quelques gouttes de réactif de Tashiro sont mis dans un bécher. Ce dernier est ensuite placé sous le tuyau évacuateur du distillateur.

Le distillat est recueilli dans le bécher contenant l'acide borique et le réactif de Tashiro. Il y a apparition d'une coloration verte. Ce distillat est ensuite dosé avec de l'acide sulfurique 0,1N jusqu'à ce que la solution verte vire au violet clair. Le volume d'acide sulfurique qui a fait virer la coloration est notée.

c) Mode de calcul

La teneur en Azote totale est obtenue à partir de la formule suivante :

$$N\% = \frac{V \times N \times 0.014 \times 100}{m}$$

N % : Teneur en azote total exprimée en g pour 100g de matière brute

V : volume en ml de H₂SO₄ à 0.1N versé

N : Normalité de la solution de H₂SO₄ utilisée lors de la titration

m : Masse en g de la prise d'essai

0.014 : expression en g de la quantité d'azote équivalent à l'utilisation de 1ml d'une solution de H₂SO₄

La teneur en protéines totales est obtenue en multipliant la teneur en azote total par le facteur de conversion 6,25.

$$P\% = N \times 6.25$$

P%: Teneur en protéines totales en g pour 100g de l'échantillon.

II.2.3.2. Détermination de la teneur en lipides

a) Principe

Les lipides sont des substances insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques apolaires comme l'hexane ou l'éther de pétrole. Leurs quantités varient selon le procédé.

b) Mode opératoire

10g d'échantillons ont été pesés et sont mis dans un ballon préalablement taré et bouchée à l'aide d'un bouchon. L'hexane est versé dans le ballon. Le tout est placé au bain-marie à une température de 30°C pendant 12h. Après cela, l'hexane est éliminé par évaporation sous vide à l'aide d'un évaporateur rotative à 45°C. Le ballon sec contenant les matières grasses est pesé.

c) Mode de calcul

La formule suivante permet de calculer la teneur en matières grasses de l'échantillon

$$L\% = \frac{m_1 - m_0}{m} \times 100$$

L% : Teneur en lipides %

m₁ : Masse du ballon avec l'hexane évaporé

m₀ : Masse du ballon vide en g

m : Masse de l'échantillon en g

II.2.3.3. Détermination de la teneur en glucides totaux

a) Principe

La teneur en glucides est déduite par différence connaissant les teneurs en eau, en protéines, en lipides et en cendres.

b) Mode de calcul

La formule suivant permet de calculer la teneur en glucides totaux dans l'échantillon :

$$G\% = 100 - (P\% + L\% + C\% + H\%)$$

G% : Teneur en glucides totaux

P% : Teneur en protéines totales

L% : Teneur en lipides

C% : Teneur en cendres brutes

H% : Teneur en eau

II.2.3.4. Détermination de valeur énergétique

a) Principe

La valeur énergétique globale correspond à l'énergie libérée par la combustion des lipides, des glucides et des protéines contenues dans l'aliment. Elle est calculée selon la méthode de GREENFIELD et SOUTHGATE, en utilisant les coefficients d'Atwater:

- 1g de glucides fournit 4Kcal
- 1g de protéines fournit 4Kcal
- 1g de lipides fournit 9Kcal

b) Mode opératoire

La valeur énergétique globale de l'échantillon est obtenue comme suit :

$$VE = (4 \times G\%) + (4 \times P\%) + (9 \times L\%)$$

VE : valeur énergétique en Kcal

G% : Teneur en glucides totaux en %

P% : Teneur en protéines totales en %

L% : Teneur en lipides totaux en %

II.2.3.5. Dosage par vitamine C

a) Principe

Un volume connu de l'échantillon contenant de la vitamine C, réagit avec une quantité connue de diiode en excès. La totalité de la vitamine C réagit avec le diiode en excès et le diiode restant est titré par une solution de thiosulfate de sodium (**DOUIRI, 2011**).

b) Mode opératoire

20g d'échantillons ont été mélangés avec 60ml d'eau distillée puis mis en agitation pendant 15 minutes. Le mélange est ensuite filtré avec un papier filtre et le jus obtenu est utilisé pour la détermination de la vitamine C. Le volume $V_1=15\text{ml}$ de filtrat est introduit dans un erlenmeyer et ajouté quelques gouttes d'empois d'amidon. Le volume $V_2=15\text{ml}$ de diiode de concentration C_2 est ensuite ajouté à l'erlenmeyer. La solution est alors noire, à cause de l'excès de diiode. L'autre burette graduée est remplie avec une solution de thiosulfate de Sodium à $C_3= 5.103\text{mol/l}$ et titré avec la solution de diiode restant jusqu'à

disparition complète de la coloration noire. Le volume V_E de thiosulfate de sodium versé à l'équivalence est noté.

c) Mode de calcul

La teneur en Vitamine C de l'échantillon est obtenue par :

$$m = Mn$$

m : masse de la Vitamine C en mg/100g

M : masse molaire d'acide ascorbique en mol

n : nombre de mol en mol

Avec

$$n = C_2V_2 - (C_3 \times \frac{V_E}{2})$$

C_2 : Concentration de diiode en mol/l

V_2 : Volume de diiode en ml

C_3 : Concentration de thiosulfate de Sodium en mol/l

V_E : Volume de thiosulfate de Sodium en mol/l

Masse molaire d'acide ascorbique = 176mol

II.2.4. Analyses microbiologiques

Le contrôle microbiologique permet d'éviter la présence de microorganismes pathogènes afin de ne pas risquer une altération de la qualité hygiénique des produits finis ou au moins de détecter des microorganismes s'ils sont présents dans les produits finis avant leur consommation.

II.2.4.1. Préparation de suspension mère

La préparation de la suspension mère permet d'obtenir une répartition des microorganismes contenus dans la prise d'essai. Pour ce faire, 10 g de l'échantillon à analyser sont mis en suspension dans 90ml d'eau distillée. L'ensemble est passé sur l'agitateur magnétique pendant 2 minutes, puis laisser au repos pendant 15 min pour que les microorganismes montent en surface. Il est ainsi obtenu la suspension mère.

II.2.4.2. Préparation de dilution en cascade

Une dilution en cascade est effectuée à partir de la SM, un millilitre de la SM est introduit dans un tube stérile, puis additionné de 9ml d'eau distillée, c'est la dilution 10^{-1} . 1ml de ce mélange est ensuite versé dans un autre tube contenant 9ml de diluant, cette solution correspond à la dilution 10^{-2} et ainsi de suite jusqu'à la dilution finale. Toute la manipulation a été effectuée autour d'une flamme et sur une paillasse préalablement bien nettoyée à l'alcool 65% afin d'éviter toute contamination.

II.2.4.3. Recherches et dénombrements

II.2.4.3.1. Dénombrement de Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT)

a) Principe

Dans la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) sont regroupées les bactéries ainsi que les champignons. Le dénombrement des germes totaux est réalisé car il constitue un indicateur de la qualité sanitaire d'un aliment. Il donne une idée de la qualité des germes présents naturellement dans le produit brut. Les FAMT sont mises en évidence par une culture sur milieu Plate Count Agar (PCA), milieu électif utilisé pour la détermination du nombre total des germes mésophiles.

b) Mode opératoire

1ml de l'inoculum correspondant aux dilutions de la solution mère, 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} est ensemencé en profondeur dans une boîte de Pétri. L'incubation s'effectue pendant 72h à 30°C.

II.2.4.3.2. Dénombrement des coliformes

a) Principe

Les coliformes permettent de mettre en évidence une contamination fécale. Il peut être distingué les coliformes totaux (NF V 080-050) qui sont des microorganismes d'altération. Leur présence traduit une recontamination après traitement thermique. Les coliformes fécaux (NF V 08-060) sont des thermo-tolérants indicateur d'une contamination fécale récente. Ils sont mis en évidence par une culture sur VRBL. La bile et le vert brillant inhibent la croissance de la flore secondaire indésirable dans la culture.

b) Mode opératoire

La culture s'effectue par un ensemencement en sandwich de 1ml de la SM et des dilutions: 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} . La température d'incubation pour les coliformes totaux est de 30°C et celle des coliformes fécaux de 44°C pendant 24h.

II.2.4.3.3. Dénombrement d'*Escherichia Coli*

a) Principe

Escherichia coli est un saprophyte normal du tube intestinal de l'homme et des animaux. Il peut devenir pathogène pour l'homme. Il fait partie des germes indicateurs de contaminations fécales. Le milieu TBX est sélectif pour *Escherichia coli* par la présence de colorants qui inhibent la croissance de toute la flore secondaire à Gram positif.

b) Mode opératoire

1ml de l'inoculum est introduit dans la boîte, la gélose en profondeur y est coulée au-dessus de l'inoculum. L'incubation s'effectue à 42 °C pendant 24h.

II.2.4.3.4. Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

a) Principe

Staphylococcus aureus produit des entérotoxines thermostables responsables de toxi-infections alimentaires. Ce sont ces exotoxines qui provoquent la salivation importante, l'apparition de nausées et de vomissement sans fièvre. Le milieu de Baird Parker est sélectif pour les Staphylocoques.

b) Mode opératoire

L'ensemencement se fait en surface à partir de 0.1ml de la dilution. Le boîtier est incubé à 37°C pendant 24h.

II.2.4.3.5. Dénombrement de *Bacillus cereus*

a) Principe

Bacillus cereus est un grand bacille à Gram positif. Il peut se multiplier dans les aliments et il est responsable de toxi-infections caractérisées par des symptômes diarrhéiques et d'intoxinations se traduisant par des symptômes émetiques. Le milieu sélectif pour ce germe est le milieu MOSSEL.

b) Mode opératoire

0.1 ml de l'inoculum correspondant aux dilutions SM, 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} est ensemencé en surface dans une boîte de Pétri vide et stérile. L'incubation se fait pendant 24h à 30°C.

II.2.4.3.6. Dénombrement des levures et moisissures

a) Principe

Les levures et les moisissures sont constituées de flore. Le milieu sélectif pour ces germes est le milieu SABOURAUD. Toutes les colonies formées sur le milieu sont à dénombrer.

b) Mode opératoire

1 ml de l'inoculum correspondant aux dilutions de la SM, 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} est ensemencé en profondeur dans une boîte de Pétri stérile. L'incubation est effectuée pendant 24h à 30°C.

II.2.4.3.7. Recherche de Salmonella

a) Principe

Salmonella appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*, elle est un bacille aéro-anaérobie facultative à Gram positive. C'est une bactérie parasite pathogène redoutable de l'intestin de l'homme et des animaux. En conséquence, la recherche de *Salmonella* nécessite s'effectue suivant la démarche ci-après:

- Pré-enrichissement en milieu liquide non-sélectif : la solution mère préparée dans l'eau distillée est mise à incuber à 37°C pendant 16-20h.
- Enrichissement en milieu liquide sélectif : 0,1ml de la solution pré-enrichi est introduite dans un tube contenant 10ml d'un bouillon appelé RVS. La culture est incubée à 42°C pendant 18-24h.
- Isolement : la culture obtenue sous forme d'un trouble dans le milieu sélectif RVS est prélevée avec une anse. Afin d'obtenir des colonies bien isolés, l'inoculum est étalé par méthode de strie par épuisement à la surface du milieu solide sélectif appelé HEA. Les boîtes sont ensuite incubées à 37°C pendant 18-24h.
- Identification et confirmation : les colonies caractéristiques de salmonella sont vertes ou bleutées avec ou sans centre noir. Les colonies présumées être des salmonelles sont identifier par des tests suivants : test sur gélose de Kligler-Hajna ; le test se fait dans un

tube, la pente du milieu est ensemencée par une strie et le culot par piqure profonde. Le tube ne doit pas être fermé trop hermétiquement.

b) Mode opératoire

L'incubation se fait à 37°C pendant 18-24h. La présence de salmonelle est signalée par une pente alcaline rouge et un culot acide jaune avec formation du gaz (environ 90% des cas) et du sulfure d'hydrogène qui correspond au noircissement de la gélose.

II.2.4.4. Expressions des résultats

Le calcul du nombre N exprimé en UFC /g de microorganismes présents dans l'unité de mesure de l'échantillon est selon la formule :

$$N = \frac{\sum a}{(n_1 + 0.1 \times n_2)d} \times \frac{1}{V} \times \frac{V_{SM}}{V_{PR}}$$

Avec :

$\sum a$: nombre total des colonies comptées sur les boîtes retenues

n_1 : nombre des boîtes comptées à la dilution retenues la plus faible

n_2 : nombre de boîtes à la seconde dilution retenue

d : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages sont réalisés

V : volume de la prise d'essai inoculé en ml

V_{SM} : volume de la suspension mère en ml

V_{PR} : volume de produit (ml) ayant constitué la suspension mère

Il est impossible de compter les boites contenant plus de 300 colonies. Le risque d'erreur est trop important donc elles sont écartées. Les boites contenant moins de 15 colonies sont aussi écartées, car les colonies sont trop rares et peuvent induire une erreur. Si la boîte de Pétri, au niveau de la première dilution choisie, présente moins de 15 colonies, la formule appliquée pour calculer le nombre N d'UFC/g est la suivante :

$$N = \frac{\sum a}{V \times n \times d}$$

Σa : somme de colonie de boîte retenue

V : volume d'inoculum ensemencé

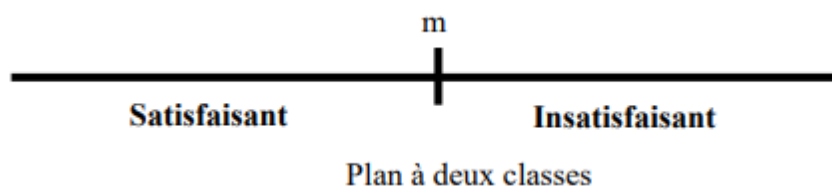
n : nombre de boîte retenue

d : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages sont réalisés : dilution la plus faible

II.2.4.5. .Plan d'échantillonnage en 2 classe

Plan à deux classes qui permet de qualifier chaque unité d'échantillonnage comme satisfaisant ou insatisfaisant, basées sur une valeur limite « $m=M$ ». Le plan d'échantillonnage à deux classes permet de qualifier simplement chaque unité d'échantillonnage comme satisfaisant (bonne qualité microbiologique) ou insatisfaisant. Dans certains plans, seule la présence d'un organisme particulier, tel que *Salmonella spp*, est inacceptable. Dans d'autres plans, un nombre limité d'organismes peut être satisfaisant. Pour ces derniers, une seule limite est établie et est indiquée par « m ».

Le plan à deux classes rejette un lot si plus de « c » unités du nombre « n » d'unités échantillonnées examinées sont insatisfaisants. En général, $c=0$ pour les micro-organismes pathogènes. On a le plan d'échantillonnage suivant :



II.2.5. Evaluation économique simplifié

L'évaluation économique est jugé nécessaire pour connaître le prix unitaire de produit, les dépenses pour la production de type de confiture étant différentes vu les matières premières pouvant intervenir dans leur fabrication.

Elle repose essentiellement sur le calcul des coûts qui a fait ressortir les charges liées à la production et la détermination de recette.

Ces coûts sont : le coût des matériels de production, des matières premières et intrants, des emballages ainsi que le coût de revient total. La méthode de calcul de taux bénéficiaire des coûts sont la formule suivante :

$$\text{Taux bénéficiaire} = \text{marge bénéficiaire} / \text{coût des productions} * 100$$

III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

La troisième partie énonce les résultats et interprétations de procédé de fabrication et des analyses effectuées de la confiture de pok-pok.

III.1. PRESENTATION DU PRODUIT OBTENUE et RENDEMENT GLOBALE DE FABRICATION

Les matières premières et les ingrédients utilisés dans la fabrication ont permis d'avoir 8 bocaux de la confiture qui pèsent 150 g chacun. Le rendement global de confiture obtenu est donné dans le tableau 9

Tableau 9 Rendement de confiture obtenue

	Quantité
pok-pok avec calice (g)	1250
Sucre (g)	600
Matières première totales (g)	1850
Poids final après cuisson (g)	1200
Rendement global (%)	64.86%

Source : Auteur, 2022

Ce tableau montre que 1250g de pok-pok avec 600g de sucre a produit 1200g de confiture. 1850g d'intrant donne 64% de confiture. Le rendement global de la fabrication est assez élevé et assez satisfaisant.

III.2. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Le tableau 10 montre le résultat des analyses physico-chimiques de la confiture obtenue.

Tableau 10 Résultats d'analyses physico-chimiques

PARAMETRES	VALEURS
Matière sèche soluble (°Brix)	70
Teneur en eau (%)	29.81
Teneur en matière sèche (%)	70.19
Ph	3
Acidité titrable (meq/100g)	10.03
Cendres (%)	0.03

Source : Auteur, 2022

- Le taux de la matière sèche (°Brix)

Le degré Brix mesure le taux de matières sèches solubles d'une solution avec un réfractomètre.

D'après le tableau 10, le taux de matière sèche d'échantillon est de 70%. Si on se réfère aux critères exigés dans le document du Codex Alimentarius (**Codex Alimentarius, 1995**) selon lequel le degré Brix de la confiture ne doit pas être inférieur à 65%. Ce résultat est conforme.

- La teneur en eau

L'humidité relative de la confiture pok-pok varie 29.81%. Par rapport à la Norme Codex Alimentarius, la teneur en eau de la confiture ne doit pas dépasser entre 35 et 45%. Il se trouve que le produit est inférieur aux normes. La confiture est faible en teneur en eau.

- Le pH

Les pH d'échantillon est 3. Pour la bonne gélification et bonne conservation de la confiture, la valeur du pH doit être entre 2.8 à 3.9 (**Codex Alimentarius, 1995**). Le pH de la confiture de pok-pok est conforme à la norme.

- L'acidité titrable

Dans le cas étudié le résultat de l'acidité titrable de la confiture est 10.03%. Il est proche à la norme réglementaire Algérienne qui se situe entre 3-10 (DOUIRI, 2011).

- La teneur en cendre

La teneur en cendre de ce résultat qui est largement inférieur à 1% indique la pureté de la confiture.

III.3. VALEUS NUTRITIONNELLES

Les résultats des valeurs nutritionnelles de confiture montrent dans le tableau suivant

Tableau 11 Valeurs nutritionnelles

COMPOSANT	POK-POK	CONFITURE
Protéines (%)	1.85	1.56
Lipides (%)	3.16	0.58
Glucides (%)	13.22	67.82
Energie (Kcal)	88.72	282.74
Vitamine C (g/100g)	43	3.87

Source : Auteur, 2022

- La teneur en protéine

Le résultat montre que la teneur en protéines de la confiture est satisfaisante. Elle est supérieure à 1%.

- La teneur en lipide

La teneur en lipides de la confiture est faible par rapport à celle du fruit frais. Elle est de 0,58%.

- La teneur en glucide

La teneur en glucides totaux dans la confiture est 67.82%. Elle est plus élevée par rapport des fruits de pok-pok. Donc le produit est riche en glucide.

- Valeur énergétiques

D'après les résultats présentés dans le tableau 14 ci-dessus, la valeur énergétique de la confiture pok-pok est de 282.74Kcal. Elle constitue une bonne source d'énergie

- Le teneur en vitamine C

Le résultat obtenu montre que la confiture contient un teneur faible de vitamine C par rapport à la quantité de vitamine C dans la fruit frais.

III.4. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Le tableau 11 présente les résultats des analyses microbiologiques du produit obtenu.

Tableau 12 Résultats d'analyses microbiologiques

PARAMETRES	ECHANTILLON (UFC/G)	CRITERES DE REFERENCES (UFC/G)
FAMT	13.10 ²	<10 ⁵
Coliformes totaux et fécaux	Absence	<1.10 ³
<i>Salmonella</i>		Abs/25g
<i>Escherichia Coli</i>		<1.10 ³
<i>Staphylococcus aureus</i>		<1.10 ⁴
<i>Bacillus cereus</i>		<10 ³
Levures	9	<5.0.10 ³
Moisissure	4	<5.0.10 ³

Source : Auteur, 2022

Les résultats obtenus, illustrés dans le tableau 12 montrent que les germes indicateurs de contamination fécale comme les coliformes et *l'Escherichia Coli* sont

absent. De même pour les germes pathogènes tels que *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus* dans l'échantillon analysée.

Les présences de FAMT et les levures et moisissures sont remarquées dans l'échantillon.

III.5. SUR LE CALCUL ECONOMIQUE SIMPLIFIE

Pour pouvoir faire le bilan, il faut passer par le calcul de coût et de recette.

III.5.1. Estimation des coûts des productions

Le tableau 13 explique le résultat du calcul économique simplifié de produit :

Tableau 13 Estimation des coûts des productions

Désignation	Quantités	Prix unitaire	Montant (Ar)
Pok-pok	1.25kg	4000Ar	5000
Sucre (g)	600g		2800
Citron	1	200Ar	200
Sorbate de potassium	1.3g		500
Charbon			1000
Bocal en verre	8pièces	1300Ar	10400
Etiquette	8pièces	100Ar	800
Somme			20700

Source : Auteur, 2022

. Ce tableau 13 montre que la somme totale des charges de la production de confiture lors de l'étude qui s'élève à 20700Ar.

III.5.2. Estimation de recettes

Le tableau suivant montre l'estimation de recettes de production :

Tableau 14 Estimation de recettes

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
Confiture	Bocal 150g	8pièces	4000Ar	32000Ar

Source : Auteur, 2022

D'après ce tableau 14, la recette est assez élevée.

III.5.3.Estimation des marges de bénéfice

Le tableau 15 présente l'estimation de bénéfice de production

Tableau 15 Estimation des marges de bénéfice

Désignation	Montants (Ar)
Recettes	32000
Coût de production	20700
Marge bénéficiaire	11300

Source : Auteur, 2022

D'après ce tableau 15, le bénéfice s'élève à 11300Ar. Le bénéfice obtenu offre un taux de 54.58%.

IV. DISCUSSIONS ET SUGGESTIONS

IV.1. DISCUSSIONS

IV.1.1. Procédé de fabrication

Le procédé de fabrication de la confiture, effectué auprès de la coopérative Fydoux est une méthode simple, facile à réaliser.

Concernant le procédé de fabrication de la confiture de pok-pok, la confiture a été faite artisanalement. Tous les matériels utilisés sont des matériels de cuisines, comme une marmite sert à la cuisson de la confiture, une spatule qui sert à remuer les mélanges durant la cuisson. Par contre, si le procédé de fabrication est artisanal, les conditions exigées pour avoir un produit fini de bonne qualité sont respectés.

Le taux du rendement de fabrication de la confiture est assez élevé (64%). Les partis des pertes se trouvent au niveau du triage et de la séparation du calice du fruit mais surtout au niveau de la cuisson. La durée de cuisson est d'environ 30min, ce n'est ni trop court ni trop long. Pour avoir une confiture digne de son nom, il suffit de respecter quelques règles de base par exemple le temps de cuisson et le dosage de sucre.

Donc la fabrication de confiture de pok-pok est faisable à petite échelle.

IV.1.2. Paramètres physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques permettent de connaître les constituants chimiques dans la confiture pok-pok.

La détermination du degré Brix mesure la teneur en matières sèches solubles des échantillons. Pour la confiture étudiée, la teneur en matières sèches solubles est de 70°Brix. Ce degré Brix élevé est dû à un excès de sucre ajouté ou bien à une disproportion de la quantité de fruit et celle du sucre ajouté. Ce résultat est inférieur à celle obtenu par **Harinirina. (2009)** qui a enregistré une valeur de 72,4° Brix pour la confiture de pok-pok.

Si on réfère aux critères exigés dans le **Codex Alimentarius. (1995)** le degré Brix de la confiture ne doit pas être inférieur à 65%. La confiture de pok-pok répond à cette exigence. Ce taux de matières sèches solubles assure une bonne conservation du produit et conditionne l'appellation de marmelade et de la confiture.

Le pH est un critère principal dans la fabrication de la confiture, il indique la qualité de la conservation et sert à mettre en évidence d'éventuelle fermentation microbienne.

Les normes internationales exigent un pH relativement acide à la fin du procédé (confiture finale). La norme imposée pour le pH se situe entre de 2,8 à 3,9 (**Codex Alimentarius, 1995**).

Selon **Douiri. (2011)**, un pH bas est essentiel pour empêcher la détérioration de la confiture, en défavorisant la prolifération des bactéries, des levures et des moisissures. D'après le tableau 10, la valeur de pH de la confiture est de 3. La valeur du pH obtenu pour la confiture de pok-pok est conforme à la norme des **Codex Alimentarius, (1995)**.

L'acidité d'une confiture reflète directement son acceptabilité par le consommateur et sa conservabilité. Le résultat montre une valeur d'acidité de 10.03meq/100g de confiture, ce qui est proche à celle rapportée par **Douiri, (2011)** avec une valeur de 9.92meq/100g pour la confiture de datte. L'acidité de la confiture de pok-pok (10.03meq/100g) est conforme à la norme Algérienne qui impose une acidité entre 3-10meq/100g.

Pour le pH et l'acidité titrable, ils permettent de dire que d'une part, la confiture est acide et cette acidité contribue à la gélification du produit et d'autre part elle donne un goût un peu acidulé au produit.

Concernant la teneur en eau, utile pour la formulation de produits notamment la confiture, un taux d'humidité de 29.81% a été noté pour le produit. Ce résultat est inférieur à la norme imposé par le **Codex Alimentarius STAN 296-2009** qui indique que le taux d'humidité doit être compris entre 35 à 40%. Cette diminution peut s'expliquer par évaporation d'eau pendant la cuisson. Le principe de fabrication de la confiture repose sur la diminution de la teneur en eau par l'adjonction de sucre. Elle est classée parmi les confitures sèches et qui possèdent une aptitude à l'entreposage à température ambiante et une meilleure conservation du produit.

La teneur en cendre représente la quantité totale en éléments minéraux (potassium, calcium, sodium, magnésium, cuivre, manganèse, chlore, phosphore, soufre et silicium) ainsi que les oligo-éléments présents dans un échantillon. La teneur en cendres de la confiture de pok-pok qui est égal à 0.03%. La confiture doit contenir une proportion infime de cendres. (**HARINIRINA, 2009**).

Selon la norme internationale, la confiture de pok-pok est acceptable sur les plans physico-chimiques.

IV.1.3. Valeurs nutritionnelle

La teneur en lipides de la confiture de 0.58% obtenue est proche de celle de **HARIMALALA, (2021)** qui a trouvé de la teneur en matières grasses de 0.56% sur les confitures de pok-pok. D'après le résultat, on en déduit que la confiture est faible en lipide.

En ce qui concerne la teneur en protéines, la valeur est supérieure que celle obtenue par **RANIVOARIMALALA, (2015)** (0.2% pour la confiture de raketa). Par contre, le résultat est très proche à celui emportée par **HARIMALALA, (2021)** avec une valeur 1.68% pour la confiture de pok-pok.

Quant à la teneur en glucides totaux, le résultat indique une valeur égale à 67,82%. **RAKOTOVOLOLONA, (2011)** a rapporté des valeurs égales à 65.1% et 65.9% pour les confitures d'abricot et litchis, ces valeurs sont inférieures à celle obtenue dans le cas étudié. Cette augmentation est due par l'ajout du sucre.

La valeur énergétique globale correspond à la somme des énergies métabolisables des composants glucidiques, lipidiques et protéiques. La confiture fournit 282,74 Kcal pour 100g de l'échantillon. La confiture constitue une bonne source d'énergie. Ce résultat est inférieur à celui montré par **RANIVOARIMALALA, (2015)** qui est de 379.67Kcal pour la confiture de raketa.

Le taux de la Vitamine C dans le produit est très faible. Si le taux de la vitamine C dans le fruit frais est de 43mg/100g, il passe à 3.83mg/100g après transformation. Cette diminution est due à la cuisson de la confiture. Ce résultat est supérieur à celui trouvé par **MECELLEM, (2015)** qui est de 23.6 mg/100g pour la figue de la confiture de barbarie.

D'après ces résultats, les valeurs nutritionnelles dans le produit fini sont partiellement faibles.

IV.1.4. Qualité microbiologique

Parmi les tests microbiologiques réalisés, les germes d'altération ou FAMT sont présents à un taux inférieurs au critère microbiologique de références citées par **HARIMALALA, (2021)** qui est de 13×10^2 UFC/g. la présence des microorganismes d'altérations nécessite l'application vigoureuse de la BPF (ou Bonne Pratique de Fabrication) et BPH (ou Bonne Pratique d'Hygiène). Selon la norme microbiologique, un produit est dit dangereux si le FMAT est supérieure à 10^5 or le résultat indique que le produit contient une valeur microbiologique satisfaisant (13×10^2) qui est largement inférieure à la valeur de référence.

La présence des levures et des moisissures s'explique par l'inefficacité de traitement thermique appliqué pendant la pasteurisation de la confiture pour leur élimination. Cependant ces résultats restent conformes aux critères microbiologiques de références citées par **RAKOTOARISOA, (2015)**.

L'échantillon étudié est remarqué par l'absence des bactéries pathogènes ou toxigènes telles que les *Salmonella*, les *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus* qui sont responsable des toxi-infections alimentaire. Cela pourrait être dû à un pH bas (< 4.5) où ces germes ne peuvent pas se développer. La concentration élevée en sucre joue aussi un rôle important comme conservation pour préserver les aliments par l'abaissement de l'activité de l'eau. De plus, l'addition de sucre, de conservateurs (sorbate de potassium) à la confiture accroît sa stabilité microbiologique ce qui rend le produit conforme sur le plan microbiologique.

L'absence de contaminations fécales telles que des coliformes totaux et fécaux et l'*Escherichia coli* durant toute la période d'analyse pour le produit est conforme à la norme citée par **BADAROU et SANNI. (2014)**. Cela indique le bon respect des règles d'hygiène durant le temps de préparation et l'hygiène des matériels utilisés. D'après les résultats obtenus, la confiture de pok-pok est conforme aux normes des critères microbiologiques des références, c'est un produit de bonne qualité sanitaire.

IV.1.5. Evaluation économique simplifié

Pour la réalisation de la confiture de pok-pok, le prix d'achat pour une boîte contenant 150g de confiture est de 4000Ariary. Avec un investissement de 20700Ar on peut avoir 11300Ar de bénéfice qui s'élève à 54%. On peut en déduire de la valeur dans le tableau 15 que la confiture de pok-pok est rentable.

IV.1.6. Analyses FFOM

Les Forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces de cette étude sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 16 Analyses FFOM

	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace
Procédé	-bonne qualité de matières premières -rentabilité.	Insuffisance de technique de BPH et BPF.	Faisabilité du procédé de fabrication de confiture à petite échelle.	Mauvaise conception de fabrication du produit.
Confiture	Consommable sur le plan microbiologique.	-Utilisation de conservateur chimique -Diminution de valeurs nutritionnelles.	obtention de produit de qualité .	Durée de conservation.
Matériels utilisés	Utilisation des matériels de cuisine.	Insuffisance des matériels aptes à la grande quantité de production.	Aucune dépense engagée sur le matériel.	Insuffisance des matériels pour obtenir un produit en bonne qualité.
Analyse	-Vérification de toutes les valeurs nutritionnelles présentes dans la confiture -Assurance la qualité de la confiture. -production capable à la consommation.	-Absence d'analyse de la matière première.	Obtention de résultats du caractère physico-chimique et microbiologique de la confiture.	Présence des germes d'altération. .

Source : Auteur, 2022

Les forces et les faiblesses ont été analysées suivant les études des résultats. Les matières premières sont de bonne qualité grâce au strict test lors de la réception. Le pok-pok et la confiture obtenue sont utiles pour l'alimentation humaine. La qualité de produit obtenue sera conforme aux normes attendues par les consommateurs. Pendant la présente étude, le produit fini est conforme aux normes. Les matériels utilisés ne sont pas compliqués mais exigent le respect de la propreté et du personnel.

Chaque produit qui dispose des forces, dispose également des faiblesses. La technique de fabrication de confiture nécessite des matériels tels que l'indicateur de température de cuisson.

La deuxième faiblesse dans la présente étude est la confiture ne sont pas un produit 100% Bio. L'utilisation du conservateur chimique peut avoir un impact sur la santé du consommateur. Une autre faiblesse est la diminution des valeurs nutritionnelles conservées dans la confiture. Cela peut empêcher les consommateurs d'acheter le produit.

L'opportunité de cette étude est l'obtention de résultats du caractère physico-chimique et microbiologique de la confiture

L'ignorance de la durée de conservation du produit est l'une de menace qui freine les consommateurs.

IV.2. SUGGESTIONS

Pour améliorer les qualités de confiture obtenue, quelques points doivent encore tenir en compte.

Concernant la technique de fabrication. Il serait mieux si la technique de fabrication serait améliorée en utilisant l'indicateur de température comme le thermomètre pour maîtriser précisément la cuisson des confitures. La formation du membre personnel serait améliorée en respectant le Bonne Pratique d'hygiène, notamment au niveau de production qui est jugé indispensable pour avoir un produit de qualité satisfaisant. Les valeurs nutritionnelles dans les produits finis seraient en hausse en mélangeant le pok-pok avec d'autres fruits. Le mode de conditionnement et le milieu de stockage serait amélioré en évitant la croissance rapide des flores d'altérations

Concernant la qualité de production. Il serait souhaitable d'étudier la faisabilité de confiture «Bio» sans additifs alimentaires en garantissant les consommateurs et d'estimer de la durée de conservation du produit fini.

CONCLUSION

Le pok-pok est une petite baie exotique qui est source de nutriment et contribue ainsi à l'amélioration de la santé. Il possède diverses propriétés alimentaires et médicinales du fait de ses principes actifs dont la vitamine C et le bêta-carotène. Cependant, la production de ces fruits est saisonnière. La transformation de ces fruits en confiture permet la durée de conservation plus longue. Le présent travail a permis de suivre le processus de fabrication de la confiture de pok-pok et d'évaluer les paramètres physico-chimiques et microbiologiques.

Cette étude a pour objectif de contribuer au développement de la transformation de pok-pok à travers la mise en confiture. La confiture est un aliment facile à fabriquer ; des matériels de cuisine suffisent pour la fabrication, mais pour une bonne conservation de cette dernière, il suffit de respecter certaines règles de base comme le de sucre utilisé et le temps de cuisson. Ce qui montre que l'hypothèse 1 est vérifiée c'est-à-dire que la fabrication de confiture est faisable à petite échelle

Les résultats des analyses physico-chimiques de la confiture est satisfaisant. Le produit est respecté la norme du Codex alimentarius pour la confiture.

Les résultats des analyses microbiologiques ont montrés que la confiture suit les normes microbiologique ; ce qui témoigne de leur acceptabilité. Les absences totales des bactéries pathogènes sont remarquables pendant l'analyse.

Au regard de tout ce qui précède, ce produit ne présenterait donc aucun risque pour le consommateur au regard de ses paramètres ce qui justifie l'hypothèse 2.

Les résultats de l'analyse nutritionnelle de ce produit montre que c'est un aliment pauvre en en protéines et surtout en lipides. Par contre la teneur en glucides est élevée. Elle constitue une bonne source d'énergie. Or le produit fini conserve les valeurs nutritionnelle caractérisant le pok-pok mais la valeur est partiellement diminuée. L'hypothèse 3 est partiellement vérifiée.

Après cette étude, plusieurs perspectives semblent intéressantes, à savoir l'analyse sensorielle du produit fini. Dans l'avenir, une analyse des éléments minéraux comme le potassium et le phosphore est à envisager.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ANDRIATSITOHAINA.M.V.T., 2011, Compotes de fruits en pots plastiques, formulation, sélection, étude de conservabilité, ingénieur agronome, ESSA-IAA Antananarivo, p 121.
2. BADAROU et SANNI, 2014, Evaluation des propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles d'une confiture de tamarin allégée en sucre, rapport de fin de formation en licence professionnelle en génie de technologie alimentaire, Ecole polytechnique d'ABOMEY-CALAVI, p48.
3. Codex Alimentarius volume 5, 1995, FAO/OMS, Fruits et légumes traités et surgelés, 2^e éd, p507.
4. Codex Alimentarius, 2009, CXS 296-2009, Norme pour les confitures, gelées et marmelades, p9
5. CTA (Centre Technique Agricole) ? 1990, Conservation des fruits à petites échelle, Chapitre4 : Conservation par le sucre. 224p
6. DEGMARA and al, 2019, Essai d'élaboration d'une formulation de confiture à base de fraise et l'évaluation des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et sensoriels, ingénieur en Sciences Alimentaire, République Algérienne démocratique et populaire, p76.
7. DOUIRI-DJIHED.M., Caractérisation microbiologiques, physico-chimiques et nutritionnelles d'une confiture à base d'un sirop de datte, ingénieur en Science Alimentaire« GHARS », 2011, Université SAAD DAHLAD-BUDA, p132.
8. EL SHEIKHA et al, 2008, Le coqueret du Pérou, université Montpellier I, p1
9. EL.SHEIKHA, 2010, Détermination de l'origine géographique des fruits de Karité et du Physalis par l'utilisation d'emprunte génétiques sur la communauté microbienne par PCR/DGGE, analyse des propriétés biologiques d'extraits de fruits, thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université Montpellier II, p229.
10. HARIMALALA.A.N., 2021, Evaluation de la qualité alimentaire de produits transformés consommée à Madagascar, thèse de doctorat en Science de la Vie et de l'Environnement (Science de l'Alimentation et Nutrition), Université d'Antananarivo, p155.
11. HARINIRINA.R.P., 2009, Optimisation des procédés de production de la confiterie artisanale, université d'Antananarivo, p134.
12. HU-FOUYE.S.Y., 2014, Contribution à la valorisation des fruits et des légumes : cas du chutney de goyave et de chutney de carotte, maîtrise en chimie de l'environnement, ESPA, p108.

13. MECELLEM.R., 2015, Optimisation de la formulation d'une confiture à base de la figue de barbarie « *O. ficus india* » par le plan d'expérience, ingénieur en Sciences Alimentaires, Université A.MIRA-Bejaia, p79.
14. RAJAABELISON.M.S, 2017, Etude de la mise en place du système HACCP dans une unité de fabrication de confiture de fruits exotiques selon les exigences de l'IFS, ingénieur agronome, ESSA-IAA Antananarivo, p108.
15. RAKOTOARISOA. C., 2015, La technologie de la confiture prunes et ses caractéristiques, mémoire pour l'obtention de diplôme licence, ESSA-IAA Antananarivo, p49.
16. RAKOTONJANAHARY.R.H., 2016, Essai d'élaboration de confiture et de sirop de raisin : caractérisation nutritionnels et physico-chimiques, ingénieur en Science des aliments et Nutritions, Université d'Antananarivo faculté de science, p75.
17. RAKOTOVAO.A.M, 2004, Contribution à la valorisation des courges et des pommes en marmelades, ingénieur agronome, ESSA-IAA Antananarivo, p62.
18. RAKOTOVOLOLONA.L.L.F., 2011, Etudes de conservation des fruits de saison : fabrication de confiture d'abricot- litchis, ingénieur agronome, ESSA-IAA Antananarivo, p132.
19. RAMANAMIDONA.J.Y., 2004, Bulletin bimestriel de Centre Horticole Technique d'Antananarivo, association interprofessionnelle de fruits, légumes et plantes ornementales, p4.
20. RAMAROSON.M.K, 2013, Mise au point de vinaigres au sirop de fruits, Ingénieur agronome, ESSA-IAA Antananarivo, p135.
21. RANDRIAMANANA.M.A.N, 2003, Etudes technico-économiques en vue de la production et de l'exportation de physalis, ingénieur en agro-management, ESSA Antananarivo, p55.
22. RANDRIAMANANTSOA.L.M., 2015, Isolement et identification des levures sauvages sur six fruits tropicaux (fruit à pain, fruit de la passion, mangue Kent, groseille du cap, passiflore fétide et grenadille sauvage) de trois régions de Madagascar, ingénieur en biotechnologie, Université d'Antananarivo faculté de science, p99.
23. RANIVOARIMALALA.R.M., 2016, Caractérisation nutritionnelle et physico-chimique de deux produits élaborés (confiture, sirop) à partir de raketa d'Antananarivo, ingénieur en Science des Aliments et Nutritions, Université d'Antananarivo faculté de science, p80.
24. RAOLIMANANTSOA.T.N., 2016, Valorisation de l'ananas : pâte d'ananas et ananas confits, licence en GPCI, ESPA, p64.

25. RASOLONIRINA.V.C., 2017, Etude de faisabilité technico-financière de la fabrication d'une sauce bas à de tamarin, ingénieur agronome, ESSA-IAA Antananarivo, p107.
26. RAZAFIHOLOMANANA.E., 2010, Modes de fabrication de confitures et de marmelades, mémoire pour l'obtention de Certificat d'Aptitude Pédagogique de l'Ecole Normale, ENS Fianarantsoa, p85.

WEBIOGRAPHIQUES

http 1 : <https://publish.plantnet-project.org/project/riceweeds/collection/collection/information/details/PHYAN> ,
consulté le 23/05/22 à 21 :26

http 2 : <https://www.promessedefleurs.com/conseil-plantes-jardin/fichefamille/physalis-semis-culture-recolte> , consulté le 27/05/22 à 19 :56.

http 3 : <https://www.kazidomi.com/fr-FR/blog-cuisine-sante/le-physalis-petit-fruit-magique-rt-savoureux->, consulté le 27/05/22 à 20 :35.

http 4 : http://fr.wikipedia.org/wiki/Coqueret_du_P%C3%A9rou, consulté le 27/05/22 à 22 :0

ANNEXES

Annexe 1 Variétés de physalis

Les plantes de genres physalis contiennent environ 463 espèces, mais moins de 100 espèces sont bien connues (EL SHEIKHA, 2010). Le tableau 1 montre les descriptions de certaines espèces de physalis mais l'espèce étudiée est *peruviana*.

Tableau 17 Différents types des espèces du physalis

ESPECES	DESCRIPTIONS
<i>Physalis ixocarpa</i>	Physalis ixocarpa, appelé tomatille est une plante annuelle. Son fruit ressemble à une petite tomate verte parfois purpurescence recouverte par un voile qui se déchire lorsque le fruit est mûr. La hauteur de cette plante annuelle varie 30 à 50cm et elle a tendance de s'affaisser.
<i>Physalis pruinosa</i>	Physalis pruinosa est appelé physalis à goût de prune, également Grossille du cap. Il présente un port prostré et rampant. Les fruits sont très similaires à ceux du coqueret du Pérou. Seule différence notable, le calibre de la baie est un peu plus réduit. Cet arbuste vivace rustique à croissance rapide peut atteindre 30cm de haut.
<i>Physalis alkekengi</i>	Physalis alkekengi, appelé Coqueret alkékénge est une plante vivace. La plante est éprouvée pour son faux-fruit, une comestible de couleur orange enfermée dans un calice rouge semblable à une lanterne. C'est une plante vivace à racines traçantes et 30 à 60cm de haut.

<i>Physalis Peruviana</i>	<i>Physalis peruviana</i>, appelé pok pok ou coqueret de Pérou en français ou « voanantsindrana » en malgache est une espèce Solanacées. Il est une baie jaune doré recouverte d'une fine membrane ou calice enrobant non comestible De la grosseur d'une cerise, ridée par dessiccation, le pok-pok renferme de nombreuses petites graines ovoïdes aplatie. La plante varie à la hauteur de 50 à 90 cm
---------------------------	---

Source : SHEIKHA, 2010



Figure 15 *Physalis ixocarpa*



Figure 14 *Physalis pruinosa*



Figure 17 *Physalis alkekengi*



Figure 16 *Physalis peruviana*

Source : SHEIKHA, 2010

Annexe 2 : Différents types de sucres autorisés dans la confiture

Les sucres autorisés sont ceux tels que définis dans la Norme du Codex pour les confitures, gelées et marmelades (CODEX STAN 296-2009) :

- Sucre de canne et de betterave ou sucres ordinaires sont les plus couramment dans les confitures. Ils confèrent au produit un meilleur goût.
- Édulcorants liquides (le sucre liquide, le sucre liquide inverti, le sirop de sucre inverti, le sirop de glucose, le sirop de fructose)
- le sirop de maïs ou le miel.
- les sucres extraits des fruits : dénaturent le goût du produit.

Annexe 3 : Etiquetage

L'étiquette doit comprendre des informations suivantes

- Les mentions obligatoires :
 - **Nom du produit** : Confiture suivi des noms des fruits utilisés par ordre décroissant de poids. Il peut aussi indiquer la variété du fruit. « confiture pok-pok »
 - **liste des ingrédients** : énumérés dans l'ordre décroissant de leur poids utilisés. Les additifs occupant une fonction technologique doit être cités suivis de leurs Système International de Numérotation.
 - **contenu net et poids égoutté** : en poids ou en volume pour les confitures et toujours exprimée en unités du Système International.
 - **nom et adresse** : Le nom et l'adresse du fabricant devrait être déclarés en petits caractères et hors du champ de dénomination. Cette information renseigne les clients sur la coopérative qui fabrique le produit. Ainsi, elle constitue une sorte de publicité mais elle peut également aider lors d'un éventuel problème.
- La mention facultative
 - **Etiquetage nutritionnel** : l'étiquetage nutritionnel est fait pour informer le consommateur la valeur nutritionnelle dans le produit. La figure suivante présente l'étiquette de la confiture

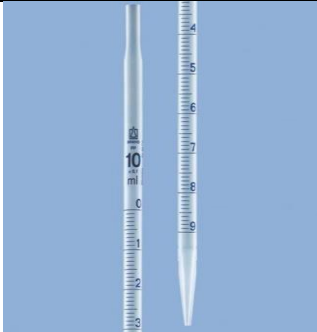


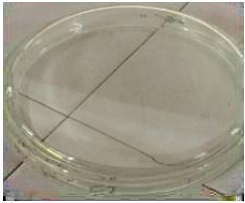
Figure 18 Etiquette de confiture de pok-pok

Annexe 4 : Matériels de fabrication

Matériels	Utilisations	Photo
Balance	Pour le pesage des matières premières	
cuvette	Pour refroidir le pok-pok	
Marmite	Pour cuire le mélange et stériliser les bocaux	
Louche en bois	Pour remuer le mélange pendant la cuisson	
Bag	Pour laver le pok-pok	
Bocaux	Pour le conditionner	

Annexe 5: Matériels de laboratoire

Matériels	Utilisation	Photo
Balance de précision	Pour peser l'échantillon	
Creuset d'incinération	Pour déterminer la teneur en cendre	
Pipettes gradués	Pour prélever une quantité de matière afin d'obtenir la quantité presque exactement recherchée	
Spatule	Pour prendre les milieux	
Burette	Pour doser et titrer la solution	
Eprouvette gradué	Pour mesurer de liquide utilisé	

		
Bécher	Pour préparer le milieu de culture et/ou mesure le volume de solution non précis	
Boite de pétri	utiliser pour la culture microbienne	
Agitateur magnétique	Pour agiter la solution de volume pouvant aller jusqu'à 15ml en utilisant la force magnétique et chauffer un liquide.	
Dessiccateur	Pour refroidir les capsules stérilisées ou bien les échantillons en sortant de l'étuve	
Etuve	Pour déterminer la teneur en eau	
Four à moufle	Pour incinérer un produit alimentaire afin de déterminer la teneur en cendres brutes.	

Distillat	Pour distiller le minéralisé	
Papier Ph	Pour déterminer le pH	
Rotavapor	Pour éliminer l'hexane	
Bain mari	Pour chauffer les échantillons avec l'hexane	

Annexe 6 : dilution en cascade

