

---

## Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
Première partie : Le kaki .....	2
Chapitre I. Généralités sur le kaki .....	2
I.1. La partie agronomique.....	2
I.1.1. Historique et origine du fruit.....	2
I.1.2. Systématique .....	2
I.1.3. Description des variétés cultivées .....	3
I.1.3.1. <b>Diospyros kaki</b> variété <i>voatabia</i> .....	4
I.1.3.2. <b>Diospyros kaki</b> variété yémon .....	4
I.1.3.3. Etudes comparatives des variétés de <i>Diospyros kaki</i> .....	6
I.1.4. Conditions culturales.....	7
I.1.4.1. Exigences agroclimatiques.....	7
I.1.4.2. Mode de multiplication .....	7
I.1.4.3. Plantation.....	9
I.1.4.4. Fertilisation et entretien.....	10
I.1.4.5. Récolte et conservation .....	11
I.1.4.6. Dégradation post-récolte des fruits .....	12
I.1.5. Maladies et ennemis .....	12
I.2. Utilisation et vertu de la plante.....	13
I.2.1. Utilisation.....	13
I.2.2. Vertu médicinale de la plante.....	14
Chapitre II : Milieu de production, la commune rurale d’Ambano Antsirabe II .....	15
II.1. L’introduction du kaki dans la région d’Ambano .....	15
II.2. Localisation géographique .....	15
II.3. Agroécologie de la commune rurale d’Ambano .....	16
II.3.1. Le sol et le relief .....	16
II.3.2. Caractéristiques climatiques .....	17
II.4. Infrastructures.....	18
II.5. La population et la culture du kaki.....	19
II.6. Production de kakis à Ambano.....	20
II.6.1. Cycle de la plante.....	20
II.6.2. Calendrier culturel .....	21
II.6.3. Production totale .....	22
II.6.4. Débouché .....	23
II.6.5. Problèmes rencontrés .....	24
Chapitre III : Place de l’industrie Agroalimentaire à Madagascar et dans le monde.....	25
III.1. Généralités .....	25
III.2. Les industries de conserve .....	25
III.3. La situation de la provende en Europe et à Madagascar.....	26
III.4. Les industries oléagineuses.....	28
III.5. Les Industries Agroalimentaires malgaches nouvellement créées.....	28
Conclusion partielle I .....	30
Deuxième partie : Etude technologique : valorisation du fruit entier de kaki.....	31
Chapitre I : Valorisation de la pulpe: transformation en chutney .....	31
I.1. Choix des variétés.....	31
I.2. Caractéristiques des variétés destinées à la fabrication du chutney .....	31
I.2.1. Analyses physico-chimiques .....	32

A. Matériels et méthodes .....	32
1. Degré Brix .....	32
2. pH .....	32
3. Teneur en eau.....	32
4. Dosage des protéines .....	32
5. Dosage des matières grasses.....	32
6. Dosage des cendres brutes .....	32
7. Dosage des glucides totaux.....	33
8. Dosage des sucres réducteurs .....	33
B. Résultats et interprétations .....	33
1. Proportions des différentes parties des fruits.....	33
2. Compositions physico- chimiques.....	33
1.2.2. Analyse nutritionnelle.....	34
I.3. Fabrication du chutney de kaki.....	35
I.3.1. Description du chutney.....	35
I.3.1.1. Définition et principes du chutney .....	35
I.3.1.2. Contexte du chutney.....	35
I.3.1.3. Processus de fabrication .....	35
I.3.2. Fabrication du chutney de kaki proprement dite.....	37
I.3.2.1. Description du chutney de kaki et choix du produit.....	39
I.3.2.2. Processus de fabrication adopté .....	40
I.3.2.3. Codification des produits .....	42
I.3.2.4. Résultats expérimentaux .....	42
I.3.2.5. Stabilité des produits finis .....	48
A. Tests de stabilité physico-chimique .....	48
B. Tests de stabilité microbiologique.....	48
C. Tests de stabilité sensorielle .....	49
D. Confirmation des données expérimentales .....	49
A. Analyses physico-chimiques.....	42
B. Analyses microbiologiques .....	43
C. Analyses sensorielles.....	43
Chapitre II : Valorisation des sous-produits.....	50
II.1. Peau : transformation en provendes .....	50
II.1.1. Généralités sur les provendes.....	50
II.1.1.1. Définitions.....	50
II.1.1.2. Fabrication de provende.....	50
A. Composition générale de la provende.....	50
B. Fabrication de provende .....	52
II.1.2. Normes sur les provendes .....	52
II.1.3. Mode d'obtention du broyat de peau de kaki.....	52
II.1.4. Analyse physico-chimique du broyat de peau des variétés de kakis greffés .....	53
II.1.5. Interprétations .....	53
II.2. Graines : extraction d'huile .....	53
II.2.1. Généralités sur les corps gras.....	53
II.2.2. Caractéristiques des graines .....	55
II.2.3. Diagramme de fabrication.....	56
II.2.3.1. Lavage.....	56
II.2.3.2. Séchage .....	57
II.2.3.3. Stockage.....	57
II.2.3.4. Broyage .....	57

II.2.3.5. Etuvage .....	57
II.2.3.6. Extraction de l'huile par solvant .....	57
II.2.4. Paramètres physico-chimiques de l'huile .....	58
II.2.4.1. Paramètres physiques .....	58
II.2.4.2. Paramètres chimiques .....	59
II.2.4.3. Résultats et interprétations .....	60
II.2.5. Détermination de la composition en acides gras .....	61
II.2.5.1. Définition de la Chromatographie en Phase Gazeuse (ou CPG) .....	61
II.2.5.2. Principes de la Chromatographie en Phase Gazeuse (ou CPG) .....	61
II.2.5.3. Préparation des acides gras .....	62
II.2.5.4. Résultats et interprétations .....	62
Conclusion partielle II .....	67
Troisième partie : Etude de faisabilité d'une unité de transformation .....	68
Chapitre I : Objectifs et analyses de la problématique .....	68
I.1. Objectif global .....	68
I.2. Sous-objectifs .....	68
Chapitre II : Implantation de l'usine .....	69
II.1. Choix de la région d'implantation .....	69
II.2. Choix du type d'unité .....	69
Chapitre III. Le plan marketing .....	71
III.1. Les fournisseurs .....	71
III.2. La fidélisation de la clientèle .....	71
Chapitre IV: Ingénierie et technologie .....	72
IV.1. Processus de production .....	72
IV.2. Capacité de l'installation .....	73
Chapitre V : Etude de marché .....	74
V.1. Planning de production .....	74
V.2. Structure et caractéristique du marché .....	74
V.3. Le plan de mise en marché .....	75
Chapitre VI : Organisation .....	76
Chapitre VII: Etude financière .....	78
VII.1. Investissement .....	78
VII.2. Amortissement .....	79
VII.3. Charges diverses .....	80
VII.4. Charges du Personnel .....	82
VII.5. Charges prévisionnelles .....	82
VII.6. Recettes prévisionnelles .....	83
VII.7. Résultats d'exploitation .....	83
VII.8. Indicateurs de rentabilité .....	83
VII.8.1 Valeur Nette Actualisée (VNA) .....	83
VII.8.2. Indice de profitabilité (Ip) et taux de profitabilité : .....	84
VII.8.3. Taux de rentabilité interne (TRI) .....	84
VII.8.4. Délai de Récupération du Capital Investi (DRCI) .....	85
Chapitre VIII. Plan financier .....	86
Conclusion partielle III .....	87
Conclusion générale .....	88
Bibliographie .....	89
Parties expérimentales .....	91
Annexes .....	104

## Liste des figures

Figure 1 : Photo d'une fleur de kaki.....	3
Figure 2 : Photo d'un kaki variété <i>voatabia</i> .....	4
Figure 3 : Photo de kaki variété <i>yémon</i> .....	4
Figure 4 : Photo d'un kaki variété <i>coing de Chine</i> rond.....	5
Figure 5 : Photo d'un kaki variété <i>coing de Chine</i> ovale et à bout pointu .....	5
Figure 6 : Photo d'un kaki variété <i>pomme</i> ou <i>Hana fuyu</i> .....	6
Figure 7 : Photo d'un kaki variété <i>coing de Chine</i> rond malade .....	13
Figure 8 : Carte de repérage géographique de la commune rurale d'Ambano .....	16
Figure 9 : Courbe ombrothermique de la région d'Ambano .....	17
Figure 10 Schéma du circuit de distribution des kakis.....	23
Figure 11 : Diagramme de fabrication du chutney .....	36
Figure 12 : Schéma de l'effet anti-microbien des acides non dissociés .....	38
Figure 13 : Schéma du processus de fabrication adopté.....	41
Figure 14 : Démarche de l'évaluation sensorielle.....	44
Figure 15 : Comparaison de l'aspect des échantillons de chutneys de kakis.....	45
Figure 16 : Comparaison de l'odeur des deux échantillons de chutney.....	46
Figure 17 : Comparaison du goût des deux échantillons de chutney de kaki.....	46
Figure 18 : Comparaison de la texture en bouche des deux échantillons de chutneys de kakis.....	47
Figure 19 : Test de préférence des deux échantillons de chutney de kaki .....	48
Figure 20 : Schéma du processus de fabrication de provende .....	52
Figure 21 : Photo des graines de la variété <i>voatabia</i> .....	56
Figure 22 : Schéma du processus de fabrication de l'huile à partir des graines entières de la variété <i>voatabia</i> .....	56
Figure 23 : Chromatogramme de l'huile de la variété <i>voatabia</i> .....	63
Figure 24 : Plan de l'usine de transformation .....	70
Figure 25 : Processus de production.....	72
Figure 26 : Organigramme de l'usine .....	76

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 : Comparaison des 2 variétés de kakis étudiées</b> .....	7
<b>Tableau 2 : Vitesse du vent en m/s (1961/1990)</b> .....	18
<b>Tableau 3 : Répartition de la population par activités</b> .....	20
<b>Tableau 4 : Calendrier culturel du kaki</b> .....	21
<b>Tableau 5 : Estimation de la production en 1995 – 1996 (ADR)</b> .....	22
<b>Tableau 6 : Production de kakis en tonnes dans la région de Vakinankaratra</b> .....	22
<b>Tableau 7 : Offre de production en conserves de fruits et de légumes de 1993 à 1996</b> ....	26
<b>Tableau 8 : Importation de conserves de fruits et de légumes de 1994 en 1997</b> .....	26
<b>Tableau 9 : Liste des entreprises agroalimentaires nouvellement créées dans la province d’Antananarivo</b> .....	29
<b>Tableau 10 : Proportion des différentes parties des fruits</b> .....	33
<b>Tableau 11 : Compositions physico-chimiques de la pulpe des deux variétés de kakis greffés</b> .....	34
<b>Tableau 12 : Compositions physico-chimiques des chutneys de kakis</b> .....	42
<b>Tableau 13 : Stabilité des chutneys de kakis</b> .....	49
<b>Tableau 14 : Compositions physico-chimiques de la peau des variétés de kakis</b> .....	53
<b>Tableau 15 : Teneur calorique moyenne des corps gras</b> .....	55
<b>Tableau 16 : Comparaison des teneurs en eau et en huile des graines entières de la variété <i>voatabia</i> avec la littérature</b> .....	60
<b>Tableau 17 : Caractéristiques chimiques de l’huile de graines entières de la variété <i>voatabia</i></b> .....	60
<b>Tableau 18 : Comparaison de la LCE de l’huile de la variété <i>voatabia</i> avec les LCE théoriques et la solution étalon d’huile d’olive</b> .....	64
<b>Tableau 19 : Comparaison des compositions pondérales des acides gras de l’huile de la variété <i>voatabia</i> avec celles des huiles de graines de la famille des ébénacées et de l’olive</b> .....	65
<b>Tableau 20 : Résumé des activités annuelles de l'usine</b> .....	73
<b>Tableau 21 : Planning de production</b> .....	74
<b>Tableau 22 : Objectifs de vente en Ariary</b> .....	74
<b>Tableau 23 : Répartition des tâches et qualifications requises</b> .....	77
<b>Tableau 24 : Besoins en investissement (en Ariary)</b> .....	78
<b>Tableau 25 : Amortissement (en Ariary)</b> .....	79
<b>Tableau 26 : Répartition des charges diverses (en Ariary)</b> .....	80
<b>Tableau 27 : Charges du Personnel (en Ariary)</b> .....	82
<b>Tableau 28 : Charges prévisionnelles (en Ariary)</b> .....	82
<b>Tableau 29 : Recettes prévisionnelles (en Ariary)</b> .....	83
<b>Tableau 30 : Résultat d'exploitation (en Ariary)</b> .....	83
<b>Tableau 31 : Chronogramme de réalisation du projet (Janvier 2005 au février 2006) ...</b>	86

## **Liste des parties expérimentales**

<b>Partie expérimentale 1 : DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU ET Matière volatile (NF V 03-903).....</b>	<b>91</b>
<b>Partie expérimentale 2 : DOSAGE DE LA TENEUR EN CENDRES TOTALES.....</b>	<b>91</b>
<b>Partie expérimentale 3 : DOSAGE DE LA MATIÈRE AZOTÉE TOTALE SELON LA Méthode de Kjeldhal.....</b>	<b>92</b>
<b>Partie expérimentale 4 : DETERMINATION DE LA TENEUR EN NDF (Neutral Detergent Fiber).....</b>	<b>94</b>
<b>Partie expérimentale 5 : DETERMINATION DE LA TENEUR EN HUILE (NF V 03- 905).....</b>	<b>95</b>
<b>Partie expérimentale 6 : DETERMINATION DE L'INDICE DE REFRACTION DE L'HUILE (NF T 60-212) .....</b>	<b>96</b>
<b>Partie expérimentale 7 : DETERMINATION DE L'INDICE D'ACIDE (NF T 60-204)</b>	<b>97</b>
<b>Partie expérimentale 8 : DETERMINATION DE L'INDICE DE SAPONIFICATION (NF T 60-206) .....</b>	<b>98</b>
<b>Partie expérimentale 9 : DETERMINATION DU DEGRE BRUX .....</b>	<b>99</b>
<b>Partie expérimentale 10 : DOSAGE DE L'ACIDITE .....</b>	<b>99</b>
<b>Partie expérimentale 11 : DOSAGE DES SUCRES TOTAUX .....</b>	<b>100</b>
<b>Partie expérimentale 12 : Détection de Coliformes Fécaux.....</b>	<b>102</b>

## Liste des annexes

<b>Annexe 1 : Herbar de la variété <i>coing de Chine</i> .....</b>	<b>104</b>
<b>Annexe 2 : Herbar de la variété <i>voatabia</i> .....</b>	<b>105</b>
<b>Annexe 3 : Herbar de la variété <i>yémon</i> .....</b>	<b>105</b>
<b>Annexe 4 : Résultats des analyses de sucre réducteur au CNRE.....</b>	<b>106</b>
<b>Annexe 5 : Calcul des rendements de fabrication des chutneys de kakis .....</b>	<b>107</b>
<b>Annexe 6 : Certificat de consommabilité délivré par le laboratoire des fraudes .....</b>	<b>108</b>
<b>Annexe 7 : Questionnaire sur l'analyse discriminative .....</b>	<b>110</b>
<b>Annexe 8 : Questionnaire sur l'analyse hédonique.....</b>	<b>110</b>
<b>Annexe 9 : Questionnaire sur l'analyse descriptive .....</b>	<b>111</b>
<b>Annexe 10 : Calcul de la LCE .....</b>	<b>112</b>
<b>Annexe 11 : Chromatogramme de l'huile d'olive (solution étalon).....</b>	<b>112</b>
<b>Annexe 12 : Préparation d'une analyse sensorielle de l'AGROTEC (de la recherche à l'agroalimentaire) .....</b>	<b>113</b>
<b>Annexe 13 : Dégradation d'origine microbienne des principaux types d'aliments .....</b>	<b>114</b>
<b>Annexe 14 : Table de composition des aliments pour la formulation de provende .....</b>	<b>116</b>

## **Liste des abréviations**

°C : degré Celsius

CNRE : Centre National des Recherches sur l'Environnement

DRT FOFIFA : Département de Recherche et Technologie (Foibem-pirenenena momba ny Fikarohana ampiharina amin'ny Fampanandrosoana ny Ambanivohitra)

g : gramme

ha : hectare

INSTAT : Institut National de la Statistique

kg : kilogramme

pH : potentiel hydrogène

S/P : sous -préfecture

t : tonne

### **Renseignements complémentaires**

Dénomination de la station de collection active de Nanisana Antananarivo :

Avant 1896 : jardin d'essai

1896 : station agricole ou parc agricole

Après le départ des colonisateurs : Centre de Multiplicateur de semences

Actuellement : station de collection active

## INTRODUCTION GENERALE

En ce nouveau millenium, la culture de fruits tropicaux présente un atout majeur quant à la promotion des produits biologiques. Madagascar jouit de cet avantage avec sa richesse en biodiversité.

Ambano, une commune rurale de la sous-préfecture d'Antsirabe II, est dotée d'une vraie richesse en arbres fruitiers, en particulier les plaqueminiers dont la production de la zone sud seulement est évaluée à 671 tonnes par an. La totalité de cette production ne fait pas l'objet d'une transformation, alors que les kakis sont très périssables et que les deux variétés de l'espèce *Diospyros kaki yémon* et *voatabia* conviennent bien à cette opération. Une étude des sous-produits s'avère également intéressante, dans un but économique en ne laissant aucune perte au cours de la transformation.

La réflexion sur ce qui précède nous a amenée à traiter le sujet suivant :

**« Contribution à la valorisation des deux variétés de *Diospyros kaki yémon* et *voatabia* dans la commune rurale d'Ambano, sous-préfecture d'Antsirabe II ».**

Afin de mieux cerner les objectifs sur la réalisation du projet, nous allons subdiviser notre étude en trois parties :

- ❖ la première partie relate les généralités sur le kaki, le milieu de production, la culture du kaki et la situation de l'industrie agroalimentaire à Madagascar et dans le monde ;
- ❖ la deuxième partie développe les différentes technologies appliquées à la production de chutney, à la valorisation des peaux et des graines ;
- ❖ la troisième partie concerne l'étude de faisabilité technico-économique de l'unité industrielle de base ne traitant que du chutney .

# Première partie : Le kaki

## Chapitre I. Généralités sur le kaki

### I.1. La partie agronomique

#### I.1.1. Historique et origine du fruit

L'origine du mot *Diospyros*, Linn vient de l'ancien nom grec employé par Théophraste, de *dios* = divin et de *puros* = blé signifiant littéralement nourriture céleste [1]. Le kaki, fruit de l'arbre appelé plaqueminier, est originaire d'Extrême – Orient où il existe environ un millier de cultivars (Chine, Japon). Le nom spécifique vient du mot anglais khakee, emprunté à l'hindî kaki signifiant couleur de poussière (pruine blanchâtre sur la peau du fruit).

Ce fut Jean Laborde qui introduisit le kaki à Madagascar, grâce à la création d'un grand verger sur les plateaux de Mantasoa. Et en 1934, le Docteur TRABUT envoya d'Alger des plants greffés de kakis pour leur multiplication à la station agricole de Nanisana Antananarivo-Ville [2].

#### I.1.2. Systématique [1,3]

**Règne :** Végétal

**Classe :** Angiospermes

**Sous-classe :** Dicotylédones

**Super-ordre :** Caryophyllidae

**Ordre :** Ebenales

**Famille :** Ebenaceae

**Genre :** *Diospyros*

**Espèces :** *D. kaki* possédant plusieurs variétés, à savoir *D. kaki costata*, *D. kaki*, Linn, *D. kaki sahuti gallica*, *D. kaki mazeli*, *D. kaki wieseneri*, dont la liste n'est pas exhaustive.

Il existe encore plusieurs espèces de *Diospyros* comme le *D. aurantum*, *D. berti*, *D. coronaria*, *D. elleptica*, *D. ebum*, *D. lotus*, *D. virginiana*, Linn, et encore beaucoup d'autres.

**Variétés cultivées à Madagascar :** *yémon*, *voatabia*, *coing de Chine*, *pomme* ou *Hana Fuyu*.

#### Noms vernaculaires :

- condorchine (variété *coing de Chine*) ;
- fonomby (variété *yémon*) ;
- voatabia ou carré (variété *voatabia*) ;
- ranomaintiaty (variété *pomme*).
- **Variétés étudiées :** *yémon* et *voatabia*.

### I.1.3. Description des variétés cultivées

Les variétés cultivées empruntent plusieurs dénominations selon les régions d'implantation. Les kakis sont classés parmi les fruits charnus à pépins, dénommés baies [4].

En français : kaki, plaquemine, abricot du Japon, crème du Japon, figue caque ;

En anglais : *persimmon*, *Japanese persimmon* ;

En créole : kaki (M) (R), coing de Chine (R) ;

M : nom en créole mauricien.

R : nom en créole réunionnais.

Le kaki (*coing de Chine*) prend en plus les significations suivantes : *Chinese date plum*, *Caquien*.

#### La famille des ébénacées :

La famille des Ebénacées présente en général des arbres et arbustes à bois dur. Les feuilles sont alternes vert foncé, brillantes au-dessus, pubescentes au-dessous, très entières, sans stipules, courtement pétiolées, rarement opposées, subopposées ou verticillées par trois (Voir annexes N° 1, 2 et 3). Les fleurs jaunâtres (voir figure N°1) sont axillaires ou latérales, parfois sur l'écorce du tronc ou des rameaux (cauliflorie), solitaires, en cyme ou plus rarement en grappe, munies de bractées, le plus souvent dioïques, rarement hermaphrodites ou polygames, dichlamydées, de 3 à 7 mètres de hauteur.

**Figure 1 : Photo d'une fleur de kaki [cliché : Anonyme]**



Les fruits sont bacciformes, coriaces ou charnus. Le fruit est une baie globuleuse orange à rouge tomate. Il possède 4 larges sépales qui restent attachés à la base. Les graines sont en nombre variable de 0 à 8 unités par fruit [5,6].

Les graines sont pendantes, albuminées, ornées à l'extérieur de 2 à 3 sillons longitudinaux, avec un testa lisse et mince [6,7].

### I.1.3.1. Diospyros kaki variété voatabia

L'arbuste de 4 mètres de hauteur au maximum à feuilles caduques (Voir annexe N° 2) présente des fruits non climactériques à pulpe abondante de la forme des variétés marmandes de tomates. La pulpe est très sucrée, savoureuse et juteuse. Les fruits sont astringents à cause de l'acide tannique présent dans la pulpe et surtout sur la peau. Cette astringence disparaît lorsque les fruits sont blets.

La photo ci-après montre l'aspect des variétés *voatabia*.

**Figure 2 : Photo d'un kaki variété *voatabia* [cliché : Anonyme]**

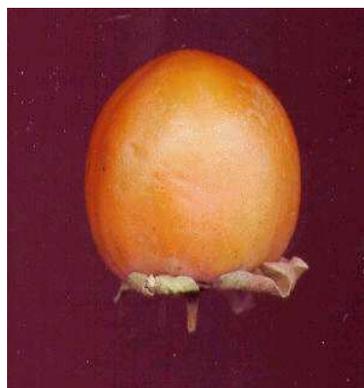


### I.1.3.2. Diospyros kaki variété yémon

L'arbuste de 4 mètres de hauteur au maximum et à feuilles caduques (Annexe N° 3), porte des fruits moins riches en tanin que ceux de la variété *voatabia*. C'est un fruit non climactérique, mais il peut très bien être consommé sans attendre l'état blet. Le fruit est ovoïde et pointu au sommet, prenant la forme d'un cœur, d'où son nom vernaculaire « *fonomby* ».

La variété *yémon* est présentée sur la figure N° 3 ci-après.

**Figure 3 : Photo de kaki variété *yémon* [cliché : Anonyme]**



Remarques :

Les deux autres variétés cultivées sont décrites comme suit :

- ★ le *Diospyros virginiana* (plaqueminier de Virginie) ou *coing de Chine* [8].  
Arbre supérieur à 5 mètres de hauteur à feuilles caduques (Voir annexe N° 1)  
et originaire d'Amérique du Nord, il est constitué d'un port pyramidal.

Le *D. virginiana* est introduit à Madagascar en 1896, il donne de nombreux petits fruits peu charnus, constitue un bon porte-greffe pour le kaki. A cet usage, il lui convient d'adopter sa conservation et sa multiplication dans les stations et pépinières, comme le cas de la station de collection active de Nanisana Antananarivo-Ville.

C'est une plante non hermaphrodite, mais apparemment, ce caractère semble caché pour les variétés de Madagascar, car tous les arbres fructifient. Il présente deux variétés climactériques, de forme ronde et ovale (voir figure N° 4 et N° 5).

**Figure 4 : Photo d'un kaki variété *coing de Chine* rond [cliché : Auteur]**



**Figure 5 : Photo d'un kaki variété *coing de Chine* ovale et à bout pointu [cliché : Auteur]**



- ★ La variété appelée *pomme* ou variété *Hana Fuyu* est un fruit climactérique. Il s'agit également d'un arbuste haut de 4 mètres au maximum et à feuilles caduques. Le fruit a la forme d'une pomme et se croque de la même manière. Il ne présente aucune astringence même à l'état vert. Le fruit peut atteindre un poids moyen de 400 grammes [9].

Les raisons pour lesquelles ces deux variétés n'entrent pas dans notre choix d'études sont les suivantes :

- La variété *coing de chine* est un fruit tardif et de récolte irrégulière. Ce fruit se rencontre très rarement sur les marchés locaux ;
- La culture de la variété *pomme* n'est pas encore très répandue dans la grande île, mais elle reste toujours à l'échelle de jardinage. Tel fruit n'est pas trouvé sur les marchés locaux.

**Figure 6 : Photo d'un kaki variété *pomme* ou *Hana fuyu* [cliché : Anonyme]**



#### I.1.3.3. Etudes comparatives des variétés de *Diospyros kaki*

De très nombreuses variétés, plus de 2.500 sont classées en trois groupes :

- Le premier groupe, à fruits astringents et non comestibles ;
- Le deuxième groupe, à fruits non astringents et comestibles ;
- Le troisième groupe, à fruits comestibles lorsqu'ils contiennent de nombreuses graines.

L'action conjuguée de la pectine avec celle du tanin hydrosoluble fait un bon émoullient aux fruits et un astringent pour les muqueuses digestives [10].

Notons que la qualité des deux premiers groupes de fruits est étroitement liée à la pollinisation [11].

Nous pouvons ainsi classer les variétés de kakis étudiés dans le deuxième groupe.

Un tableau comparatif des deux variétés de kakis étudiées est présenté ci-après. Les caractères d'identification reposent particulièrement sur l'aspect extérieur des fruits (voir figures N° 2 et 3).

**Tableau 1 : Comparaison des 2 variétés de kakis étudiées**

<b>Caractères et parties anatomiques</b>	<b>Critères</b>	<i>voatabia</i>	<i>yémon</i>
<b>Peau</b>	<b>Coloration</b>	Orange à rouge tomate	Jaune orangée à rouge
<b>Pulpe</b>	<b>Dureté</b>	Molle après parfaite maturité	Plus dure que la variété <i>voatabia</i>
	<b>Couleur</b>	Orange à rouge	Orange
	<b>Cœur</b>	Présence de substances blanchâtres en forme de fibres d'une assez grande quantité	Présence de substances blanchâtres en forme de fibres d'une assez grande quantité
<b>Graines</b>	<b>Forme</b>	Ovoïde, marron, présence parfois de fausses graines avoisinant la peau	Ovoïde, marron, présence parfois de fausses graines avoisinant la peau
<b>Etat de conservation</b>	<b>Fragilité</b>	Mature après mûrissement, plus ou moins fragile	Mature après 3 à 5 jours après récolte, très fragile

**Source : Auteur.**

### **I.1.4. Conditions culturales**

#### I.1.4.1. Exigences agroclimatiques [12, 13]

Le plaqueminier ne présente aucune difficulté sur les caractéristiques du sol, mais s'adapte mieux au sol fertile et bien drainé, avec un pH de 5,5 à 6,5.

Durant le repos hivernal, il peut survivre jusqu'à -18°C. Il résiste aux vents et à la sécheresse, mais l'insuffisance de l'humidité du sol entraîne la diminution du rendement.

L'arbre en question pousse mal à basse altitude, mais il donne de bons résultats lorsqu'il est planté dans une zone comprise entre 600 et 1.200 mètres d'altitude.

Les régions de la grande île qui lui sont spécifiquement adaptées sont les zones des hauts plateaux, telles que : Antsirabe, Ambositra, Antananarivo et sur les plateaux Ouest.

#### I.1.4.2. Mode de multiplication

Les différents modes de multiplication réservés aux kakis sont : le semis, le bouturage et le greffage [14].

Cependant, ce sont le semis et le greffage qui sont les plus adaptés aux cultures de kakis.

##### a. *Le semis (pépinière)*

Il est réservé aux porte-greffes (*coing de chine* ou *D. virginiana*). Nous pouvons citer deux techniques de semis :

- 
- Semis de une à deux graines dans des sachets en plastique couverts de terreaux de feuilles, l'autre graine pouvant être enlevée lorsque l'une croît. Ce mode de semis est destiné aux plants à transplanter ;
  - Semis sur plate-bande qui se réalise sur une petite parcelle rectangulaire de 1m x 2m environ. Des lignes parallèles sont tracées suivant la largeur de la parcelle, éventuellement après la préparation du sol. Les graines y sont enfouies une à une d'une distance de demi-coudée. L'ensemble est enfin couvert de paillage fixé sur des bâtons de support, et ceci afin d'éviter le coup d'ensoleillement et laissant couler lentement l'eau d'arrosage qui se fait tous les 2 ou 3 jours tout en protégeant les graines contre le déracinement sous terre.

*b. Le greffage*

Il doit se faire avec des plantes de la même famille :

- Choix du porte-greffe :

***D. virginiana*** ou ***D. kaki*** utilisé au Japon confère une plus grande vigueur, dont le système racinaire très pivotant compromet la reprise. La durée de vie est courte (10 ans) et la production faible.

- Obtention du porte-greffe :

Se fait par semis comme il a été expliqué au §. I.1.4.2.a.

- Obtention du plant :

Les plants de la station de collection active de Nanisana Antananarivo-Ville sont destinés particulièrement à la vente, tandis que ceux de la commune rurale d'Ambano Antsirabe II sont gardés en partie pour les producteurs.

Il existe deux méthodes de greffage :

- multiplication sur pied (cas d'Ambano), c'est-à-dire que le greffage s'effectue sur le sol, porte-greffe non arraché. Et c'est seulement après cette opération que les plants (porte-greffe fixant le greffon) sont transplantés dans les sachets en plastique munis de terreaux de feuilles ;
- multiplication dans des sachets en plastique : porte-greffe arraché du sol avant le greffage proprement dit.

Les méthodes de greffage réservées aux kakis de Madagascar sont divisées en deux types :

- Ecussonnage :

Il se fait à l'œil dormant en août – septembre, mais il est généralement recommandé d'écussonner à œil poussant au printemps. Ceci conditionnera le bon port des fruits lors de la fructification.

Les greffons sont prélevés 10 jours plutôt (pas avant le mois de janvier), gardés au frais et le porte-greffe est incisé le plus près possible du sol en insérant l'œil détaché le plus rapidement possible et en serrant légèrement la ligature.

- Greffe en fente [12]

Elle est utilisée pour des porte-greffes plus forts (3 ans). Le greffon à 3 yeux est maintenu dans la fente par une attache solide. La greffe est mastiquée. Le greffage s'effectue au début du printemps.

Il s'avère nécessaire de bien choisir le moment de la multiplication, lequel ne doit être ni trop en retard ni trop en avance. Dès que le pied-mère débute son bourgeonnement, le greffage peut être effectué.

- Le choix idéal de greffage

La taille du greffon doit être égale à la moitié de celle du porte-greffe. Ce dernier doit être âgé de deux ans au moins.

Le type de greffage le mieux adapté aux kakis est le greffage en fente simple ou demi-fente si l'on veut obtenir un bon rendement de production [14].

Les avantages procurés sont alors la cueillette qui peut se faire un an après la plantation.

#### I.1.4.3. Plantation

##### *a. Labour*

Avant l'opération de labour, il faut vérifier les éléments nutritifs manquants au sol relativement à l'aspect de la végétation de dessus :

- Végétation verte : riche en phosphore P ;
- Absence de maladies et d'insectes : riche en potassium K ;
- Rigidité de la tige : riche en azote N.

Après constatation, des éléments y sont rajoutés selon les paramètres adéquats pour pouvoir bien fertiliser le sol destiné à la production.

Le labour se pratique en coupant tout d'abord les herbes, puis laisser les racines se dessécher et enfin les retourner. Les herbes desséchées serviront à la fin à recouvrir les trous.

#### *b. Trouaison [15]*

La trouaison est primordiale pour les kakis possédant un système racinaire important. Au bord des pentes, il est recommandé de décaler les trous de 1,50 m au minimum afin d'éviter les déracinements ultérieurs.

Les trous sont espacés de 5 à 6 m, et forment un fossé de 1 m<sup>3</sup> de volume. Les différentes couches de 50 cm chacune seront séparées les unes des autres en mettant de chaque côté du trou une couche arable supérieure ou « *lohatany* » et la couche inférieure sous jacente non fertile. Les herbes desséchées sont envoyées au fond du trou à 1/3 du volume, suivies des couches arables et des engrais (terreaux de feuilles).

Le tout est enfin arrosé une à deux fois par mois afin de faire incruster les éléments nutritifs du sol, puis rempli de nouveau par des herbes suivies de terreaux et ainsi de suite.

Les trous sont laissés au repos pendant 2 à 3 mois avant la culture proprement dite.

#### *c. Densité de plantation*

La plantation s'effectue en décembre à une distance carrée de 5 m x 5 m, soit 400 plants à l'hectare. Cette distance peut aller jusqu'à 6 m x 6 m donnant alors 277 pieds par hectare [13, 14].

L'espacement de 5 m, avec un minimum de 3 m permettant l'ensoleillement et apportant de la calorie aux fruits, assure les conditions de coupe (1,50 m de hauteur) et de taille (1,50 m de largeur). Toutes ces exigences favorisent une bonne photosynthèse en limitant la quantité peu sucrée des fruits obtenus.

#### I.1.4.4. Fertilisation et entretien [12, 13]

Ces opérations consistent à réaliser des sarclages et billonnages fréquents autour des racines. Et un paillage en couvertures mortes ou vivantes, à l'écartement des plants, permet de maintenir le sol propre au pied des arbres.

Un arrosage est nécessaire en période de sécheresse. Il est couplé à un émondage (élimination des branches malades).

L'arbre ne doit pas trop se développer, et il faut rabattre la hauteur à 1,50 m et 3 à 4 charpentières pour donner une forme évasée, en gobelet.

Les années suivantes, on éclaircit la ramure si besoin est, et le bois mort est débarrassé.

Etant donné que le kaki fructifie sur les bourgeons terminaux de la pousse de l'année courante, il est conseillé de le tailler régulièrement, à l'aide de scie ou sécateur pour rapprocher et renouveler les rameaux fructifères. En outre, une taille annuelle ou bisannuelle stimule la croissance de l'arbre.

#### I.1.4.5. Récolte et conservation

La première mise à fruits se fait 5 ans après la plantation pour les plantes à semis. En cas de greffage, elle intervient au bout d'un an seulement. Mais à ce stade, il convient de cueillir les premiers fruits et de ne les laisser mûrir que vers la troisième année de plantation.

Une récolte régulière se fait uniquement après 10 ans et elle peut durer jusqu'à 50 ans si l'entretien est bien maîtrisé.

La récolte a lieu pendant la saison hivernale, mais elle diffère encore d'une variété à une autre.

Chaque arbre adulte fournit en général 40 à 80 kg de fruits pouvant même aller jusqu'à 100 kg, soit un rendement moyen de 40 tonnes à l'hectare au moins.

Une greffe de trois ans peut donner jusqu'à 400 kg par pied.

Les kakis greffés sont généralement non climactériques. Les fruits peuvent cependant mûrir sur pied mais risquent d'être attaqués par les ravageurs et pourrir, vu leur forte périssabilité. Ils doivent ainsi être récoltés avant maturité et transportés comme les tomates quand ils sont encore fermes.

L'emballage doit être effectué en plateaux à un rang.

La maturation se poursuit pendant le stockage et est accélérée en intercalant avec des fruits à arôme intense tels que les grenadelles, les poires et les pommes [12, 13].

Conservation : une pomme suffit pour 5 kakis et les deux types de fruits sont stockés ensemble dans des boîtes à la température ambiante. Au bout de 2 à 3 jours, sous l'action de l'éthylène dégagé par mûrissement de la pomme, les kakis seront blets à point [9].

Le stockage à basse température (-1 à +1°C) permet de les conserver pendant 2 à 4 mois : c'est un atout important pour le développement et la valorisation de cette espèce [11].

#### I.1.4.6. Dégradation post-récolte des fruits [7]

Les facteurs de dégradation des fruits après récolte sont, soit liés aux fruits eux-mêmes (enzymes, respirations intenses), soit en rapport direct ou indirect avec le milieu ambiant, et sont alors les altérations parasitaires développées au § I.1.5. L'annexe N°13 résume les dégradations causées par certains microbes des fruits.

D'autres facteurs peuvent engendrer ces dégradations : les manipulations (par pression), les emballages non conformes pour les transports et également les entrepôts frigorifiques.

En effet, certaines variétés de kakis sont sensibles au *chilling injury* à des températures inférieures à 5°C (*chill* = frisson). Habituellement, ils sont conservés à 0°C sous une humidité relative comprise entre 90 et 95% jusqu'à 4 mois. A cet effet, une application d'acide gibberellique augmente la durée de l'entreposage et évite le flétrissement de l'épiderme.

A Madagascar, les facteurs de dégradation des kakis après récolte sont surtout liés aux réactions enzymatiques (brunissement) et aux diverses manipulations pouvant contaminer les fruits. Par ailleurs, les chocs durant les transports et les inattentions portées aux marchandises déprécient considérablement les produits sur le marché.

Enfin, les cataclysmes naturels, tels que le cyclone engendrent de graves conséquences face à la production fruitière.

#### **I.1.5. Maladies et ennemis [2, 5,7, 13]**

Les fruits trop mûrs sont attaqués par la ceratite. Il ne faut donc pas attendre la surmaturité pour les récolter et il ne faut pas considérer les fruits tombés à terre : à détruire ou à consommer immédiatement sur place. Cette espèce de Tephritidae rencontrée surtout dans les îles Maurice et de La Réunion est appelée le *Ceratitis rosa*.

Pour le cas de Madagascar, les kakis sont rarement sujets à des attaques externes telles que les maladies ou ravageurs graves, sauf après récolte ; et c'est la raison pour laquelle ils sont faciles à cultiver. Pour le cas particulier de la région d'Ambano Antsirabe II, classée comme grande productrice de kakis de la grande île, les maladies des arbres causées par des champignons non identifiés dits « *hola-kazo* » sont rencontrées rarement pendant les saisons sèches. Le plus grand problème souvent rencontré demeure sur la conséquence désastreuse de la chute des fruits arrivés à maturité. Mais ce problème peut être maîtrisé par le bon choix du moment de transplantation pendant la période de dormance (juin – juillet).

Après la récolte, des signes d'altérations fongiques peuvent survenir, notamment celles causées par *Alternaria alternata* occasionnant des taches noires sur l'épiderme et dans la chair, *Colletotrichum gloesporioides* qui est responsable d'une pourriture brune noire (anthracnose), l'espèce *Phoma kakivora* pouvant également être source de taches noires et *Mucor flaveus Cladosporium spp* pouvant se trouver sur les fruits très mûrs.

Citons entre autres les dégâts rencontrés dans certains pays : les effets des cochenilles et du Crown-gall par *Bacterium tumefaciens* en Californie, les larves de lépidoptères, la mouche des fruits *Ceratitis capitata*, des nématodes, des champignons (botrytis, pourridié, etc, ...) et le Crown-gall en Italie, les larves de *C. capitata* dans les fruits tardifs en saison dans la région de Montpellier. Au Japon, un grand nombre de maladies et de ravageurs est enregistré suite à l'évaluation de la production.

Voici une photo montrant une variété *coing de Chine* malade, mais cette maladie reste non identifiée :

**Figure 7 : Photo d'un kaki variété *coing de Chine* rond malade [cliché : Auteur]**



## I.2. Utilisation et vertu de la plante

### I.2.1. Utilisation

Le kaki est d'abord consommé frais. Il entre dans la fabrication de confitures, de glaces et de desserts variés. Certains cultivars présentent de très bons fruits secs.

Il faut attendre sa parfaite maturité, c'est-à-dire, lorsqu'il est blet pour pouvoir en apprécier la douce saveur.

Bois voisin de l'ébène, le plaqueminier est très dur et sert notamment à fabriquer les têtes des clubs de golf. Il est aussi un arbre d'ornement et d'ombrage [12].

Les feuilles du plaqueminier constituent un bon agent de conservation et d'emballage afin d'éliminer l'agressive crudité des poissons [16].

La plantation de ces arbres présente un atout majeur sur l'environnement car ils constituent un aménagement anti-érosif des terrains.

### **I.2.2. Vertu médicinale de la plante**

Les feuilles du plaqueminier sont reconnues par leur pouvoir hypotensif et antitussif. En effet, les Japonais utilisent ses feuilles comme tisanes contre la toux et permettant de soigner certains troubles digestifs.

Par contre, son fruit, en l'occurrence le kaki, est légèrement laxatif [10].

Outre la présence de carotènes actifs (provitamine A) dans les pulpes de ce fruit, ses autres pigments lycopènes et xanthines sont également des facteurs de protection des complications cardio-vasculaires et de certains cancers [17].

## Chapitre II : Milieu de production, la commune rurale d'Ambano Antsirabe II

### II.1. L'introduction du kaki dans la région d'Ambano

L'origine du kaki data de l'arrivée des missionnaires norvégiens en 1896 dans la région d'Antsirabe II.

Ce fût le village de Tsarafara dans la commune d'Ambano qui produisit le premier verger de kaki avec certains arbres fruitiers, tels que la vigne et le poirier, grâce à la collaboration du Pasteur norvégien Rosace.

De 1972 à 1978, la Coopération suisse a introduit de nouvelles variétés d'arbres fruitiers (pêcher Culemborg, pommiers Golden...) et formé à l'entretien les paysans (formation des agents vulgarisateurs du Ministère de l'Agriculture).

Ensuite, des maladies ont incité au renouvellement des pommiers et des poiriers de la zone sud en pêchers, pruniers et plaqueminières. Les paysans installent les nouveaux vergers sur le bas de versants et à proximité des habitats, protégés par des haies de sisals.

### II.2. Localisation géographique [18, 15]

D'une vue globale, la production de kakis est dans les zones « hauts plateaux ». Mais l'exploitation s'opère à grande échelle dans la région de Vakinankaratra, notamment dans les 4 sous-préfectures ci-après : Antsirabe I, Antsirabe II, Antanifotsy et Betafo.

La Commune rurale d'Ambano qui fait l'objet de notre étude de cas appartient à la sous-préfecture d'Antsirabe II parmi les 20 communes qui la constituent. Ambano est le Chef lieu de la Commune et est situé au Nord-Ouest de la ville d'Antsirabe, à 5 km de la bifurcation desservant Vatofotsy en prenant la Route d'Intérêt Provincial (RIP) N° 133 reliant Antsirabe et Vinaninony.

Délimitations :

- ★ au Nord : la Commune rurale de Vinaninony sud (S/P de Faratsiho) ;
- ★ au Nord-Est : les Communes rurales d'Ambohibary et d'Antsoatany (S/P d'Antsirabe II) ;
- ★ à l'Est : la Commune rurale d'Andranomanelatra (S/P d'Antsirabe II) ;
- ★ au Sud : la Commune urbaine d'Antsirabe ;
- ★ à l'Ouest : la Commune rurale d'Alakamisy (S/P d'Antsirabe II) ;
- ★ au Nord – Ouest : la Commune rurale d'Ambatonikolahy (S/P de Betafo).

Elle a une superficie de 163 km<sup>2</sup> répartie en 12 villages (fokontany) :



La région peut être divisée en 4 grandes zones pédologiques :

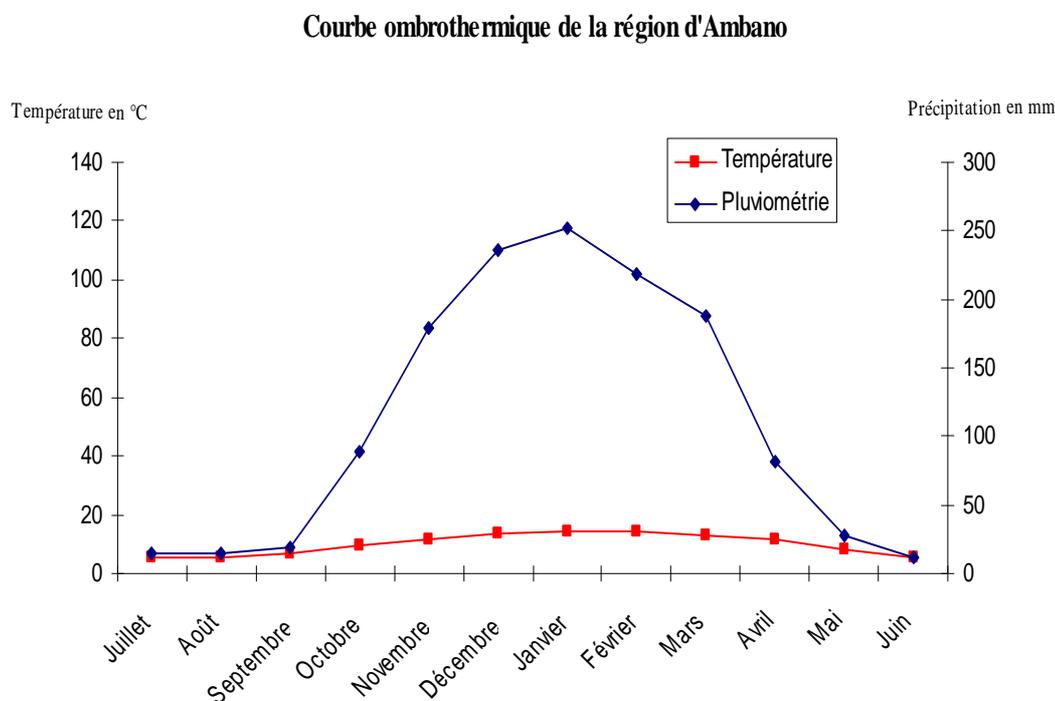
- ★ Zone extrême Nord à forte pente caractérisée par la prédominance de sols squelettiques sur roche mère rhyolite (valeur agricole faible) ;
- ★ Zone Nord de forte altitude à prédominance de sols bruns sur roche mère basaltique, cendres et lapillis récents (niveau de fertilité moyen) ;
- ★ Zone médiane à prédominance de sols ferralitiques sur alluvions anciennes appropriée aux cultures sèches ;
- ★ Zone Sud où le sol est de type ferralitique fortement dénaturé rouge ou ocre, c'est-à-dire qu'il a une bonne structure mais une faible fertilité chimique. La roche mère est formée de sédiments volcano-fluvio-lacustres. La zone est parcourue par les 2 fleuves Sahatsiho et Sahalombo qui convergent.

C'est la zone Sud sise entre 1.600 et 1.800 mètres d'altitude qui est la principale productrice de kakis.

### II.3.2. Caractéristiques climatiques

Voici la courbe ombrothermique caractérisant la région :

**Figure 9 : Courbe ombrothermique de la région d'Ambano (sources de données METEO Ampandrianomby de 1961 à 1990)**



### a. La pluviométrie

La région d'Ambano est située entre l'isohyète 1.400 mm au Sud et l'isohyète 1.600 mm au Nord déduisant une forte pluviosité car elle dépasse les 1.200 mm. Ces précipitations sont accompagnées de grêles fréquentes.

Le déficit hydrique est observé pendant 5 mois (du mois de mai au mois de septembre). Cette période de la saison sèche présente une précipitation inférieure ou égale au double de la température et coïncide avec le stade de la culture des jeunes plants, les traitements et les entretiens comme la taille.

Par contre, la précipitation est abondante pendant 7 mois (du mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril) coïncidant à la période de récoltes des fruits.

### b. La température

Les 7 mois de la saison humide coïncident à une élévation de température où les fruits entrent au stade de maturité. Mais pour la variété « voatabia » en particulier, cette phase peut s'étendre jusqu'au mois de mai-juin. Cette humidité est entretenue par l'alizé soufflant sur le massif d'Ankaratra.

Les 5 mois de la saison sèche, période froide, peuvent parfois faire apparaître des gels aidant beaucoup à la lutte contre les ennemis de la culture « sélection naturelle ».

### c. Le vent

La région d'Antsirabe est située sur une latitude de 19°49' Sud et sur une longitude de 47°04' Est. La vitesse moyenne annuelle est de 4 m/s. L'intensité maximale est observée aux mois de février - septembre et l'intensité minimale au mois de mai.

Voici les données relatives à la force du vent mesurée en m/s :

**Tableau 2 : Vitesse du vent en m/s (1961/1990)**

Mois	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec
Force	5	6	5	3	2	4	3	4	6	4	3	3

Source : Service de la météorologie, Ampandrianomby, 1980.

## II.4. Infrastructures [19,20]

Elles influent beaucoup sur la vie de la population en général et sur l'activité agricole en particulier.

Les infrastructures économiques sont constituées par :

- ★ 3 marchés fonctionnels (Androkavato tous les lundis, Andrakodavaka tous les mercredis et Ambano tous les jours).
- ★ 5 barrages en dur et d'autres encore traditionnels avec environ 43 km de canalisations d'irrigation.

Notons que la région d'Ambano est dotée d'un réseau hydroagricole de direction Nord-Sud aboutissant à deux rivières de régimes quasi – égaux avec des allures presque parallèles :

- ❖ Le Sahatsiho pour le versant oriental.
- ❖ Le Sahalombo pour le versant occidental.

Mais pour les plaqueminières, ils ne nécessitent pas en général de sources d'eau permanentes sauf pendant la pépinière et la transplantation. De plus, les arbres sont cultivés à proximité des habitats.

Et enfin, un réseau routier formé par :

- ❖ 35 km de Route d'Intérêt Provincial (RIP) N° 133,
- ❖ 40 km de pistes semi-praticables.

Dont une piste laitière reliant Ambano et Andranomanelatra.

## II.5. La population et la culture du kaki

L'activité principale de la majorité de la population est la culture de kaki, particulièrement celle de la région Sud. La zone de production est encadrée par un Agent de Développement Rural ou ADR. En effet, pour faciliter le financement des producteurs, un système de crédit rural est adopté par l'intermédiaire d'associations paysannes (agriculture et élevage), environ au nombre de 73 actuellement.

Le choix est expliqué par les raisons ci-après :

- ★ La culture du kaki exige moins d'efforts, tant sur le plan matériel que financier ;
- ★ Les fruits sont résistants (laissés sur pied) et quand ils ont besoin d'un peu d'argent, ils peuvent en vendre immédiatement. Sinon ils attendent que le prix sur le marché atteigne sa valeur optimum avant de les liquider ;
- ★ Les plaqueminières servent également d'arbres d'ornement, car même s'ils n'ont plus de feuilles, les fruits bien globuleux et bien rouges ou oranges y restent accrochés. C'est surtout lors de la fête nationale que ce décor est le mieux admiré.

98% de la population se regroupent dans les activités primaires (activités forestière et agricole, élevage). L'arboriculture fruitière prédomine sur la production vivrière et suffit à subvenir aux besoins des familles.

Environ 0,5% de la population est impliquée dans les activités secondaires (employés dans les établissements privés et publics). Pour eux, les salaires mensuels demeurent leur principale source de revenu, à la base desquels ils peuvent effectuer des activités agricoles de grande envergure.

Enfin, près de 0,7% de la population d'Ambano s'occupent des activités tertiaires, c'est-à-dire, la vente des produits de première nécessité (PPN) et des produits locaux (fruits et légumes, etc.) regroupant surtout les familles aisées.

Voici une donnée établie par le Plan Communal de Développement (PCD) de la Commune en 2001, répartissant la population selon leurs activités.

**Tableau 3 : Répartition de la population par activités**

	<b>Paysans</b>	<b>Commerçants</b>	<b>Fonctionnaires</b>	<b>Salariés privés</b>	<b>Transporteurs</b>	<b>Artisans</b>	<b>Total</b>
<b>Nb</b>	<b>34 942</b>	<b>224</b>	<b>70</b>	<b>120</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>35 376</b>
<b>%</b>	<b>98,78</b>	<b>0,64</b>	<b>0,20</b>	<b>0,33</b>	<b>0,05</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

Source : [18]

## II.6. Production de kakis à Ambano

Occupation forestière :

- forêt naturelle ;
- forêts de reboisement de 500 hectares (*pouvant servir de bois de chauffe*) ;
- forêts des particuliers de 65 hectares dont les 39,50 hectares occupés par les plaqueminiers [21];

Environ 1/5 de la superficie totale de la commune est occupée par la culture de kakis. Les quatre variétés (*yémon, voatabia, coing de Chine et pomme*) de kakis sont produites dans la zone d'Ambano.

### II.6.1. Cycle de la plante

Pour les variétés porte-greffes, la germination intervient environ un mois après le semis. Elle passe par plusieurs stades : soulèvement de la coque de la graine sous forme de chapeau, enlèvement du chapeau laissant apparaître les deux cotylédons et chute de la coque après deux mois de semis.

Le jeune plant peut servir de porte-greffe selon la rugosité de la tige, un à deux ans après semis.

Les mois de mai, juin et juillet correspondent à la période de dormance où les feuilles des arbres tombent. La période en sève intervient aux mois d'août, septembre et octobre.

Durant le mois de juillet survient une pluie saisonnière à Ambano, entraînant le début de bourgeonnement des plantes.

Le bourgeonnement se termine vers la fin du mois d'août pour les kakis, la ramification des bourgeons en septembre et la floraison se fait vers la fin du mois de septembre ou vers le début du mois de novembre. On peut alors noter la présence d'environ 5 feuilles et de fleurs vertes à jaunes (voir figure N°1).

Vers la fin du mois d'octobre, les paysans procèdent à une évaluation de réussite ou non de la production en se basant sur les prévisions météorologiques.

La fructification commence enfin au mois de novembre.

Le greffage peut s'opérer au mois d'août.

Notons que ce cycle est le même pour les diverses variétés de kakis ; mais c'est le moment de la récolte qui en fait la différence.

### II.6.2. Calendrier cultural

Les diverses opérations culturales suivies sont résumées dans le tableau ci-après.

**Tableau 4 : Calendrier cultural du kaki**

	Jan	Fev	Mar	Avr	mai	Jui	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec
<b>D</b>												
<b>T</b>												
<b>P</b>												
<b>A</b>												
<b>S</b>												
<b>T</b>												
<b>R</b>												

Source : Auteur

**D : Défrichage ; T : Trouaison ; P : Plantation ; A : Arrosage ; S : Sarclage ; T : Taille ; R : Récolte.**

Les périodes de récolte des différentes variétés sont réparties comme suit :

★ vers la fin du mois de décembre et mi-janvier pour la variété *pomme*,

- ★ du mois de février au mois de mars pour la variété *yémon*,
- ★ du mois de mars au mois de juin pour la variété *voatabia*,
- ★ du mois de mars au mois de juillet pour la variété *coing de Chine*.

### II.6.3. Production totale

La région d'Ambano est divisée en deux zones : zone Nord et zone Sud. Chacune de ces deux zones est encadrée par un Agent de Développement Rural (ADR).

Les données dont nous disposons sont présentées à titre indicatif car les valeurs de la production recensées par la Direction Régionale du Développement Rural (DRDR) de Vakinankaratra sont loin d'être vérifiées par rapport aux données que nous avons pu recueillir.

En effet, la production de kakis estimée en 1995 – 1996 est de 671 tonnes pour la zone Sud uniquement, selon le tableau ci – après.

**Tableau 5 : Estimation de la production en 1995 – 1996 (ADR)**

Espèce	Pomme	Pêche	Prune	Poire	Abricot	Bibasse	Kaki	Vigne
Zone Sud (t)	88,20	710	1 038	109,99	19	263	671	1 211

Source : [15]

Production estimée par la DRDR de Vakinankaratra pour l'année 2003.

**Tableau 6 : Production de kakis en tonnes dans la région de Vakinankaratra**

Spéculation	Sous - préfectures					Total
	Antsirabe I	Antsirabe II	Antanifotsy	Faratsiho	Betafo	
Nombre de pieds (u)	3 245	4 909	7 756	-	430	16 340
Production (t)	97	279,1	232,6	-	11,5	620,2

Source : DRDR, Vakinankaratra, 2003.

Ici, la production dans les 4 sous-préfectures n'atteint que 620,2 tonnes.

Dans la commune rurale d'Ambano, la surface totale cultivée de kakis est de 39,50 hectares [21], ce qui justifie les premières données, car pour un rendement minimum de 20 t/ha, nous aurons comme production totale 790 tonnes.

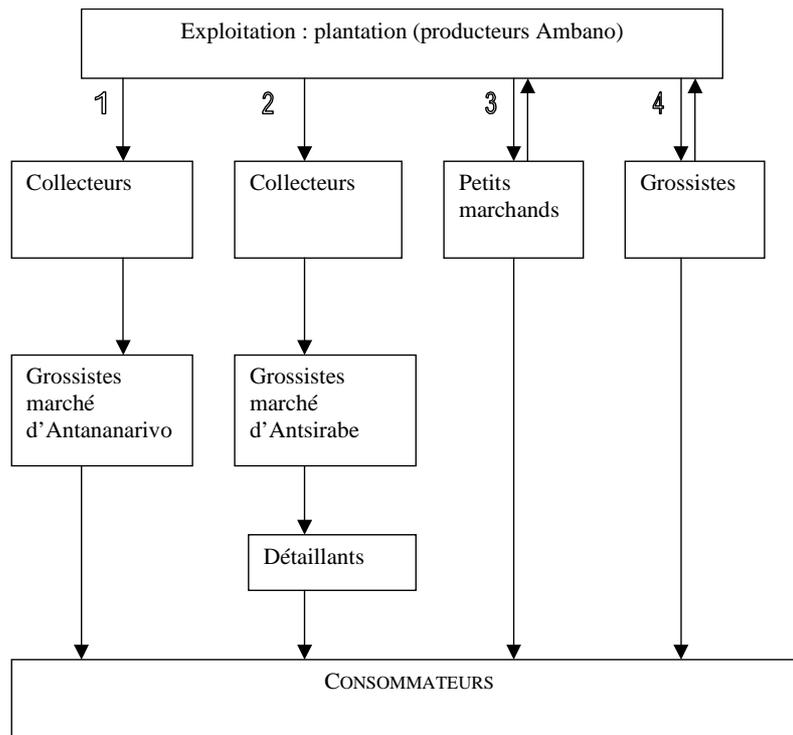
La production est destinée à la vente et l'autoconsommation.

### II.6.4. Débouché

Les kakis arrivent à maturité du mois de février au mois de juillet selon les variétés. Ils sont estimés et très demandés sur les marchés d'Antananarivo, mais également de Fianarantsoa et d'Antsirabe.

Voici le circuit de distribution des kakis :

**Figure 10 : Schéma du circuit de distribution des kakis**



Dans le cas du premier type de circuit, la production est évaluée en tonnes. Les collecteurs arrivent sur terrain, achètent les fruits auprès des producteurs, transportent les produits à l'aide de charrettes ou véhicules type 404 bâchés pour les acheminer vers les grossistes des marchés d'Antananarivo.

Le circuit N°2 emprunte à peu près la même voie que le premier mais leur différence est marquée par l'intervention des détaillants entre les grossistes et les consommateurs. Le transport des fruits vers le marché d'Asabotsy-Antsirabe est assuré journalièrement par quatre véhicules 404 bâchés.

Le circuit N°3 prend deux alternatives : ou les producteurs eux-mêmes effectuent directement la livraison aux petits marchands ou ces derniers se rendent aux champs de plantation pour la collecte des produits. Ces petits marchands, dont le nombre minimum est de 500 par jour, étalent les produits sur plusieurs coins de la ville, aux bords des routes et sur les

---

axes de la RN7 Antsirabe-Antananarivo, Antsirabe-Fianarantsoa et aussi sur l'itinéraire de Morondava.

Le circuit N°4 présente les producteurs effectuant la livraison directe aux grossistes. L'autre éventualité est la collecte sur place des produits (quantité évaluée en tonnes).

### **II.6.5. Problèmes rencontrés**

Tout d'abord, il est à noter que la culture de kaki se heurte parfois à des problèmes de chute de fruits ou de développement de champignons ou « *hola-kazo* » provoquant une baisse de rendement. Telle situation ne se rencontre pas fréquemment, mais les producteurs en subissent le danger conséquent (coût exorbitant des fongicides, baisse de rendement).

Ensuite, la grande fluctuation des prix s'avère encore inévitable : au mois de janvier, le prix d'un *yémon* de 250g est de Ar 40,00 alors que ce montant peut atteindre Ar 150,00 au mois de mars. Il en est de même pour le kaki *voatabia*, le prix varie de Ar 20,00 aux mois de mars-avril pour finir à Ar 150,00 au mois de juin, selon le calibre. Le prix peut atteindre Ar 600,00 et Ar 1000,00 le kilo sur les marchés d'Antananarivo.

Plus le circuit de distribution est long, plus le prix arrivé au niveau des consommateurs augmente. Outre cette grande variation des prix des fruits, l'emballage (*sobika* ou *kesika*) connaît également une différence de prix selon les saisons : il est très cher en début de campagne, puis le prix descend petit à petit pour remonter de nouveau à la fin de la saison.

Un des plus grands problèmes touchant le milieu rural est le vol de la production conservée sur les champs ; et ceci est valable également pour la culture de kakis.

La forte périssabilité du kaki induit une mauvaise commercialisation, en particulier la variété *yémon*. De plus, il n'existe pas encore d'usines de transformation de kakis à Madagascar malgré la surproduction à Ambano, ce qui entraîne un impact négatif sur l'économie régionale, voire même nationale.

---

## Chapitre III : Place de l'industrie Agroalimentaire à Madagascar et dans le monde

### III.1. Généralités [22]

La recherche de régimes nutritionnels plus diététiques, salubres et même hédonistiques a favorisé l'offre détaillée de fruits exotiques, tels que les agrumes, le kaki ou la groseille de Chine. Encore mieux, cette tendance a provoqué la transplantation de cultures botaniques à des latitudes différentes de celles d'origine de ces fruits.

Par ailleurs, leur transformation est en priorité axée vers la fabrication de jus, purées et concentrés sans exclure la possibilité d'utilisations d'autres alternatives ou l'obtention de sous-produits de processus.

Ce choix visé fait preuve d'un attrait commercial fort sur les marchés internationaux grâce à leur souplesse d'utilisation et aux bonnes qualités diététiques.

Les exemples fournis par le passé (cas de l'Amérique du Sud) ont démontré que les procédures d'intervention graduelle selon des directrices d'actions constituent des bases solides, telles que l'entraînement du personnel et la rationalisation des cultures en général et de celles spontanées en particulier. Ensuite, des implantations industrielles peuvent se réaliser d'après une expansion modulaire fondée sur l'adoption progressive d'une notion nouvelle en matière d'installations qui, partant d'un modèle semi-automatisé et monoproduit, aboutira à celui plus complexe de traitements ayant des destinations commerciales différentes. A partir de cette démarche, tout programme de production dans le secteur de traitement de fruits tropicaux peut être avantageusement conçu à l'égard d'un marché réceptif et susceptible d'expansion.

### III.2. Les industries de conserve

Depuis la promotion de l'industrialisation en Afrique en 2003, l'Etat malgache s'efforce à appliquer la relance économique afin d'accroître la valeur ajoutée du secteur secondaire. L'une des politiques majeures se situe alors dans la promotion des Petites et Moyennes Entreprises (PME) et des Petites et Moyennes Industries (PMI).

Selon l'Institut National de la Statistique (INSTAT), les Industries Agricoles et Alimentaires malgaches connaissent une hausse de 20,9% en 2003 par rapport à l'année 2002, et de 6,3% par rapport à l'année 2001 grâce aux rescousses économiques après crise.

En Europe, le marché des produits élaborés à base de tomates tels que les sauces et le Ketchup est évalué à près de 22% du marché total des dérivés de tomates.

Notons que la sauce dénommée chutney dérive de la sauce kecthup (terme réservé au chutney à base de tomate).

La répartition des entreprises par branche d'activité se présente comme suit :

- fruits et légumes en conserves 52% ;
- produits de la mer congelés 29% ;
- poissons en conserves 19% [23].

A Madagascar, le marché des conserves à base de fruits et de légumes est encore faible visant particulièrement une clientèle aisée ou urbaine.

Voici une donnée sur l'offre de production en conserves de fruits et légumes recensées de 1993 à 1996.

**Tableau 7 : Offre de production en conserves de fruits et de légumes de 1993 à 1996**

<b>Année</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
<b>Quantité en kg</b>	71 022	40 326	50 625	39 658

Source : INSTAT.

La demande dépasse largement l'offre sur le marché local en se référant sur les données ci-après.

**Tableau 8 : Importation de conserves de fruits et de légumes de 1994 en 1997**

<b>Année</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
<b>Quantité en kg</b>	233 523	440 118	247 698	512 580

Source : INSTAT.

### III.3. La situation de la provende en Europe et à Madagascar [24]

La Commission européenne a présenté aujourd'hui son rapport concernant la fourniture de protéines végétales visant à répondre à la demande supplémentaire en protéines végétales dans l'alimentation animale, dans le contexte de l'interdiction des farines de viande et d'os.

Cette demande résulte principalement de l'interdiction d'utiliser des protéines animales transformées (PAT (1)) dans l'alimentation des animaux d'élevage, adoptée par le Conseil en décembre 2000 afin de renforcer les garanties offertes aux consommateurs en matière de sûreté alimentaire. Son analyse d'un certain nombre d'options clés visant à promouvoir la culture des protéines végétales dans l'Union Européenne (UE) l'a amenée à conclure que leur coût est trop élevé, et qu'elles ont des implications particulières à l'égard de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) ou ne sont pas adaptées pour remplacer les PAT. Par suite de

---

l'interdiction des farines de viande et d'os, il est prévu de couvrir la pénurie de protéines grâce à une combinaison de protéines produites à l'intérieur de l'UE de farine de soja importée et d'efficacité accrue dans l'utilisation des aliments des animaux. La farine de soja constitue un produit mieux adapté pour pouvoir remplacer les PAT et elle est largement disponible sur le marché mondial.

(1) On entend par PAT «la farine de viande et d'os, la farine de viande, la farine d'os, la farine de sang, le plasma déshydraté et autres produits sanguins, les protéines hydrolysées, la farine d'onglons, la farine de cornes, la farine d'abats de volaille, la farine de plumes, les cretons séchés, la farine de poisson, le phosphate dicalcique, la gélatine et tout autre produit similaire, y compris les mélanges, les aliments des animaux, les additifs pour aliments des animaux et les pré-mélanges contenant ces produits».

En ce qui concerne les secteurs des porcins et des volailles, deux facteurs principaux accroissent la demande en aliments des animaux : d'abord l'interdiction des PAT décidée en décembre 2000, et en second lieu la diminution de la consommation de viande bovine en faveur de celle de viande porcine et de viande de volaille. Dans le secteur de la viande bovine, la demande d'aliments pour animaux est influencée par le fait que les animaux sont maintenus dans les exploitations. En conséquence de l'interdiction des PAT, le secteur de l'alimentation animale réduirait l'utilisation des ingrédients à haute teneur en protéines aux besoins zootechniques minimum, ce qui entraînerait une légère diminution générale de l'utilisation de protéines brutes dans l'alimentation animale et une augmentation de l'incorporation de céréales dans les aliments des animaux. Compte tenu de tous ces éléments, les quantités supplémentaires de farine de soja nécessaires devraient être de l'ordre de 1 à 1,5 millions de tonnes à partir de décembre 2000.

A Madagascar, le prix des produits agricoles nécessaires à la fabrication de la provende fluctue intensément et se répercute sur son prix, raison pour laquelle l'alimentation des animaux est plus ou moins négligée au niveau des petits producteurs.

En effet, les petits éleveurs malgaches n'arrivent pas à se procurer de provendes commerciales de façon régulière ; ceci est dû à leur faible pouvoir d'achat devenu de plus en plus marquant.

### III.4. Les industries oléagineuses [25]

Madagascar présente un potentiel agronomique certain pour la plupart des filières oléagineuses ; mais les structures de production sont mal préparées pour un développement de la production pour le marché.

Confrontée à la pénurie de matières premières locales suite aux effets de la libéralisation et des importations plus ou moins frauduleuses, un grand nombre d'usines sont obligées de fermer.

Face à cette situation, les stratégies industrielles pour relancer le secteur consistent à :

- améliorer la productivité du secteur industriel pour diminuer l'écart important entre prix et qualité des produits locaux et des produits du marché international ;
- assurer la survie des entreprises par une protection douanière ;
- privatiser les entreprises d'Etat ;
- ne pas prendre de risques d'investissement sur le projet de nouvelles constructions d'usines, mais réhabiliter les ouvrages existants tout en utilisant rationnellement les équipements déjà en place. Compte tenu des capacités offertes, l'industrie des corps gras malgache pourrait satisfaire les besoins d'environ cinq fois supérieurs à la demande présente ;
- la transformation artisanale qui n'apporte pas d'avantage comparatif déterminant et qui devrait disparaître à terme.

### III.5. Les Industries Agroalimentaires malgaches nouvellement créées

Le Guichet Unique pour le Développement des Entreprises (GUIDE) siégeant à Ampefiloha Antananarivo joue le rôle de facilitateur par assistance pour la création de jeunes entreprises. Les industries agroalimentaires y tiennent une place non négligeable.

Voici un tableau procurant la liste des entreprises nouvellement créées dans la province d'Antananarivo travaillant dans le secteur agroalimentaire.

**Tableau 9 : Liste des entreprises agroalimentaires nouvellement créées dans la province d'Antananarivo**

<b>Date de création</b>	<b>Nom de l'entreprise</b>	<b>Branche d'activité</b>
01 <sup>er</sup> au 30 novembre 2003	Groupe SIPROMAD Ingénierie	Investissement dans le domaine industriel, agricole, génie rural et génie civile
	MADA NEGOCE SARL	Importation et exportation des produits agroalimentaires, quincaillerie et matériaux de construction
	Savonnerie Mandresy	Fabrication industrielle de savons et tous produits dérivés
01 <sup>er</sup> au 31 janvier 2004	SOAMAHARAVO SARL	Transformation agroalimentaire
01 <sup>er</sup> au 29 février 2004	Société nouvelle génération RAVANDISON SARL	Production et vente de savons dérivés
	FRUIEXOMAD INTERNATIONAL TRADE SARL	Négoce international de fruits, légumes et épices de Madagascar
01 <sup>er</sup> au 31 mars 2004	Chlorophylle et compagnie	Commercialisation de produits aricoles
01 <sup>er</sup> au 30 avril 2004	SOMAR SARL	Fabrication de produits agroalimentaires
01 <sup>er</sup> au 31 mai 2004	AGRO CONSEIL SARL	Aquaculture, fruits et légumes, élevage
	LE GOUFIN	Transformation et vente des produits alimentaires, prestation en agroalimentaire
01 <sup>er</sup> au 30 juin 2004	Sté MOTI SARL	Achat, vente, transformation de produits agricoles
01 <sup>er</sup> au 31 août 2004	MADAGASCAR AGRIBUSINESS SARL	Collecte, production, transformation, achat et vente de tout produit agricole et alimentaire
01 <sup>er</sup> au 30 septembre 2004	Arc en ciel Madagascar	Collecte et export de produits locaux (légumes et épices), importation de matériels industriels, logistiques et transport
01 <sup>er</sup> au 31 novembre 2004	International Madagascar Business Brockers SARL	Collecte et transformation, conditionnement, commercialisation et exportation de produits agroalimentaires, produits locaux de seconde qualité
Décembre 2004	Société de développement d'Iharana	Production, transformation et commercialisation de produits agricoles de l'élevage et de la pêche

**Source : GUIDE**

## CONCLUSION PARTIELLE I

Le kaki appartient à la famille des Ebénacées et les variétés rencontrées à Madagascar se trouvent dans l'espèce *Diospyros kaki* (*yémon*, *voatabia*, *coing de Chine* et *pomme*). Les fruits sont de formes et de tailles différentes d'une variété à une autre.

Les arbustes (kakis greffés) et les arbres (porte-greffes) ne sont pas exigeants sur le plan édaphique ou climatique mais se développent mieux sur sol fertile et bien drainé, avec un pH de 5,5 à 6,5 et à de fortes altitudes de 600 à 1200m.

Les kakis greffés, contrairement aux variétés *coing de Chine* et *pomme*, sont non climactériques et ont besoin de fruits aromatisants pour mûrir.

La Commune rurale d'Ambano de la sous-préfecture d'Antsirabe II présente un meilleur milieu d'études : la zone Sud seule produit 671 tonnes de kakis par an. Le rendement à l'hectare est de 40 tonnes si les conditions climatiques sont favorables. Les kakis empruntent 4 circuits de distribution du milieu de production vers les 4 marchés d'Antananarivo, d'Asabotsy-Antsirabe, de Fianarantsoa et de Morondava.

Cependant cette filière connaît des problèmes au niveau de la liquidation des fruits par l'absence d'usine de transformation de kakis, la fluctuation des prix sur le marché après récolte et surtout par la forte périssabilité des fruits.

La promotion de l'industrialisation en Afrique à partir de l'année 2003, notamment dans le cadre de la transformation de fruits tropicaux, nous assure un avenir certain sur la création d'entreprises à Madagascar grâce à l'assistance de GUIDE à Ampefiloha Antananarivo.

## Deuxième partie : Etude technologique : valorisation du fruit entier de kaki

### Chapitre I : Valorisation de la pulpe: transformation en chutney

#### I.1. Choix des variétés

Le choix des variétés pour la transformation en chutney repose essentiellement sur la consommation en grande quantité et sur la période de récolte trop courte de ces produits frais. Elles sont également assujetties à une forte périssabilité et à une importante perte après récolte. Ceci est notamment dû à l'absence d'usine de transformation [4].

De plus, ces variétés sont principalement celles destinées à donner le produit nécessairement voulu [26].

En effet, le chutney provient de la sauce à partir de la tomate dénommé « ketchup » ; or ces deux variétés se rapprochent des caractéristiques technologiques (forme et texture) de cette dernière.

Ce choix répond à la qualité des fruits aptes à la fabrication de chutney.

Les fruits doivent être mûrs, sains, en bon état, exempts de moisissures et de pourritures et atteindre un état de maturité optimal. Le cas échéant, leur présence nuira à la qualité du produit fini, notamment sur la saveur et l'odeur.

La couleur doit être représentative d'un fruit mûr et exempt de colorants.

#### I.2. Caractéristiques des variétés destinées à la fabrication du chutney

Les variétés de kakis choisis pour la transformation en chutney sont celles possédant de fort rendement en pulpes, le kaki *yémon* et le kaki *voatabia* (tableau N°11).

Les fruits doivent atteindre leur état de bletissement optimal avant d'être traités ; mais ils ne doivent présenter ni flétrissure, ni coloration anormale. Ils prennent alors une couleur bien orange à rouge.

Schématiquement, la vie d'un fruit après récolte est divisée en quatre phases :

- maturité optimale, du point de vue organoleptique ;
- désorganisation ;
- sénescence du tissu (ramollissement, brunissement...) ;
- perte de goût des fruits entraînant l'impossibilité d'utilisation pour la

transformation [27].

## **I.2.1. Analyses physico-chimiques**

### **A. Matériels et méthodes**

#### 1. Degré Brix

Le degré Brix traduit le taux de matières sèches solubles contenues dans une solution. Il est mesuré avec un réfractomètre.

Les détails se retrouvent à la partie expérimentale N°9.

#### 2. pH

Le pH définit l'acidité du produit considéré. Il est mesuré à l'aide d'un pH-mètre ou d'un papier pH.

La première méthode nécessite des solutions étalonnées, tandis que la deuxième d'un papier ruban qui change de couleur en fonction du pH de la solution dans laquelle il est plongé.

#### 3. Teneur en eau

Elle détermine la perte de poids du produit à une température bien définie et pendant une durée bien déterminée, correspondant à la quantité d'eau perdue par dessiccation à l'étuve, selon le protocole préconisé par la norme NF V 03-903 (partie expérimentale N°1).

#### 4. Dosage des protéines

Ce dosage mesure la quantité de matières azotées totales contenue dans la matière de départ. La méthode de dosage suit celle de KJELDHAL (détails présentés à la partie expérimentale N°3).

#### 5. Dosage des matières grasses

Cette méthode consiste à extraire au soxhlet la matière grasse à partir de la matière première selon le protocole préconisé par NF V 03-905 (applicable aux graines oléagineuses telles que le soja ou l'arachide) et détaillé à la partie expérimentale N°5.

#### 6. Dosage des cendres brutes

Cette opération consiste à incinérer la matière première dans un four à moufle pour récupérer à la fin les matières minérales totales. Elle est décrite à la partie expérimentale N°2.

### 7. Dosage des glucides totaux

Ce dosage mesure la teneur en sucres totaux de la matière première. Les détails sont donnés à la partie expérimentale N°11.

### 8. Dosage des sucres réducteurs

Les analyses consistent en la détermination de la teneur en sucres réducteurs de la matière première. Elles ont été réalisées au sein du laboratoire du Centre National de Recherche sur l'Environnement (CNRE) à Tsimbazaza Antananarivo. La méthode de dosage se fait par colorimétrie (Annexe N°4).

## B. Résultats et interprétations

### 1. Proportions des différentes parties des fruits

Le tableau suivant nous montre une étude comparative des proportions respectives des deux variétés de kakis greffés *yémon* et *voatabia*.

**Tableau 10 : Proportion des différentes parties des fruits des variétés *yémon* et *voatabia***

<b>Variété</b>	<b>Fruit entier (g)</b>	<b>Pulpe (%)</b>	<b>Peau (%)</b>	<b>graines (%)</b>	<b>Substances blanches<sup>1</sup> (%)</b>
<b>voatabia (5 ech)</b>	156,67	73,2	20,8	3	3
<b>yémon (5 ech)</b>	128,77	83,18	15,12	0,7 à 1	1,7

**Source : Auteur.**

Les fruits entiers ont un poids moyen variant de 60g à 250g.

La variété *yémon* est plus pulpeuse que la variété *voatabia*. En effet, la première peut contenir jusqu'à **83,18 %** de pulpe contre **73,2 %** seulement pour la seconde. Cette dernière contient plus de graines que la première. Parfois, ces graines peuvent s'agir de fausses graines très friables au toucher.

Un greffage réussi donne un fruit bien gros et sans graines, autrement dit, un fruit bien riche en pulpe.

### 2. Compositions physico- chimiques

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les deux variétés de kakis greffés sont résumées dans le tableau ci-après en comparaison avec les données bibliographiques :

<sup>1</sup> ce sont les substances blanches avoisinant la partie centrale du fruit, partant du pédoncule.

**Tableau 11 : Compositions physico-chimiques de la pulpe des deux variétés de kakis greffés**

Désignation	Unité	Littérature [17]	Expérience	
			Yémon	Voatabia
Energie	Kcal/100g	66,00	46,87	59,65
	KJ/100g	276,00	195,92	249,34
Teneur en matière sèche	g /100g	-	20,00	19,86
Humidité relative	g /100g	80.70	80,00	80,14
Eléments minéraux bruts	g /100g	-	0,26	0,40
Sucres totaux	g /100g	15.30	15,00	15,30
Sucre réducteur	g /100g	-	8,15 [CNRE]	12,49 [CNRE]
Sucre non réducteur	g /100g	-	6,85	2,81
Protéine	g /100g	0.7	0,84	0,77
Lipide	g /100g	0.2	0,16	0,36
Fibre alimentaire	g /100g	2.5	2,34	2,27
Brix	p /p	-	14,00	13,3
pH		-	6,70	6,63

Source : Auteur.

L'énergie de la variété *yémon* (46,87 Kcal) est inférieure à celle de la littérature [17]. Et l'énergie de la variété *voatabia* (59,65 Kcal) est comprise entre celle de la littérature précitée et celle de l'*yémon*.

Comparées à la littérature [17], les valeurs de l'humidité relative des sucres totaux et des fibres alimentaires des deux variétés ne montrent pas de différences conséquentes.

Toutefois, ce sont les compositions physico-chimiques des pulpes de la variété *voatabia* qui sont, en général, les plus proches de celles de la littérature [17]. Ceci est expliqué par les raisons suivantes : ces compositions physico-chimiques diffèrent selon les variétés, les localisations géographiques et les types de sols même au cours des années.

### 1.2.2. Analyse nutritionnelle

Ces fruits sont riches en pectines (0,21 à 0,73%) [4], en vitamine C et contiennent de la vitamine B1. Grâce à ses carotènes actifs, le kaki représente dans notre alimentation une source très appréciable de provitamine A. Avec un seul kaki à 100 g net, le tiers de l'apport conseillé journalièrement est déjà assuré. D'ailleurs, le tableau N°11 nous informe sur les richesses nutritionnelles du fruit (énergie, sucres, protéines et lipides).

### I.3. Fabrication du chutney de kaki

#### I.3.1. Description du chutney

##### I.3.1.1. Définition et principes du chutney [4]

Le produit spécifique correspondant à l'intervention de ses divers agents de conservation est le chutney. En effet, c'est un mélange à consistance pâteuse à la fois sucré, acide et épicé pouvant servir de sauce pour l'accompagnement de mets salés.

La conservation est ainsi assurée par le sucre, le sel et le vinaigre. Pour diminuer le pourcentage d'eau libre du mélange, c'est-à-dire, contribuer à une inhibition du développement des micro-organismes et obtenir la consistance voulue, il est nécessaire de faire subir à l'ensemble des ingrédients une cuisson prolongée à petit feu.

Le pH du produit doit être maintenu à un pH inférieur à 4.

##### I.3.1.2. Contexte du chutney

Le chutney est un produit condimentaire originaire de l'Inde [27].

A Madagascar, c'est surtout le chutney à base de tomate dénommé ketchup qui est le plus connu et se vend avec succès sur le marché. Il se mange souvent avec des frites, des steaks ou autres mets salés.

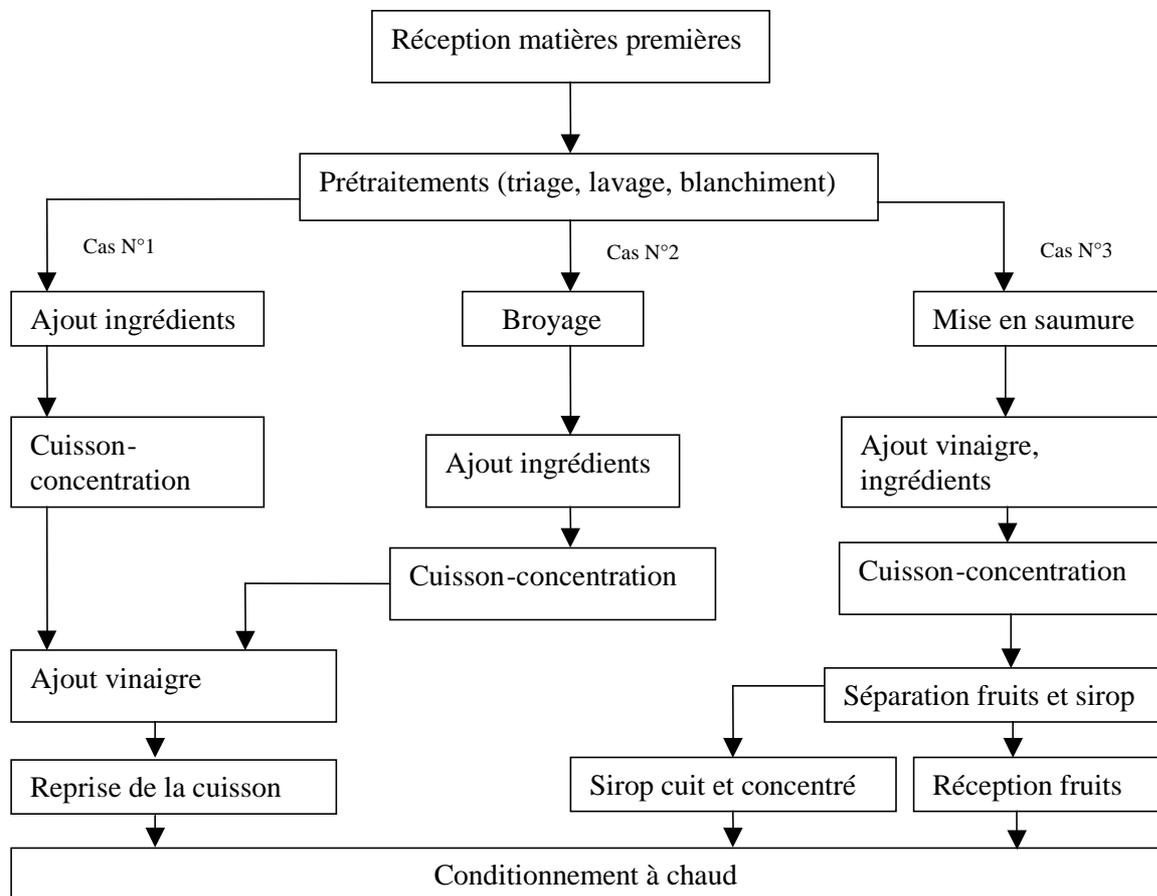
Les petits snacks préparent souvent eux-mêmes les sauces avec leur propre recette ; mais ce sont principalement les grands restaurateurs qui utilisent celles importées ou produites par les usines locales.

CODAL Alimentaire est actuellement la seule usine fabriquant le chutney à partir d'autres fruits (banane, mangue et ananas) à Madagascar.

##### I.3.1.3. Processus de fabrication

###### a. Composants du chutney

D'autres ingrédients comme les épices sont ajoutés aux fruits pour l'amélioration des caractéristiques sensorielles du produit final. Le sucre, le sel et le vinaigre constituent les principaux ingrédients de base de cette consistance pâteuse.

*b. Diagramme de fabrication***Figure 11 : Diagramme de fabrication du chutney***c. Normes sur le chutney*

Le CODEX Alimentarius impose les critères suivants pour le chutney :

- Un chutney ne doit pas contenir un extrait soluble moins de 50% masse/masse par rapport au produit fini.
- La teneur en cendres et en cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique ne doit pas dépasser respectivement 5% masse/masse et 0,5% masse/masse.

Les caractéristiques qualitatives minimales du chutney exigent les propriétés sensorielles suivantes [4] :

- ★ **la couleur** : le produit doit présenter la couleur normale du chutney du fruit ;
- ★ **la saveur** : le produit doit présenter la saveur et l'odeur caractéristiques du chutney du fruit, et être exempts de saveurs et odeurs indésirables ;

- ★ **la consistance** : le produit doit avoir une bonne consistance et être raisonnablement dépourvu de matières fibreuses ;
- ★ **les défauts** : le nombre, la taille et la présence de défauts tels que pépins ou morceaux de pépins, peaux ou de toute autre matière étrangère ne doivent pas nuire gravement à l'apparence ou à la consommabilité du produit.

### I.3.2. Fabrication du chutney de kaki proprement dite

#### A. Réception des fruits et prétraitements

Les opérations réalisées au cours des prétraitements (triage, lavage, blanchiment, épluchage) évitent la non conformité du produit voulu.

##### A1. *triage*

Cette opération sert à éliminer les fruits non conformes (meurtris, déchirés, moisiss...).

##### A.2. *Lavage*

L'opération de lavage débarrasse les fruits des impuretés telles que poussières, pailles,

...

Il doit se faire avec de l'eau bien propre, si possible javellisée.

##### A.3. *Blanchiment*

Le blanchiment recouvre trois objectifs [28]:

- destructions enzymatiques pour empêcher un certain nombre d'altérations organoleptiques (telles que des modifications de saveurs, des changements de couleur), limiter les pertes nutritionnelles telles que la destruction des vitamines et éliminer l'astringence ;
- facilitations de la réhydratation ;
- réduction de la charge microbienne.

#### B. Broyage

Il a pour but de réduire la pulpe en une purée de fruits.

#### C. Mise en saumure

Cette opération est facultative. Elle a pour principal but d'amorcer la fermentation des fruits. Ses principaux objectifs sont :

- ★ extraire le jus cellulaire contenu dans les fruits ;
- ★ faciliter le développement de certains micro-organismes responsables de la fermentation lactique (*Lactobacillus*) tout en inhibant d'autres germes nuisibles tel que le *Clostridium* ;

★ conférer aux fruits des caractères organoleptiques précis.

La mise en saumure consiste à immerger les fruits avec une concentration de 8 à 10% de sel pendant 15 à 20 jours, et ceci à l'abri de l'air atmosphérique.

Une opération d'égouttage fait suite à la mise en saumure.

#### D. Adjonction de vinaigre, sel, sucre et épices

Les épices sont ajoutées dans la proportion d'une à deux cuillères à soupe de chaque variété par kilo de fruits. Elles présentent une action bactériostatique et fongistatique selon le cas.

Le sucre et le sel assurent la stabilité du produit en diminuant sa teneur en eau libre.

La farine, un agent liant, assure la liaison avec les molécules d'eau libre résiduelles en les adsorbant.

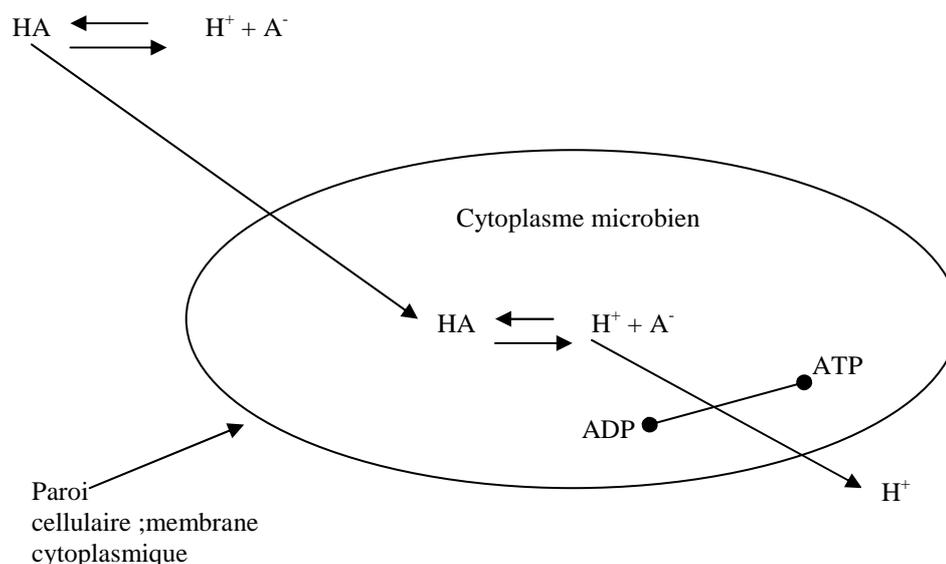
Le vinaigre (acide acétique) est incorporé avant ou après cuisson et complète l'action stabilisatrice du sel. Il contribue à augmenter l'acidité du milieu.

En effet, dans un milieu acide, les acides non dissociés ont un effet anti-microbien. Ils n'ont pas de charge électrique et peuvent donc passer à travers la membrane cytoplasmique.

Dans la cellule, le pH intracellulaire est supérieur au pH extracellulaire, l'acide se dissocie en formant des ions  $H^+$ .

Il faut que ces ions  $H^+$  soient éliminés de la cellule, mais ce processus consomme de l'énergie et par conséquent, la croissance de la cellule est inhibée [29] suivant le schéma N°13 ci-après.

**Figure 12 : Schéma de l'effet anti-microbien des acides non dissociés**



## E. Cuisson-concentration

Elle consiste à éliminer l'eau excédentaire des fruits par évaporation. Pour ce faire, des bassines de cuisson sans couvercle sont utilisées.

### Equipement nécessaire [27] :

Comme celles réservées aux confitures, gelées et marmelades, les bassines de cuisson doivent :

- avoir une contenance d'environ 20 litres pour pouvoir cuire aisément 10 à 15 kg de produits finis ;
- être suffisamment épaisses afin de répartir correctement la chaleur et éviter des surchauffes locales ;
- avoir un diamètre le plus large possible pour permettre une évaporation rapide ;
- être de meilleures bassines hémisphériques.

## F. Conditionnement à chaud

Le conditionnement doit se faire à chaud en suivant immédiatement la cuisson. Un retournement du récipient suivi d'une agitation durant environ 3 minutes permet l'autopasteurisation de ce dernier tout en évitant les risques de développement de moisissures pendant l'entreposage.

Une autre alternative est la stérilisation des produits à 95°C pendant 25 minutes.

Le chutney peut être conditionné dans des bocaux, des flacons de verre, des boîtes métalliques vernissées intérieurement ou encore des pots de terre cuite.

Les récipients qui apparaissent de meilleure utilité sur le marché sont les bocaux de verre avec couvercle *twist-off*. Ce dernier est caractérisé par sa facilité de refermeture après usage [29].

### I.3.2.1. Description du chutney de kaki et choix du produit

Le chutney de kaki est un produit provenant du kaki ajouté de sel, de sucre et de vinaigre. C'est un produit à consistance pâteuse de couleur orangée et diverses épices y sont additionnées conférant un goût caractéristique et améliorant les propriétés sensorielles du produit final.

Il a été choisi suite au manque de diversification de produits à base de sauce alimentaire sur le marché malgache et afin d'accoutumer les usagers avec les nouveaux produits **VITA MALAGASY**.

### I.3.2.2. Processus de fabrication adopté

Le choix du processus approprié pour l'obtention d'un produit de norme et de qualité est conditionné par les critères cités ci-après.

#### a. Influences du processus suivi

Les sauces obtenues avec le processus (cas N°1) ne correspondent pas à la norme dénommée plus haut car elles contiennent encore des fibres.

Le cas N°3, après séparation des fruits et du sirop, donne :

- d'une part, des fruits désagrégés, collants non pâteux à l'aspect d'une confiture, l'aspect extérieur provoquant immédiatement une réticence vis-à-vis du consommateur ;
- et d'autre part, un sirop très fluide qui se décante, où l'eau se retrouve en dessous et le sirop concentré au dessus.

#### b. Influences des paramètres de fabrication

Tout d'abord, un bon processus doit s'accompagner d'un bon choix de matières premières.

Quel que soit le processus adopté, les fruits non encore mûrs prennent un aspect grumeleux après cuisson et deviennent très astringents.

Le choix des paramètres de fabrication conditionne la stabilité des produits finis.

Nous avons défini deux paramètres pour la conduite de la production :

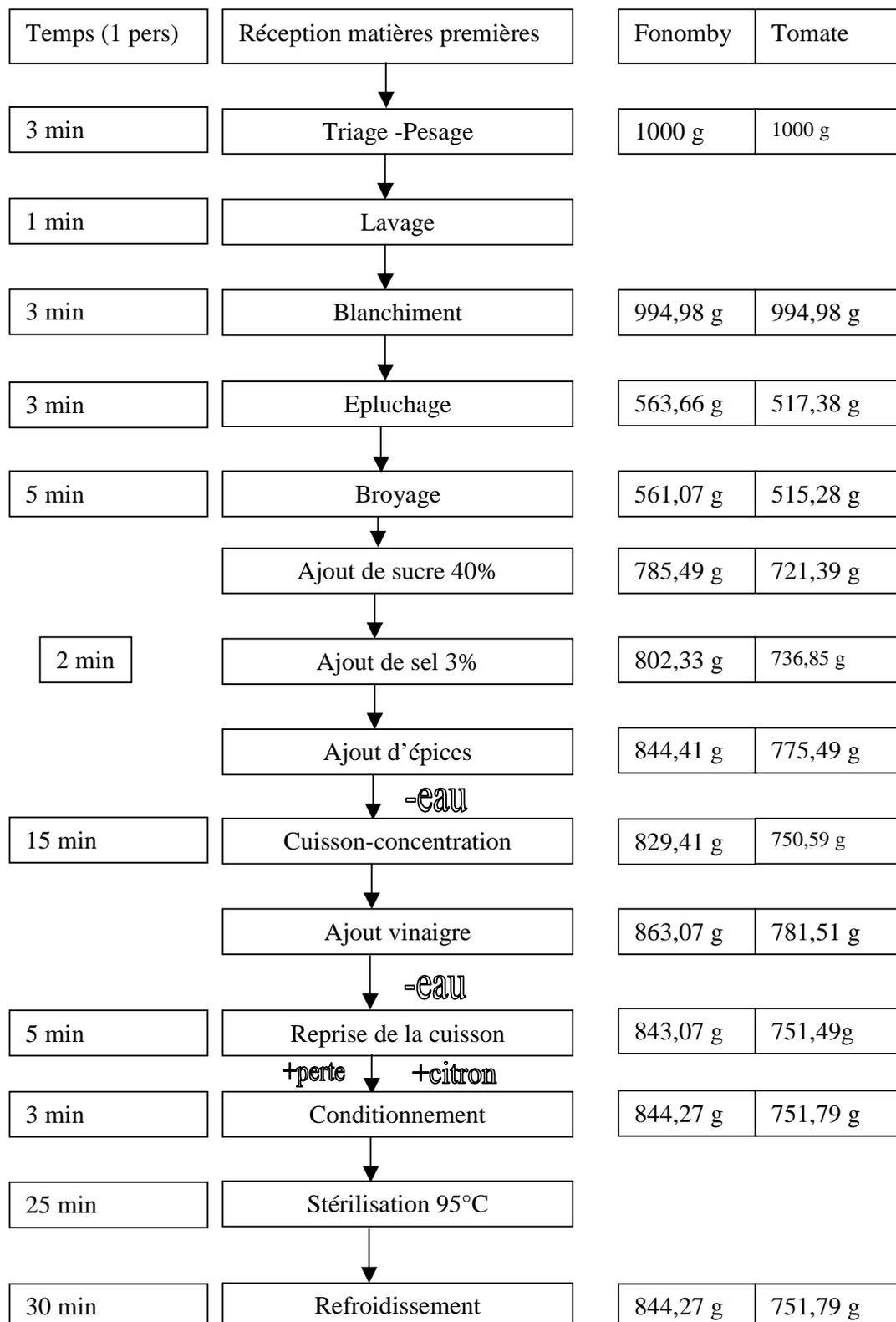
- Paramètre ingrédient (outre le pH trop élevé des kakis, le vinaigre BONGOU ne permet efficacement d'atteindre un pH inférieur à 4) où l'acidification a été rendue meilleure avec l'emploi de l'acide acétique pur à 6% ;
- L'autopasteurisation des produits n'éliminant pas totalement le risque de multiplication microbienne ; d'où le recours à la stérilisation à l'étuve pendant 25 minutes à 95°C.

L'annexe N°13 décrit les germes impliqués dans la dégradation des conserves.

Plus l'aliment est acide, plus les barèmes de stérilisation pratiqués sont légers [28].

Nous avons ainsi opté pour le cas N°2 offrant un produit respectant les normes qualitatives minimales d'un chutney de kaki.

Figure 13 : Schéma du processus de fabrication adopté



Pour les deux variétés de kakis, les rendements de fabrication sont de **84,43%** pour la variété *yémon* et **75,18%** pour la variété *voatabia*. La bonne performance de rendement



s'explique par l'addition d'ingrédients. En considérant uniquement les parties enlevées, les rendements sont respectivement de **49,70%** et **41,80%** (détails en annexe N°5).

Pour un novice, le traitement de 1 kilo de fruits dure 95 minutes au maximum.

### I.3.2.3. Codification des produits

La codification des échantillons de chutney est indispensable pour une bonne démarche en évaluation sensorielle. En effet, elle permet au producteur de mieux suivre les caractéristiques sensorielles des produits.

Pour notre part, la codification se réalise comme suit :

- Présence au moins du chiffre 2 pour la variété *yémon* ;
- Présence au moins du chiffre 5 pour la variété *voatabia*.

### I.3.2.4. Résultats expérimentaux

#### A. Analyses physico-chimiques

Les caractéristiques physico-chimiques des échantillons 226 et 451 sont représentées dans le tableau ci-après.

**Tableau 12 : Compositions physico-chimiques des chutneys de kakis**

<b>Valeurs</b>	<b>226</b>	<b>451</b>
<b>Matières sèches (%)</b>	48,01	38,77
<b>Brix</b>	40,0	37,5
<b>Acidité en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (g/l) (partie expérimentale N°10)</b>	0,66	0,58
<b>Acidité en acide acétique (%)</b>	-	1,29 [laboratoire des Fraudes]
<b>Cendres (%)</b>	2,04	1,87
<b>pH</b>	3,16	3,24

**Source : Auteur.**

Le degré brix et la teneur en matières sèches plus élevés pour l'échantillon 226 sont caractéristiques des matières premières.

## **B. Analyses microbiologiques**

L'analyse microbiologique consiste surtout à déterminer les germes présents dans les denrées susceptibles ou non de nuire à leur qualité et à leur consommabilité.

Il s'agit ainsi de mesurer le nombre de Flores Mésophiles Totales, salmonelles, etc.

Le produit dénommé chutney après analyses microbiologiques ne contient pas de germes pathogènes, donc conforme à la consommation humaine.

## **C. Analyses sensorielles**

### **C.1. Définition de l'analyse sensorielle**

C'est une méthode caractérisant les propriétés organoleptiques d'un produit. Ces propriétés ne sont pas toujours mesurables à l'aide des instruments. Son développement est porté aux rôles des aspects, des odeurs, et des saveurs dans le choix des aliments et l'évaluation de leur qualité.

### **C.2. Objectifs de l'analyse sensorielle**

Nous pouvons distinguer trois principaux objectifs de l'analyse sensorielle :

- recherche et développement (formulation de nouveaux produits, comparaison des produits ou process et interprétation des données instrumentales par des appareils appropriés) ;
- marketing (test de préférence des consommateurs) ;
- contrôle qualité (évolution du produit au cours du temps, standardisation du produit et études des variations des matières premières ou du process).

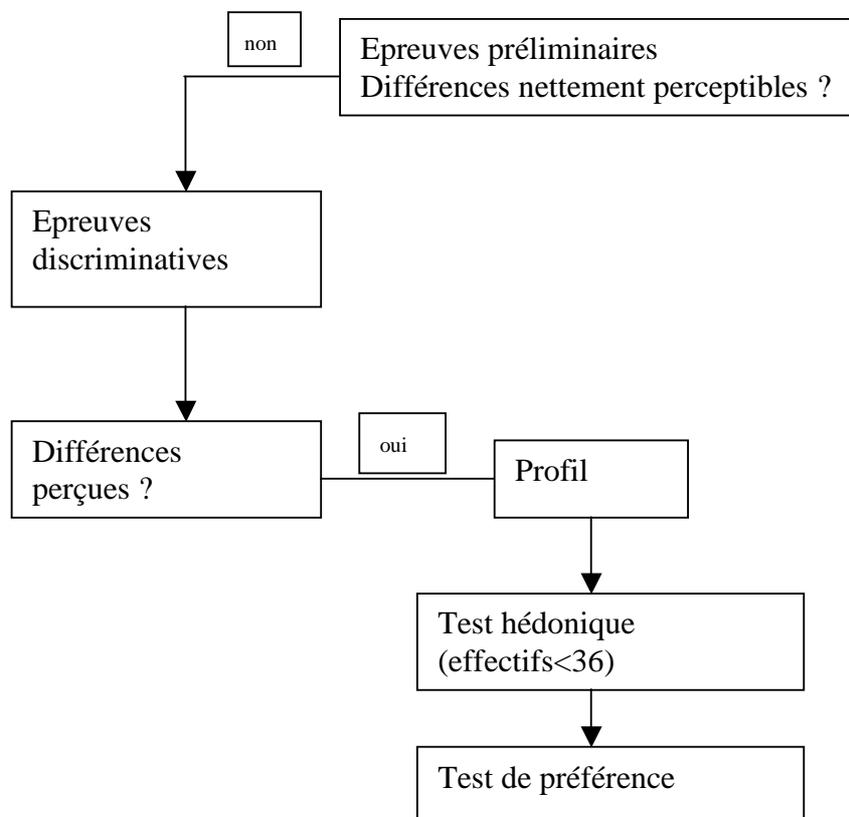
### **C.3. Démarche d'une évaluation sensorielle**

Effectuer une mesure d'analyse sensorielle implique de connaître :

- Les jurys, juges ou sujets ;
- Le test, la question à poser pour atteindre le but ;
- Les échantillons à étudier ;
- Les traitements statistiques. (voir annexe N°12).

La démarche à suivre est résumée sur le schéma suivant :

**Figure 14 : Démarche de l'évaluation sensorielle**



Deux échantillons de chutney appartenant à deux variétés différentes ont été choisis pour cette évaluation sensorielle.

Pour les deux échantillons conditionnés en bocaux, un test visuel préliminaire a été réalisé afin de discerner les différences. Celles-ci ont été perçues au niveau de la couleur, d'où le passage à l'épreuve discriminative.

#### a) Analyses discriminatives

L'analyse discriminative sert à déceler les différences sensorielles perceptibles entre deux échantillons différents par des jurys initiés.

Nous avons ainsi effectué une épreuve triangulaire, qui consiste à présenter aux jurys les deux produits à comparer, l'un étant doublé et l'autre non. Le questionnaire est donné à l'annexe N°7.

Il s'agit alors d'identifier l'échantillon non répété.

**78%** des sujets sont arrivés à identifier l'échantillon non doublé. Ceci nous amène à décrire le profil des produits.

## b) Analyses descriptives

Le test de profil attend des jurys la description et la notation de l'ensemble des caractéristiques sensorielles des échantillons étudiés selon une échelle d'intensité.

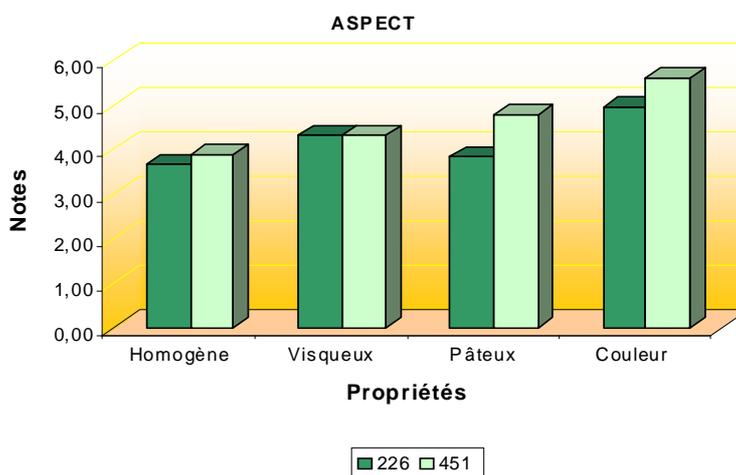
Ces tests descriptifs portent sur le goût, l'aspect, l'odeur et la texture en bouche des produits étudiés avec leur comparaison.

Autrement dit, il s'agit de déterminer les différences et points communs des produits sur l'échelle allant de 1 à 6 (1 : le moins perçu et 6 : le plus perçu).

Les caractéristiques réelles du produit sont représentées par les notes supérieures à la moyenne.

### b.1. Aspect

**Figure 15 : Comparaison de l'aspect des échantillons de chutneys de kakis**



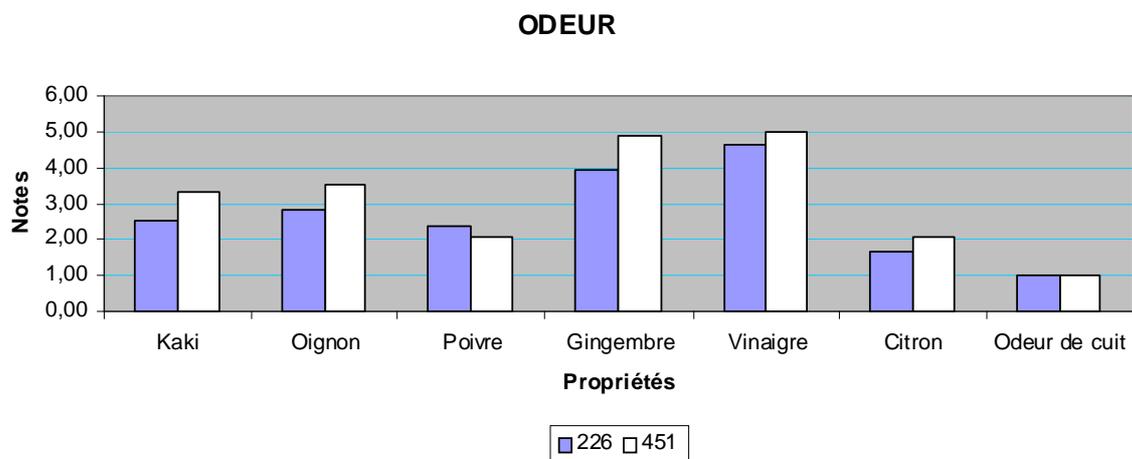
L'aspect du chutney de kaki est homogène, visqueux, pâteux et conserve la couleur du fruit.

L'échantillon 226 est moins homogène par rapport à 451. Ceci est dû à la présence de poivre beaucoup plus marquée.

En effet, l'échantillon 451 présente une note supérieure par sa couleur caractéristique du kaki plus dominante orange.

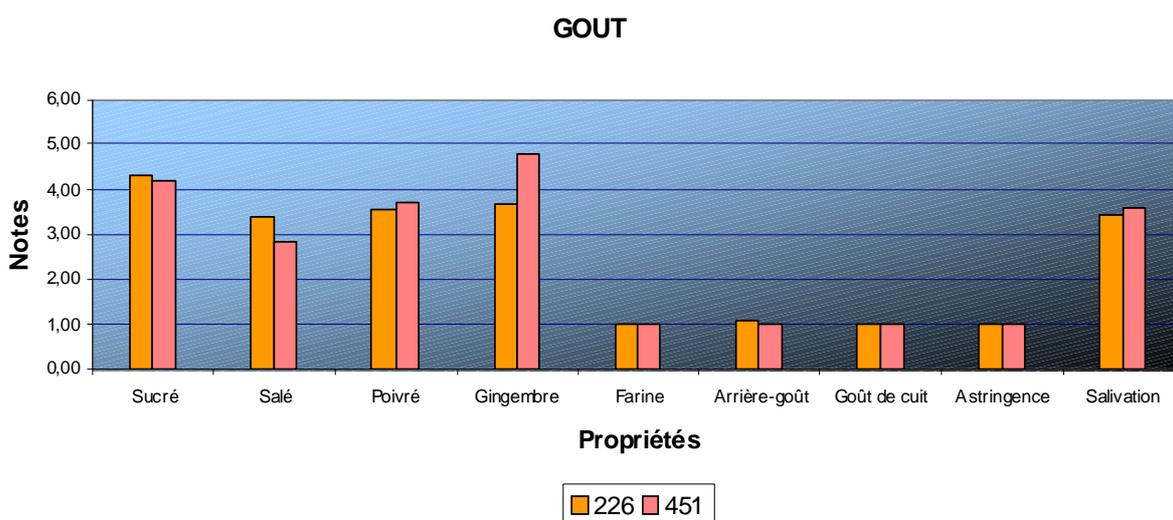
La présence de poivre dans le produit ne nuit pas son aspect.

Les échantillons sont assez visqueux, avec la même note de **4,33**. Et l'échantillon 451 est plus pâteux que 226 noté à **4,80** contre **3,83** relevé du caractère du fruit de départ à se lier avec les autres ingrédients ainsi que du process choisi.

**b.2. Odeur****Figure 16 : Comparaison de l'odeur des deux échantillons de chutney**

Le chutney de kaki présente surtout les odeurs de gingembre et de vinaigre, et en outre de l'odeur de kaki et d'oignon pour la variété *voatabia*.

Les odeurs de gingembre et de vinaigre sont moins perçues pour l'échantillon 226.

**b.3. Goût****Figure 17 : Comparaison du goût des deux échantillons de chutney de kaki**

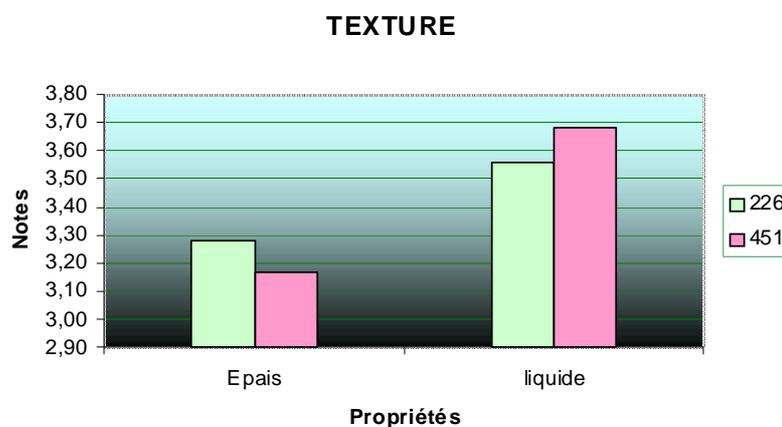
Le chutney de kaki présente un goût sucré, poivré, de gingembre, d'acide et salé pour la variété *yémon*.

Les goûts légèrement sucrés des échantillons sont caractéristiques des fruits de départ, car nous avons ajouté la même quantité de 40% de sucre aux produits.

La salivation exprimée sur la figure traduit la teneur en vinaigre susceptible de provoquer cet effet. Une note de 3,60 est attribuée à l'échantillon 451. En effet, sa plus faible teneur en sucre est surpassée par la présence de l'acide acétique pur.

#### ***b.4. Texture en bouche***

**Figure 18 : Comparaison de la texture en bouche des deux échantillons de chutneys de kakis**

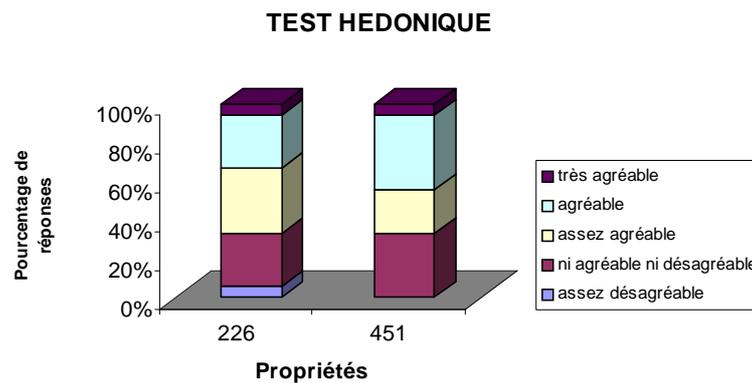


Le chutney de kaki présente une texture en bouche liquide.

L'échantillon 451 plus liquide en bouche tient les caractéristiques originelles de la variété *voatabia* définissant une légère teneur en matières sèches par rapport à la variété *yémon*.

#### **c) Analyses hédoniques**

Les analyses hédoniques ou tests de préférence déterminent le plaisir ressenti par les juges lors de la consommation des produits étudiés.

**Figure 19 : Test de préférence des deux échantillons de chutney de kaki**

Nous considérons que la préférence se situe à partir du seuil assez agréable.

C'est l'échantillon 451 qui est le plus apprécié.

Notons qu'au seuil assez désagréable, l'échantillon 451 n'a retenu aucune réponse, 54,5% au seuil ni agréable ni désagréable, 40% au seuil assez agréable, 60% au seuil agréable et 50% pour le seuil très agréable. Ces réponses sont calculées par rapport au pourcentage de réponses de l'échantillon 226.

#### I.3.2.5. Stabilité des produits finis

Notre étude de stabilité s'étale sur une durée maximum de 3 mois de conservation, à la température ambiante et sous réfrigération. Le critère stabilité se porte sur tout l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensoriels du produit.

#### A. Tests de stabilité physico-chimique

Des mesures hebdomadaires (soit 12 mesures) ont été réalisées sur les deux échantillons de chutney de kaki révélant des écarts non significatifs sur les valeurs obtenues.

Ces mesures se portent essentiellement sur la teneur en matières sèches, le pH, le degré brix et l'acidité en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

#### B. Tests de stabilité microbiologique

Les coliformes fécaux regroupent les entérobactéries ayant des caractères communs. Ils sont les témoins de la qualité hygiénique des aliments.

Un nombre élevé de coliformes est synonyme de conditions d'hygiène insuffisante, d'une contamination récente, la suspicion de bactéries pathogènes.

Des prélèvements hebdomadaires ont été effectués sur les deux échantillons de chutney de kaki.

Les résultats obtenus permettent d'affirmer l'absence de germes pathogènes dans le produit.

En effet, la boîte après culture ne donne aucun changement de couleur interprétant l'absence de coliformes fécaux dans 25g de produit prélevé.

Les méthodes de détection sont résumées à la partie expérimentale N°12.

### **C. Tests de stabilité sensorielle**

Ils déterminent l'absence de changements d'aspect, de couleur, d'odeur et de goût des deux échantillons de chutney.

### **D. Confirmation des données expérimentales**

Les résultats des analyses ont été confirmés par le Laboratoire des Fraudes Alimentaires à Tsaralalàna Antananarivo, résumés en Annexe N°6, certifiant la consommabilité du produit.

Notons que pour des raisons de contrainte temps, nous n'avons pu effectuer que l'analyse de l'échantillon 451.

Les deux échantillons de chutney 226 et 451 sont alors stables à la température ambiante et sous réfrigération après trois mois de conservation.

**Tableau 13 : Stabilité des chutneys de kakis**

<b>Codes</b>	<b>A la température ambiante</b>	<b>Sous réfrigération</b>
<b>226</b>	Tous stables	Tous stables
<b>451</b>		

**Source : Auteur.**

Ceci renforce le bon choix du procédé de transformation.

## Chapitre II : Valorisation des sous-produits

### II.1. Peau : transformation en provendes

#### II.1.1. Généralités sur les provendes

##### II.1.1.1. Définitions

**Provende** : c'est un mélange de farine et de graines de légumineuses donné au bétail à l'engrais [Le Petit Larousse 2000].

**Prémélange** : c'est un mélange préalable des éléments à faible taux (valeurs nutritionnelles) avec les autres produits (fruits, graines, tourteaux ou sous-produits industriels).

**Mélange** : c'est une association des produits broyés pour avoir un ensemble homogène de telle sorte que le pourcentage entre les éléments constitutifs du mélange initial soit retrouvé dans n'importe quel prélèvement du mélange.

Exemple de formulation de mélange :

Maïs	: 70%
Tourteaux	: 12%
Farine de viande	: 5%
Poudre de coquillage	: 3%
Son fin	: 7%
Concentré multivitaminé	: 2%
Oligo-élément	: 0,02%
Complexe vitaminé	: 0,08%
<b>Total</b>	<b>: 100%</b>

**Agglomération** : c'est un traitement sur des aliments pour qu'ils aient une forme déterminée. Le principe consiste à donner à l'alimentation composée une forme et volume convenables :

- forme sphérique de 2 à 2,5 mm de diamètre pour les poussins ;
- forme sphérique en miettes de 3 mm de diamètre pour les poulets ;
- forme sphérique de 25 mm de diamètre pour les bovins.

**Fines** : ce sont des particules issues de l'agglomération.

##### II.1.1.2. Fabrication de provende

#### A. Composition générale de la provende

Les aliments du bétail se classent suivant trois critères principaux :

- la concentration énergétique et la teneur en cellulose brute ou CB;
- les valeurs énergétiques et azotée ;
- l'origine de l'aliment.

### A.1. La concentration énergétique et la teneur en cellulose brute ou CB

Elle se divise en deux groupes :

- **Aliments concentrés** : secs, de teneur en CB<15% (graines, grains, issues de meunerie, tourteaux, farines animales, levures) ;
- **Aliments grossiers** : constitués par deux sous-groupes ;
  - ❖ Aliments grossiers encombrants, teneur en CB>15% (fourrages, herbes vertes, ensilages, foin, paille) ;
  - ❖ Aliments grossiers succulents CB<15% avec beaucoup d'eau (racines, tubercules, fruits).

### A.2. Les valeurs énergétique et azotée

Ces valeurs sont représentées par le rapport en gramme de Matière Azotée Digestible sur Unité Fourragère (MAD/UF). Les besoins énergétiques des animaux sont exprimés par ce rapport.

Exemples :

- Pulpes et drèches, MAD/UF<60 ;
- Farines animales, tourteaux, MAD/UF = 250 à 700.

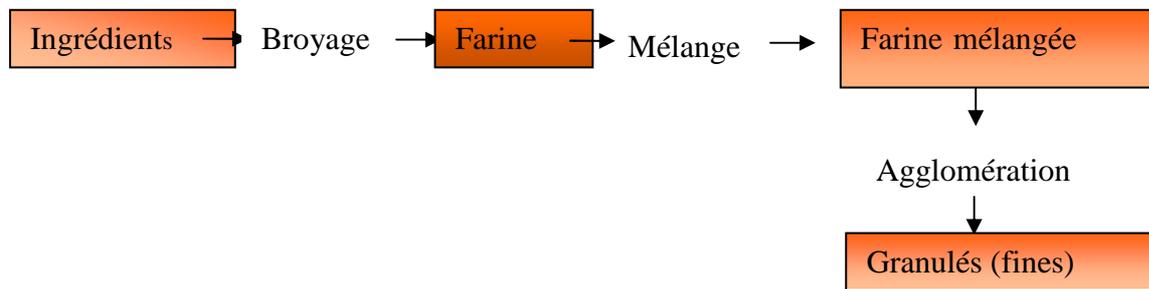
### A.3. L'origine de l'aliment

- Graines ou grains : aliments concentrés, valeur énergétique>0,5 UF/kg, riches en glucides, pauvres en azote, en matières minérales et en lipides ;
- Racines, tubercules : généralement glucidiques, pauvres en cellulose, en lipides et en matières azotées. Elles ont une digestibilité variable quant aux matières organiques ;
- Fruits et résidus de transformation : riches en vitamine C, ils peuvent tous servir d'aliments pour les animaux ;
- Sous-produits d'origine végétale (sons, tourteaux, féculs, mélasses, coques).

L'annexe N°14 fournit les données sur la table de composition des aliments servant à la formulation de provende.

## B. Fabrication de provende

Figure 20 : Schéma du processus de fabrication de provende



### II.1.2. Normes sur les provendes

Dans la composition des aliments pour bétail, c'est surtout la teneur en protéines qui importe.

Les éléments minéraux (principalement le calcium et le phosphore) sont en outre tenus en compte. En effet, ils représentent 3/4 des matières minérales de l'organisme et 90% des matières minérales du squelette.

Le rapport phosphorique Ca/P doit être respecté car il est propre à chaque type d'animal déterminé. Selon le type d'animal, sa valeur peut varier de 0,5 à 4 :

- Un rapport élevé est corrigé par un apport de vitamine D<sub>3</sub> ;
- Un rapport faible est plus difficile à corriger.

Voici quelques textes administratifs régissant l'alimentation animale :

- décret N° 64 050 du 12 février 1964 portant interdiction de la mise en vente ou vente des animaux et produits et de l'utilisation en provenderie, dont la chair et les produits sont consommés par l'homme ;
- décret originel N° 60 024 du 3 février 1960 portant réglementation de la fabrication et la vente des produits destinés à l'alimentation animale.

### II.1.3. Mode d'obtention du broyat de peau de kaki

Juste après son enlèvement, la peau est préséchée à l'étuve à une température modérée de 60°C pendant une nuit. Elle est ensuite broyée dans le mortier après refroidissement.

Les rendements de préséchage des peaux des variétés *voatabia* et *yémon* sont respectivement de 25,36 % et 22,38% avec un rendement égal de broyage de 90%.

De ce fait, 100g de produits frais donnent **22,824g** de peau de la variété *voatabia* et **20,142g** de celle de la variété *yémon*.

### II.1.4. Analyse physico-chimique du broyat de peau des variétés de kakis greffés

Il nous a paru intéressant d'analyser les compositions des sous-produits de transformation. Les valeurs sont résumées dans le tableau indiqué ci-dessous.

**Tableau 14 : Compositions physico-chimiques de la peau des variétés de kakis**

Désignation	Unité	Expérience	
		<i>Yémon</i>	<i>voatabia</i>
Teneur en matière sèche	g /100g	21,00	22,81
Humidité relative	g /100g	79,00	77,19
Eléments minéraux bruts	g /100g	0,41	0,61
Protéine	g /100g	1,19	1,82
Lipide	g /100g	0,79	0,83
Fibre alimentaire	g /100g	5,16	7,04

Source : Auteur.

### II.1.5. Interprétations

Les peaux des kakis greffés peuvent être immédiatement utilisées. Elles se classent ainsi parmi les aliments grossiers succulents car leur teneur en fibres totales est largement inférieure à 15%.

Cependant si le but est l'obtention de broyat, elles figurent parmi les aliments concentrés avec des rendements totaux de formulation de **22,82%** pour la variété *voatabia* et **20,14%** pour la variété *yémon*.

Leur teneur en protéines est assez importante par rapport à celle des pulpes à transformer.

## II.2. Graines : extraction d'huile

Les végétaux supérieurs sont généralement constitués de graines, au nombre variable selon la famille, l'espèce, la variété ou même la localisation géographique.

Les graines contiennent à l'intérieur de l'huile nommée communément corps gras. Ce dernier peut provenir des amandes, des coques ou même des graines entières.

### II.2.1. Généralités sur les corps gras [30,31,32]

Le corps gras est un ester d'acide gras et de glycérol.

La distinction entre « graisse », « beurre » et « huile » est basée sur leur état physique aux températures ordinaires, l'huile étant liquide et la graisse ou le beurre solide ou pâteux.

Les corps gras peuvent être classés selon leurs propriétés physiques comme suit :

- huile des noix avec une importante proportion d'acides gras d'un poids moléculaire réduit, surtout l'acide laurique (coco, palmiste, ...);
- corps gras solide renfermant des quantités appréciables d'acides palmitique et stéarique qui sont des acides gras saturés (huile de palme, suif animal,...);
- corps gras liquide constitué par une grande quantité d'acides gras non saturés comme les acides oléique, linoléique et linoléique (arachide, ricin, poisson, olive,...).

En outre, ces corps gras sont source de lipides ayant un rôle énergétique et de structure.

Ils forment les enveloppes protectrices entourant nos cellules. Ils jouent un rôle dans certains mécanismes de l'organisme comme les réactions inflammatoires, la protection cardiovasculaire et permettent la synthèse d'hormones comme les hormones sexuelles...

Ces lipides sont classés en :

- ★ **acides gras essentiels**, dont la source principale reste les huiles végétales ne pouvant être fabriquées par l'organisme lui-même. C'est pour cette raison que ce dernier les puise dans l'alimentation. Ces acides gras essentiels sont au nombre de 2 :
  - ❖ l'acide linoléique diminuant le LDL cholestérol (mauvais cholestérol). On le trouve dans les huiles de tournesol, pépins de raisins, maïs, noix, les huiles du type ISIO4 et les margarines faites avec ces huiles.
  - ❖ l'acide  $\alpha$ - linoléique permettant la synthèse de dérivés qui participent à la fluidité du sang. On le trouve dans l'huile de colza, noix, soja, l'huile du type ISIO4 et les margarines faites avec ces huiles.
- ★ **acides gras monoinsaturés** dont le plus connu est l'acide oléique. Cet acide diminue le LDL cholestérol et maintient ou augmente ainsi le HDL cholestérol. On le trouve principalement dans l'huile d'olive, d'arachide, de colza mais aussi dans ISIO4, dans la graisse d'oie et de canard.

Ils contiennent en plus :
- ★ de la **Vitamine A** participant au mécanisme de la vision. On la trouve principalement dans le beurre et la crème fraîche.

- ★ de la **Vitamine E** protégeant les graisses de l'oxydation. On la trouve dans les huiles et en particulier dans l'huile de tournesol et ISIO4.

Voici quelques valeurs de l'énergie calorifique octroyée par certains corps gras sources de vitamines A et E :

**Tableau 15 : Teneur calorique moyenne des corps gras (en nombre de calories pour 100g d'aliment)**

ALIMENTS	Energie kcal	Energie kj	Fibres g
Matière grasse			
Margarine allégée	378	1 555	6
Beurre allégé	401	1 652	10
Margarine	744	3 061	10
Beurre	752	3 091	2
Graisse d'oie	896	3 685	2
Huile d'arachide	899	3 696	17
Huile d'olive vierge	899	3 696	12
Huile de colza	899	3 696	15
Huile de noix	899	3 696	10.8
Huile de pépins de raisin	899	3 696	32
Huile de soja	899	3 696	15
Huile de tournesol	899	3 696	56
Huile mélangée, type ISIO 4	899	3 696	80
FRUITS OLEAGINEUX			
Châtaigne	174	737	1.2
Pâte d'amande	449	1 883	12
Graine de sésame	564	2 333	2.3
Amande	576	2 379	24
Cacahuète	577	2 392	8.5
Graine de tournesol	594	2 461	46
Noix de cajou salée	599	2 485	1.2
Noisette	646	2 669	25
<b>Noix</b>	<b>674</b>	<b>2 784</b>	<b>4.1</b>

Source : [32]

### II.2.2. Caractéristiques des graines

Il nous a paru intéressant d'orienter notre étude uniquement sur les graines de la variété *voatabia*. En effet, le pourcentage de graines pour cette variété est de 3% alors qu'il n'est que de 0,7 à 1% pour la variété *yémon*.

Ces graines sont de forme ovoïde, plate, de couleur marron et ornées à l'extérieur par 2 sillons longitudinaux, avec un testa lisse et mince (voir figure N°21).

L'huile des graines oléagineuses se concentre dans les amandes, et parfois dans les coques. Les graines entières de la variété *voatabia* servent de matières premières pour l'obtention d'huile.

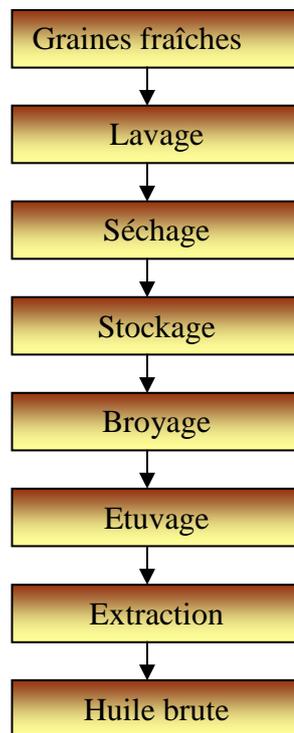
**Figure 21 : Photo des graines de la variété *voatabia* [cliché : Auteur]**



### II.2.3. Diagramme de fabrication

Le schéma suivant nous montre les étapes à suivre pour l'obtention de l'huile à partir des graines entières de la variété *voatabia*.

**Figure 22 : Schéma du processus de fabrication de l'huile à partir des graines entières de la variété *voatabia***



#### II.2.3.1. Lavage

L'étape de lavage est nécessaire pour enlever toute impureté pouvant nuire ou fausser la qualité de l'huile.

#### II.2.3.2. Séchage

Le séchage de graines se fait à l'air libre. Ce procédé permet une meilleure fragmentation des graines, afin de faciliter l'opération de broyage ultérieure, ainsi que pour éviter une rapide dépréciation des graines.

Il faut alors les aérer par pelletages fréquents.

#### II.2.3.3. Stockage

Le stockage s'effectue dans un endroit propre et à l'abri de l'humidité.

#### II.2.3.4. Broyage

Cette opération a pour but de réduire la dimension des graines afin d'augmenter le rendement d'extraction d'huile.

#### II.2.3.5. Etuvage

Cette opération vise, d'une part, à dénaturer les membranes cellulaires pour augmenter la perméabilité et, d'autre part, à faciliter la sortie de l'huile en diminuant sa viscosité.

Un étuvage est indispensable afin de diminuer la teneur en eau en dessous de 10%, et ceci pour éviter tout risque d'hydrolyse de l'huile [33].

#### II.2.3.6. Extraction de l'huile par solvant

##### *a. Principes et choix du procédé*

L'extraction de l'huile se fait au solvant. En effet, ce type d'extraction offre un meilleur rendement car l'extraction par pression ne peut épuiser totalement l'huile contenue dans les matières à déshuiler.

Les détails du procédé d'extraction se trouvent dans la partie expérimentale N°5.

##### *b. Choix des solvants*

L'hexane, un solvant apolaire paraît le plus approprié pour l'extraction. Le point d'ébullition de l'hexane voisin de 80°C minimise les pertes par évaporation spontanée et permet en outre la récupération de l'huile à des températures modérées, c'est-à-dire, inférieures à 100°C.

Ce solvant extrait préférentiellement les lipides neutres (triglycérides) ainsi que certains constituants de faible polarité, tels que les hydrocarbures, les caroténoïdes, les chlorophylles et les stérols.

Le seul danger pour l'hexane est sa forte inflammabilité exigeant ainsi des consignes et des dispositifs de sécurité stricts pour l'emploi.

#### **II.2.4. Paramètres physico-chimiques de l'huile**

Les analyses suivantes permettent de définir les caractéristiques de l'huile pour pouvoir la classer en vue de son utilisation ultérieure.

##### II.2.4.1. Paramètres physiques

Les paramètres physiques constituent l'identité de l'huile des graines entières de la variété *voatabia*.

##### a. Teneur en eau et en matières volatiles

La teneur en eau des graines traduit la perte de masse qu'elles subissent lors de leur dessiccation à l'étuve de 103 à 105°C. Elle doit être inférieure à 10% comme il est cité plus haut. La détermination est faite suivant la norme décrite en partie expérimentale N°1.

##### b. Teneur en huile des graines

La teneur en huile des graines traduit le pourcentage d'huile récupéré après épuisement total des lipides des graines au solvant.

La détermination suit la norme décrite en partie expérimentale N°5.

##### c. Aspects physiques de l'huile

Ces paramètres expliquent la couleur, l'odeur, ainsi que l'aspect de l'huile.

Une huile est dite siccativante si exposée à l'air, à la température ordinaire, elle s'épaissit ou se solidifie par oxydation. Étendue en couches minces, elle se transforme en une pellicule solide ou bien devient plus ou moins épaisse.

Nous pouvons distinguer selon la rapidité de solidification et d'épaississement :

- les huiles siccativantes (lin, huile de bois produite notamment en Indochine) ;
- les huiles demi-siccativantes (coton, sésame) ;
- les huiles siccativantes au quart (colza).

Ces huiles renferment de la linoléine et de la linoléine [34].

#### II.2.4.2. Paramètres chimiques

Les paramètres chimiques de l'huile confirment les données sur les caractéristiques physiques sus-cités afin de mieux cerner les probabilités d'utilisation de ces huiles.

##### a. Indice de saponification

L'indice de saponification permet de mesurer la teneur en acides gras dans la matière grasse en calculant le rapport de leur poids moléculaire moyen. Il s'exprime en nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour saponifier 1g de corps gras.

Etant donné que chaque matière grasse possède dans la limite des variations biologiques une composition constante d'acides gras, il est à considérer que la détermination de l'indice de saponification est un moyen sûr de la caractériser [35].

Son objectif principal repose sur l'évaluation de la longueur de la chaîne des acides gras. Plus l'indice de saponification est élevé, plus la chaîne est courte et meilleure est la transformation en savon.

La détermination est conforme à la norme décrite à la partie expérimentale N°8.

##### b. Indice d'acide

C'est le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour neutraliser l'acidité de 1g de corps gras. Il est déterminé par titration à la potasse.

L'indice d'acide traduit l'altérabilité des huiles. Les corps gras en s'hydrolysant donnent naissance à des acides gras libres et du glycérol.

La détermination suit la norme décrite à la partie expérimentale N°7.

##### c. Indice de réfraction (ou n)

L'indice de réfraction s'obtient grâce à l'appareil nommé réfractomètre (partie expérimentale N°6).

Il est caractéristique du groupe auquel appartient le corps gras et de l'insaturation des huiles à la température de 20°C :

- les huiles siccatives  $1,480 < n < 1,523$
- les huiles demi-siccatives  $1,470 < n < 1,476$
- les huiles siccatives au quart  $1,468 < n < 1,470$ .

##### d. Densité (ou d)

La densité est déterminée par gravimétrie à l'aide d'un pycnomètre.

Elle traduit l'existence ou non d'impuretés physiques.

Elle est fonction de l'insaturation et de l'état d'oxydation ou de polymérisation de l'huile à 15°C :

- les huiles siccatives  $d \geq 0,930$  ;
- les huiles demi-siccatives  $0,920 \geq d \geq 0,930$  ;
- les huiles siccatives au quart  $0,913 < d < 0,920$ .

#### II.2.4.3. Résultats et interprétations

#### **Evaluation sensorielle de l'huile des graines de la variété *voatabia* :**

**Couleur :** orange clair ;

**Aspect :** solide (siccative au contact de l'oxygène de l'air) ;

**Limpidité :** mat ;

**Odeur :** non caractéristique du fruit, odeur florale moyennement intense et agréable.

Voici un tableau récapitulatif des teneurs en eau et en huile des graines entières de la variété *voatabia* en comparaison avec la littérature.

**Tableau 16 : Comparaison des teneurs en eau et en huile des graines entières de la variété *voatabia* avec la littérature**

<b>Teneur en %</b>	<b><i>voatabia</i></b>	<b><i>D. kaki (Eiweiß) [36]</i></b>	<b><i>D. kaki (Keim et Keimblatt) [36]</i></b>
<b>Eau</b>	13,32	-	-
<b>Huile</b>	2,74	2,81	2,81

**Source : Auteur.**

Les caractéristiques chimiques de l'huile de graines entières de la variété *voatabia* sont regroupés dans le tableau ci-après.

**Tableau 17 : Caractéristiques chimiques de l'huile de graines entières de la variété *voatabia***

<b>Caractéristiques</b>	<b>Résultats expérimentaux</b>	<b>Huile d'olive vierge CODEX STAN 33-1981 [37]</b>
IS (mg de KOH/g d'huile)	188,93 – 205,80	184 – 196
IA (mg de KOH/g d'huile)	6,6	6,6
n	illisible	1,4677-1,4705
Densité	Non déterminé	0,910-0,916

**Source : Auteur.**

**IS : Indice de Saponification****IA : Indice d'Acide**

L'indice de saponification élevé caractérise des acides gras de courte chaîne et une aptitude de l'huile à la transformation en savon. Cependant, vu le faible rendement en huile de 2,74% des graines, l'industrie de savonnerie n'est pas profitable.

L'indice d'acide de l'huile de la variété *voatabia* est le même que celui de l'huile d'olive traduisant la teneur en acides gras libres. Cette valeur élevée de l'indice d'acide traduit le degré d'altération de l'huile survenue lors d'un mauvais stockage ou facilité d'altération de l'huile.

L'huile ne peut passer aux mesures de réfractométrie ni de densimétrie à cause de son aspect solide et mat. Ceci traduit une assez grande importante quantité d'acides gras saturés [33].

**II.2.5. Détermination de la composition en acides gras****II.2.5.1. Définition de la Chromatographie en Phase Gazeuse (ou CPG) [38]**

La chromatographie en phase gazeuse est une méthode de séparation dont les principes sont fondés sur la migration différentielle des constituants du mélange à analyser au travers d'un substrat choisi.

La particularité du procédé est d'opérer en totalité sur des produits volatilisés, ce qui implique de maintenir une température minimale convenable, mais sans qu'il y ait volatilisation du substrat, et de travailler en circuit étanche aux gaz.

**II.2.5.2. Principes de la Chromatographie en Phase Gazeuse (ou CPG)**

Le produit à analyser, appelé soluté est injecté à l'aide d'une aiguille. Le soluté traversera ensuite une colonne, pièce maîtresse de la chromatographie pour la séparation des constituants. La colonne composée d'une phase fixe et d'une phase mobile permet la rétention des constituants selon leur affinité avec cette première phase. Ceci jouera un rôle majeur sur le temps de migration des constituants.

Enfin, chacun de ces constituants est détecté au niveau de l'intégrateur par des pics représentant chacun des acides gras avec leur « temps de rétention » et leurs concentrations respectives.

Notons que le temps de rétention est le temps de fixation d'un constituant à la phase fixe de la colonne.

### II.2.5.3. Préparation des acides gras

Avant l'injection proprement dite, les acides gras subissent une réaction de transestérification pour l'obtention d'esters méthyliques. Le but est de passer d'un produit à point d'ébullition élevé vers un produit à bas point d'ébullition facilitant ainsi la vaporisation du mélange.

En effet, l'injection a pour but de vaporiser le mélange à analyser.

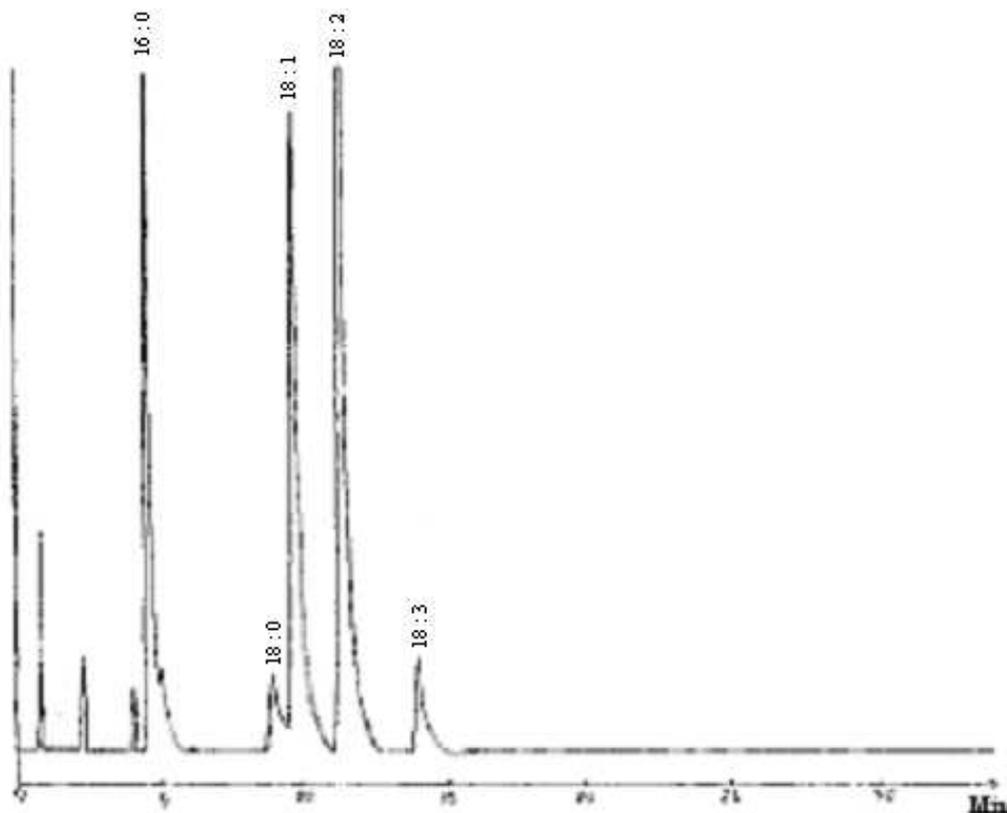
### II.2.5.4. Résultats et interprétations

Le profil chromatographique des esters méthyliques d'acides gras de l'huile de la variété *voatabia* est présenté sur la figure N°23.

Pour pouvoir identifier les pics, nous avons procédé comme suit :

- injection d'une huile témoin (huile d'olive : annexe N°11) où les acides palmitique et stéarique sont facilement reconnus et pris comme pics de référence ;
- calcul de la LCE ou Longueur de Chaîne Equivalente (annexe N°10), puis comparaison des valeurs trouvées avec celles de la littérature [39] (voir tableau N°19).

La LCE est le nombre d'atomes de carbone de l'acide gras saturé linéaire fictif qui aurait la même rétention que l'acide gras considéré. La formule de la LCE est donnée à l'annexe N°10.

**Figure 23 : Chromatogramme de l'huile de la variété *voatabia***

Les conditions opératoires sont :

- colonne capillaire en silice fondue, phase DB-WAX ;
- longueur de la colonne : 30 mètres ;
- gaz vecteur : hydrogène ;
- pression en tête de colonne : 0,35 bar
- volume injecté : 0,3  $\mu$ l ;
- température au four : 200°C ;
- vitesse de déroulement du papier : 3mm/mn.

**Tableau 18 : Comparaison de la LCE de l'huile de la variété *voatabia* avec les LCE théoriques et la solution étalon d'huile d'olive**

Acides gras	LCE			Formule
	Littérature [39]	Huile d'olive étalon	Expérimentale	
Acide undécanoïque	-	-	11,05	C 11 : 0 éventuellement
	-	-	11,40	<b>n.i</b>
Acide myristique	14,00	-	13,98	C 14 : 0
Acide tétradécénoïque	-	-	14,08	C 14 : 1 *
Acide anté- isopalmitique	15,66	-	15,68	C ai-16 : 0
Acide palmitique	16,00	16,00	16,00	C 16 : 0
Acide palmitoléique	16,25	16,29	16,29	C 16 : 1n-7
Acide stéarique	18,00	18,00	18,00	C 18 : 0
Acide oléique	18,20	18,24	18,23	C 18 : 1n-9
Acide linoléique	18,66	18,71	18,71	C 18 : 2n-6
Acide linoléinique	19,25	19,34	19,33	C 18 : 3 n-3

Source : Auteur.

n.i : non identifié

C 14 : 1\*, la position de la double liaison est inconnue.

11 pics ont été identifiés sur le chromatogramme.

Voici le tableau comparatif des compositions pondérales de l'huile de la variété *voatabia* avec celles des autres huiles de la famille des ébénacées et de l'huile d'olive:

**Tableau 19 : Comparaison des compositions pondérales des acides gras de l'huile de la variété *voatabia* avec celles des huiles de graines de la famille des ébénacées et de l'olive**

Acides gras	Formule	Proportion (%)			
		<i>Diospyros kaki</i> « <i>voatabia</i> »	<i>Diospyros kaki</i> « <i>Eiweiß</i> » [36]	<i>Diospyros megasepola</i> [40]	Huile d'olive [41]
undécanoïque	C 11 :0	1,49	-	-	-
n.i	-	0,22	-	-	-
myristique	C 14 : 0	0,55	1,35	0,70	tr
tétradécénoïque	C 14 :1	0,76	-	-	-
Antéiso-palmitique	ai-16 : 0	0,51	-	-	-
palmitique	C 16 :0	23,00	22,70	15,20	18,30
palmitoléique	C 16 :1 n-7	0,30	2,92	-	2,40
Stéarique	C 18 : 0	2,79	3,25	6,30	2,50
Oléique	C 18 : 1 n-9	27,49	41,40	19,80	56,40
Linoléique	C 18 : 2 n-6	39,21	21,62	19,10	18,90
Linoléinique	C 18 : 3 n-3	3,68	4,92	3,10	0,80
<b>Total (%)</b>		<b>100</b>			

Source : auteur.

n.i : non identifié

tr : trace

A partir de ce tableau, nous pouvons classer les acides gras en :

- ★ Acides gras insaturés (AGI) usuels de l'ordre de 71,44% dont les monoinsaturés de 28,55% et les polyinsaturés de 42,89% (linoléique 39,21% et linoléique 3,68%) ;
- ★ Acides gras saturés (AGS) usuels de l'ordre de 26,34%, dont 2,79% d'acide stéarique, 23,00% d'acide palmitique et 0,55% d'acide myristique ;
- ★ Autres de l'ordre de 1,71%.

La teneur en acide myristique de la variété *voatabia* (0,55%) est proche de celle de *Diospyros megasepola* (0,70%). Cet acide se rencontre rarement dans les huiles végétales.

L'acide palmitique de l'huile de *voatabia* est en moyenne de 23,00% se rapprochant de près avec celle de *Eiweiß* de 22,70%. Sa présence explique l'aspect solide de l'huile de *voatabia* au contact de l'air ambiant.

Les teneurs en acide stéarique de *Eiweiß* et de l'olive respectivement de 3,25 et de 2,50% se rapprochent de celle de *voatabia* de 2,79%.

L'acide linoléique est l'acide gras majoritaire de l'huile de *voatabia* (39,21%) parmi les autres acides gras insaturés et par rapport aux huiles des autres espèces et de l'huile d'olive alimentaire.

L'acide linoléique présente à peu près le même pourcentage quant aux huiles de *voatabia* (3,68%), et de *D.megasepola* (3,10%).

La comparaison de la composition pondérale en acides gras des différentes espèces d'ébénacées nous démontre qu'il existe une grande variabilité relativement à la famille, à l'espèce, à la variété et à la localisation géographique.

## CONCLUSION PARTIELLE II

Les fruits les plus aptes à la transformation en chutney sont les variétés *yémon* et *voatabia*. Ils sont caractérisés par leur fort rendement pulpeux respectivement de 83,18% et 73,20.

Les rendements en chutney sont respectivement de 84,43% pour la variété *yémon* et 75,18% pour la variété *voatabia*.

L'analyse sensorielle des deux produits issus des deux variétés montre une préférence légèrement supérieure pour la variété *voatabia* de la part des jurys, ce qui suppose une possibilité de traitement instantané des deux variétés.

Cependant, deux paramètres restent à approfondir : la durée limite de conservation des produits limitée à trois mois et la possibilité de valorisation des sous-produits de transformation.

Les peaux pouvant faire l'objet d'une étude en provenderie sont classées en aliments grossiers succulents ou en aliments concentrés dont les rendements totaux de formulation sont de **22,82%** pour la variété *voatabia* et **20,14%** pour la variété *yémon*.

Les fruits destinés à l'extraction d'huile de la variété *voatabia* présentent en moyenne un pourcentage de 3% de graines.

L'extraction en huile donne un rendement de 2,74% par rapport aux graines entières, raison pour laquelle elle n'est pas mentionnée dans l'étude économique.

En effet, malgré son indice de saponification élevé (188,93 – 205,80), interprétant une possibilité de transformation en savon, l'industrialisation n'est pas profitable.

L'huile solide à l'air ambiant ne peut faire l'objet d'analyses réfractométrique ni densimétrique.

L'analyse par chromatographie en phase gazeuse montre 12 pics d'acides gras avec 71,44% d'acides gras insaturés (AGI) usuels, 26,34% d'acides gras saturés (AGS) usuels et 1,71% d'acides gras non usuels.

Pour notre part, l'huile issue des graines entières de la variété *voatabia* reste une donnée de référence pour d'autres études ultérieures.

## **Troisième partie : Etude de faisabilité technico-économique d'une unité de transformation**

### **Chapitre I : Objectifs et analyses de la problématique**

#### **I.1. Objectif global**

L'objectif global du projet est la valorisation du fruit entier de kaki en produisant du chutney à partir de la pulpe et de l'aliment pour bétail à partir des sous-produits de transformation en vue d'un faible prix de revient. Notons que pour le démarrage du projet, l'activité principale reste l'obtention de sauce, le rendement en huile à partir des graines entières de la variété *voatabia* étant très faible et n'apportant aucun intérêt à la production.

#### **I.2. Sous-objectifs**

Le projet a plusieurs objectifs :

- Traitement du kaki entier qui permettra de réduire le taux de gaspillage et d'augmenter la disponibilité du fruit dans le temps et dans l'espace, le produit n'étant cultivé que presque sur les hauts plateaux ;
- Valorisation des sous-produits pour récupérer les pertes ;
- Avantages sur le plan économique : création d'emplois, notamment en faveur des femmes et augmentation du Produit National Brut (PNB) en conséquence. La région de Vakinankaratra assure une main d'œuvre à bon marché et pouvant s'adapter facilement aux activités de ce projet [19] ;
- Possibilité de traitement de plusieurs matières premières à la fois, une fois que le produit est liquidé ;
- Renforcement de la technologie de transformation de fruits en chutney à Madagascar.

## Chapitre II : Implantation de l'usine

### II.1. Choix de la région d'implantation

Le choix de la région d'Ambano est justifié par le fait que cette zone rurale demeure l'une des grands producteurs de kaki à Madagascar. La logique de ce choix est basée sur les critères ci-après : les matières premières y sont à prix abordables pour pouvoir obtenir un produit fini à faible prix de revient, diminuant ainsi le coût de transport.

Aussi, comme nous venons de le citer plus haut, les mains d'œuvre à Vakinankaratra sont de bon marché.

### II.2. Choix du type d'unité

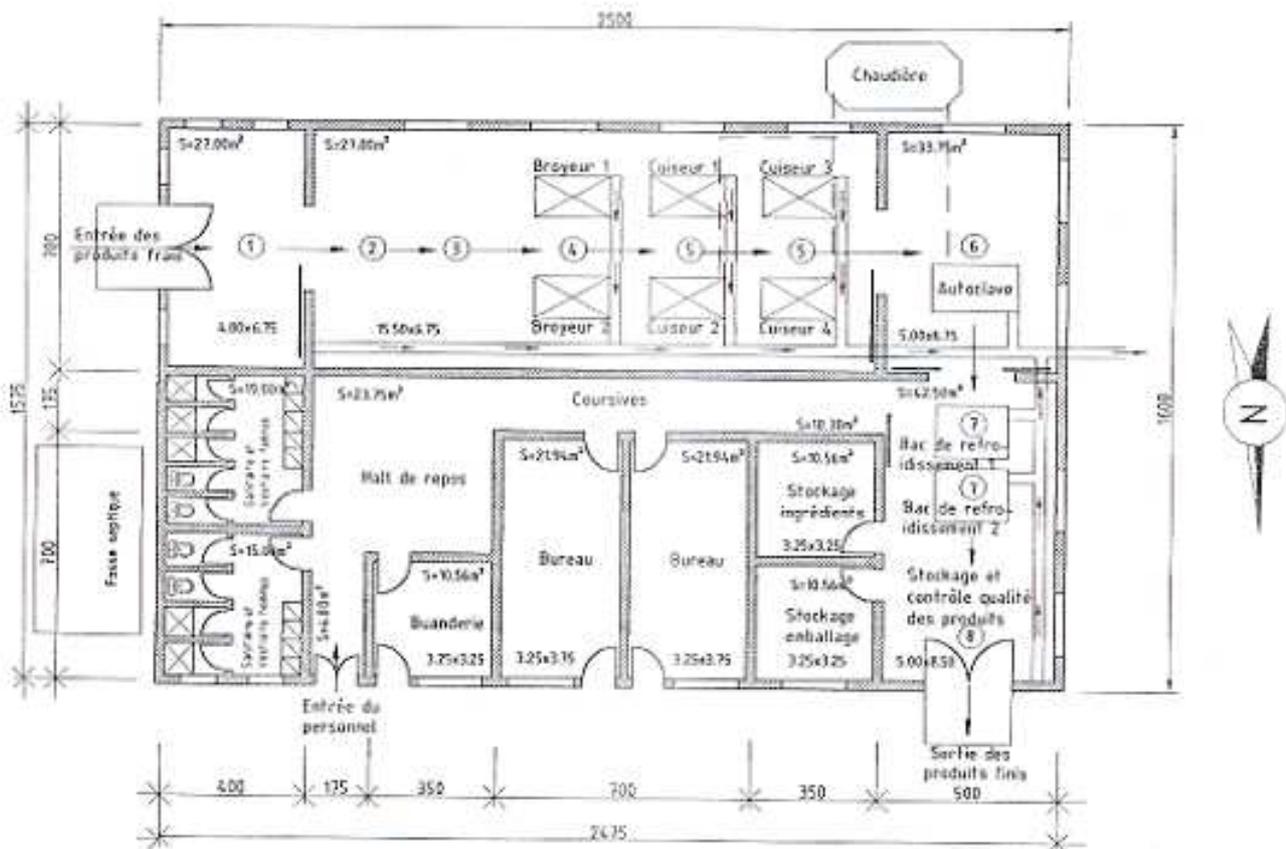
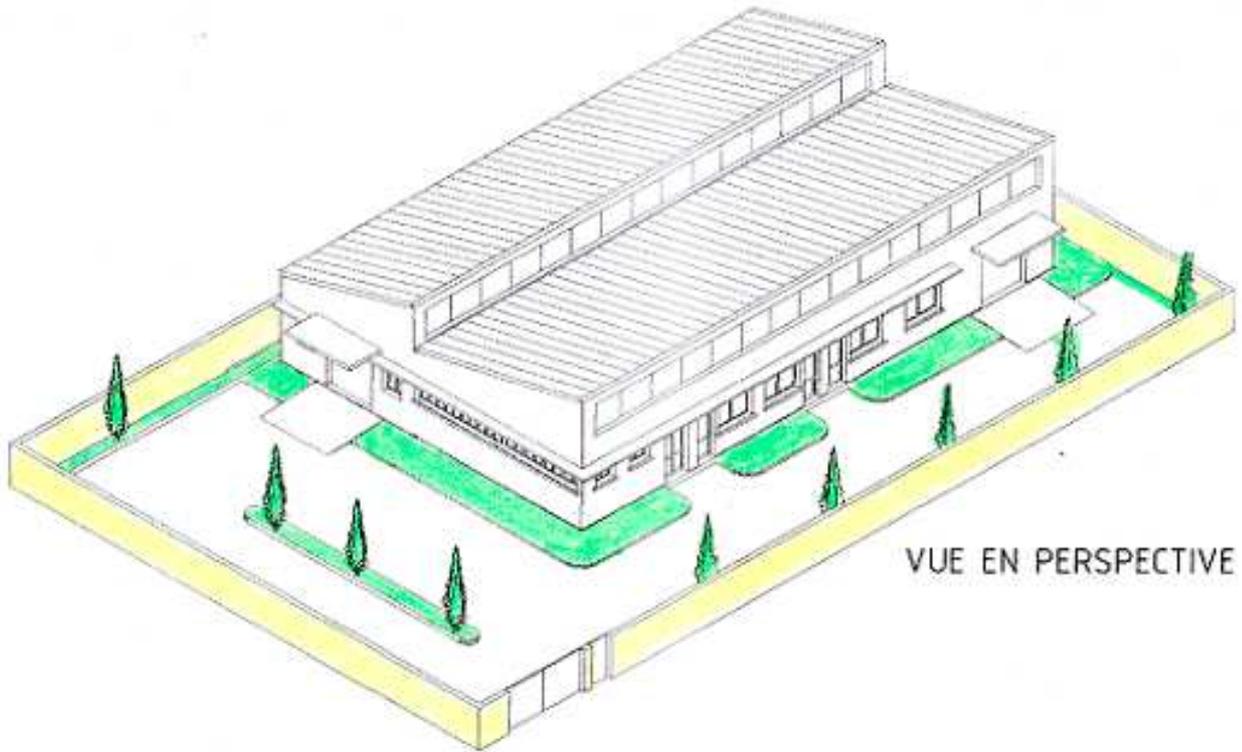
L'unité de transformation de chutney de kaki est une unité semi-industrielle au démarrage, traitant en moyenne 2 tonnes de fruits par jour et les matériels sont de taille moins importante.

L'usine est en forme rectangulaire et le circuit de production en forme de « L » pour permettre un circuit en marche en avant.

L'usine est implantée sur un terrain de 1000 m<sup>2</sup> (40 m x 25 m) et la surface bâtie est de 400 m<sup>2</sup> (25m x16 m). Elle est orientée de telle sorte que les bureaux et la sortie des produits finis soient placés du côté Nord et l'entrée des produits du côté Est (maximum d'utilisation de l'éclairage naturel durant la journée). Il en est de même pour l'emplacement de la salle de transformation.

Le plan de l'usine est décrit sur la figure N°24 suivante avec ses plans détaillés.

Figure 24 : Plan de l'usine de transformation



PLAN DE L'USINE DE TRANSFORMATION  
(Ech: 1/200)

## Chapitre III. Le plan marketing

Elle nécessite une sensibilisation auprès des clientèles notamment par le test de préférence ou évaluation sensorielle du produit.

### III.1. Les fournisseurs

Il nécessite une étroite collaboration avec les paysans en vue de rehausser leur niveau de vie (fixation du prix du kilo du kaki à un prix viable pour le producteur, dont l'approvisionnement sera fait journallement). De ce fait, l'entreprise peut envisager une sensibilisation environnementale sur la plantation de plaqueminiers pour la conservation de l'écosystème.

### III.2. La fidélisation de la clientèle

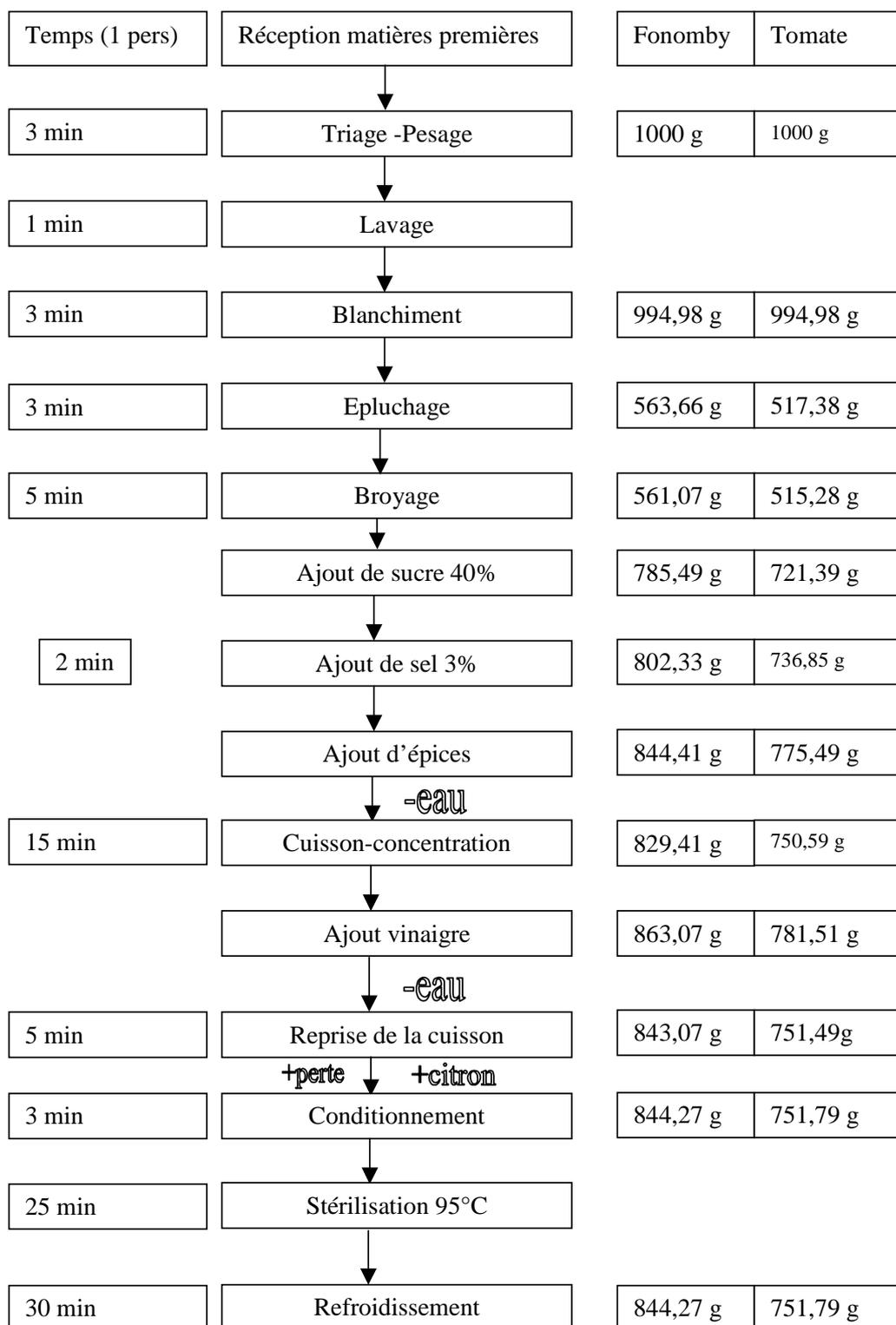
Un client satisfait deviendra probablement un client fidèle et vice versa. Il faut donc mettre à sa disposition un produit répondant à ses attentes mais à moindre coût et de bonne qualité.

Clients cibles : grands restaurateurs, les petits snacks en large expansion actuellement et épiceries.

## Chapitre IV: Ingénierie et technologie

### IV.1. Processus de production

Figure 25 : Processus de production



## IV.2. Capacité de l'installation

Les rendements respectifs de la production en chutney de la variété *yémon* et *voatabia* sont de 84,43% et 75,18%.

L'usine traite :

- 2 689,5kg de kakis *yémon*/jour x 22 jours/mois = 52 116,9428kg de kakis par mois;
- 2 660,23kg kakis *voatabia*/jour x 22 jours/mois = 58 525,7897kg de kakis par mois.

Soit 338 337,045 kg de fruits transformés par an, le reste étant autoconsommé.

Les chutneys produits par mois sont donc :

- 52 116,9428kg par mois de kakis *yémon* x 84,43/100 = 44 000kg de chutney par mois.
- 58 525,7897kg par mois de kakis *voatabia* x 75,18/100 = 44 000kg de chutney par mois.

Le reste de la production est autoconsommé ou destiné à la production en frais.

Le tableau suivant résume les activités de l'usine en une année.

**Tableau 20 : Résumé des activités annuelles de l'usine**

Mois	Févr	mars	Avr	Mai	Juin
<i>Yémon</i> fruits (kg)	52 116,9428	52 116,9428	0	0	0
<i>Voatabia</i> fruits (kg)	0	58 525,7897	58 525,7897	58 525,7897	58 525,7897
Chutney <i>yémon</i> (kg)	44 000	44 000	0	0	0
Chutney <i>voatabia</i> (kg)	0	44000	44 000	44 000	44 000
<b>Total cumulé (kg)</b>	<b>44 000</b>	<b>132 000</b>	<b>176 000</b>	<b>220 000</b>	<b>264 000</b>

L'usine produira ainsi 264 000kg de chutney par an conditionnés en bocal de 375g.

Durant les sept mois restants (du mois de juillet au mois de janvier), l'usine traitera des ketchups de patates douces, produits de bon marché et de culture permanente à Vakinankaratra.

## Chapitre V : Etude de marché

### V.1. Planning de production

Au démarrage, l'usine ne pourra travailler à 100% de sa capacité ; mais la production sera subdivisée en trois phases :

- la phase de lancement, d'une durée de deux ans, où l'unité fonctionne à 40% de sa capacité ;
- la phase de maîtrise, d'une durée de deux ans, où l'unité fonctionne à 60% de sa capacité ;
- la phase de croisière, où l'unité fonctionne à 90% de sa capacité.

Le planning de production est le suivant :

**Tableau 21 : Planning de production**

<b>Production</b>	<b>Année 1</b>	<b>Année 2</b>	<b>Année 3</b>	<b>Année 4</b>	<b>Année 5</b>
<b>Chutney bocal de 375g (u)</b>	281 600	281 600	422 400	422 400	633 600

### V.2. Structure et caractéristique du marché

Le marché de chutney est encore très faible à Madagascar pour ne citer que CODAL Alimentaire, les fruits étant surtout autoconsommés. Ce sont surtout les ketchups importés qui dominent le marché local.

Voici les objectifs de vente de notre entreprise évalués en Ariary.

**Tableau 22 : Objectifs de vente en Ariary**

<b>Désignation</b>	<b>Année 1</b>	<b>Année 2</b>	<b>Année 3</b>	<b>Année 4</b>	<b>Année 5</b>
<b>Quantité</b>	281 600	281 600	422 400	422 400	633 600
<b>PU</b>	1 350,00	1 512,00	1 674,00	1 836,00	1 998,00
<b>Total</b>	<b>380 160 000,00</b>	<b>425 779 200,00</b>	<b>707 097 600,00</b>	<b>775 526 400,00</b>	<b>1 265 932 800,00</b>

Les principaux concurrents sont :

- Chutney de banane, de mangue et d'ananas de CODAL Alimentaire vendus à Ar 2900,00 le bocal de 250g poids net.
- Chutney d'ananas importé vendus dans des bouteilles en plastique de 750 ml à Ar 2 800,00 la bouteille.

### V.3. Le plan de mise en marché

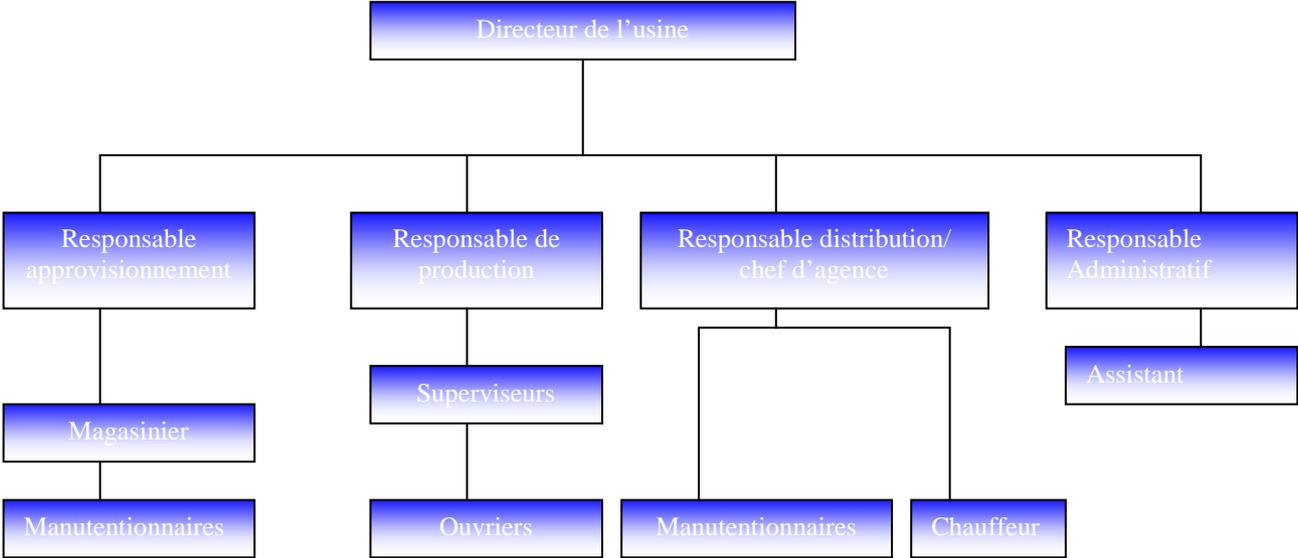
Il se base sur le prix de lancement qui est à la portée de tous fixé à Ar 1350,00 (6750 Fmg) pour un bocal de 375g poids net, dont les circuits de distribution sont les grandes surfaces, snacks et épicereries. Et avec ce prix, nous pensons une demande accrue du produit.

Le test d'acceptation du produit est imposable (Information Education et Communication ou IEC ainsi que le test de préférence ou évaluation sensorielle et enfin la promotion de la publicité).

### Chapitre VI : Organisation

Le système d'organisation interne est représenté par l'organigramme ci – après :

**Figure 26 : Organigramme de l'usine**



L'affectation des tâches et leur organisation sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau 23 : Répartition des tâches et qualifications requises**

<b>Dénomination</b>	<b>Nb</b>	<b>Nature des tâches</b>	<b>Qualifications requises</b>
<b>Directeur d'usine</b>	<b>1</b>	Assure la gestion générale de l'usine	Bacc + 5 ou plus en Agroalimentaire
<b>RAF</b>	<b>1</b>	Sous la supervision du Directeur, exécute toutes les tâches administratives et financières	Bacc + 4 ou supérieur en gestion, économie, comptabilité,...
<b>Assistant du RAF</b>	<b>1</b>	Aide celui – ci	Bacc + 3 en gestion, et comptabilité
<b>RA</b>	<b>1</b>	Assure la continuité de l'approvisionnement des fonctions de production en qualité et en quantité	Bacc + 4 ou supérieur en gestion
<b>RP</b>	<b>1</b>	Assure la bonne marche des différentes fonctions de production en fonction des objectifs fixés par le Directeur	Bacc + 4 ou supérieur en Agroalimentaire
<b>RD</b>	<b>1</b>	Détermine la demande sur le marché Gère les stocks de produits finis et assure leur distribution	Bacc + 4 ou supérieur en marketing, commerce
<b>Superviseur</b>	<b>1</b>	Effectue le contrôle et le suivi des différentes opérations suivant les instructions du responsable de production	Bacc + 3
<b>Magasinier</b>	<b>1</b>	Enregistre les entrées et sorties des stocks (matières premières et produits finis)	Bacc
<b>Ouvrières</b>	<b>20</b>	Exécute les tâches de production, de manutention et de nettoyage	
<b>Saisonniers (mars)</b>	<b>25</b>		
<b>Manutentionnaires</b>	<b>5</b>		
<b>Gardiens</b>	<b>2</b>	Surveille le personnel, le bâtiment et les matériels nuit et jour	
<b>Chauffeur livreur</b>	<b>1</b>	Assure le transport des marchandises	Connaissance de base de l'informatique

**RAF : Responsable Administratif et Financier**

**RA : Responsable de l'Approvisionnement**

**RP : Responsable de Production**

**RD : Responsable de la distribution**

## Chapitre VII: Etude financière

Cette étude financière porte sur la mise en place d'une unité industrielle de base capable de valoriser le kaki dans la commune rurale d'Ambano, sous-préfecture d'Antsirabe II. Toutes les données y afférentes sont mises en évidence afin de pouvoir apprécier concrètement les bénéfices apportés par le choix d'une unité industrielle de base.

### VII.1. Investissement

L'investissement est l'ensemble des capitaux nécessaires pour le démarrage d'un projet. Il est constitué par les immobilisations incorporelles telles que les frais d'établissement et les immobilisations corporelles palpables comme les bâtiments, les terrains, le mobilier et les équipements.

Pour notre part, l'investissement prévu pour l'unité de transformation se présente comme suit :

**Tableau 24 : Besoins en investissement (en Ariary)**

Désignation	Unité	Prix unitaire	Quantité	Montant
<b>Frais d'établissement</b>	Fft	20 000 000,00	1	20 000 000,00
<b>Terrains</b>	M2	2 000,00	1 000,00	2 000 000,00
<b>Bâtiments</b>	M2	500 000,00	400	200 000 000,00
<b>Matériels de production</b>				
<b>Prétraitements</b>				
Balance bascule 100kg	U	1 000 000,00	2	2 000 000,00
Balance de précision	U	1 600 000,00	1	1 600 000,00
Table de préparation	U	200 000,00	5	1 000 000,00
Bacs de triage	U	2 000,00	15	30 000,00
Panier perforé de lavage	U	30 000,00	3	90 000,00
<b>Transformation</b>				
Broyeur à couteaux	U	1 300 000,00	2	2 600 000,00
Cuiseur à vapeur	U	2 000 000,00	4	8 000 000,00
Chaudière	U	4 000 000,00	1	4 000 000,00
Tuyauteries (vapeur)	U	1 000 000,00	1	1 000 000,00
Autoclave à sec (bocaux)	U	5 000 000,00	2	10 000 000,00
Bacs de refroidissement	U	1 200 000,00	2	2 400 000,00
<b>Matériels de contrôle</b>				
Thermomètre	U	30 000,00	1	30 000,00
pH-mètre	U	80 000,00	1	80 000,00
Réfractomètre	U	300 000,00	1	300 000,00
<b>Matériels de nettoyage</b>				
Tuyaux	ML	2 000,00	30	60 000,00
<b>Matériels de bureau</b>				
Tables	U	50 000,00	8	400 000,00
Chaises	U	10 000,00	20	200 000,00

Téléphone phax	U	500 000,00	1	500 000,00
Matériels informatiques	U	600 000,00	2	1 200 000,00
<b>Matériels de transport</b>				
Camionnette	U	4 000 000,00	1	4 000 000,00
<b>Total</b>				<b>261 490 000,00</b>

Fft : forfaitaire      ML : mètre linéaire      U : unité      M2 : mètre carré

Le montant total des investissements s'élève à DEUX CENT SOIXANTE ET UN MILLIONS QUATRE CENT QUATRE VINGT DIX MILLE ARIARY (Ar 261 490 000,00).

## VII.2. Amortissement

L'amortissement est affecté aux immobilisations qui s'usent avec le temps. Sa valeur accumulée durant une période d'utilisation de ces immobilisations permettra de remplacer ces derniers relativement à leur durée de vie.

**Tableau 25 : Amortissement (en Ariary)**

Désignation	V	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Frais d'établissement	99	202 020,20	202 020,20	202 020,20	202 020,20	202 020,20
Bâtiments	50	4 000 000,00	4 000 000,00	4 000 000,00	4 000 000,00	4 000 000,00
<b>Matériels de production</b>						
<b>Prétraitements</b>						
Balance bascule 100kg	10	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00
Balance de précision	10	160 000,00	160 000,00	160 000,00	160 000,00	160 000,00
Table de préparation	5	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00
Bacs de triage	5	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00
Panier perforé de lavage	5	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00	18 000,00
<b>Transformation</b>						
Broyeur à couteaux	10	260 000,00	260 000,00	260 000,00	260 000,00	260 000,00
Cuiseur à vapeur	10	800 000,00	800 000,00	800 000,00	800 000,00	800 000,00
Chaudière	20	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00
Tuyauteries (vapeur)	10	100 000,00	100 000,00	100 000,00	100 000,00	100 000,00
Autoclave à sec (bocaux)	10	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00
Bacs de refroidissement	5	480 000,00	480 000,00	480 000,00	480 000,00	480 000,00
<b>Matériels de contrôle</b>						
Thermomètre	5	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00
pH-mètre	5	16 000,00	16 000,00	16 000,00	16 000,00	16 000,00
Réfractomètre	10	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00
<b>Matériels de nettoyage</b>						
Tuyaux	5	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00
<b>Matériels de bureau</b>						
Tables	5	80 000,00	80 000,00	80 000,00	80 000,00	80 000,00
Chaises	5	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00
Téléphone phax	10	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00
Matériels informatiques	5	240 000,00	240 000,00	240 000,00	240 000,00	240 000,00
<b>Matériels de transport</b>						
Camionnette	5	800 000,00	800 000,00	800 000,00	800 000,00	800 000,00
<b>Total</b>		<b>8 900 020,20</b>				

V : Viabilité

### VII.3. Charges diverses

Les charges diverses représentent les charges indispensables à l'installation dont les besoins en matières premières, en consommables, en énergies, ...Ce sont des charges variables suivant les trois phases d'une unité d'exploitation.

Le tableau ci-après nous montre les détails des besoins en charges diverses de l'usine.

**Tableau 26 : Répartition des charges diverses (en Ariary)**

Désignation	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
<b>Kakis</b>					
PU	200,00	224,00	248,00	272,00	296,00
Quantité	135 334,82	135 334,82	203 002,23	203 002,23	304 503,34
<b>Sous-total</b>	<b>27 066 963,56</b>	<b>30 314 999,19</b>	<b>50 344 552,23</b>	<b>55 216 605,67</b>	<b>90 132 988,67</b>
<b>Ingrédients</b>					
<b>Sucre</b>					
PU	1 600,00	1 792,00	1 984,00	2 176,00	2 368,00
Quantité	54 133,93	54 133,93	81 200,89	81 200,89	121 801,34
<b>Sous-total</b>	<b>86 614 283,40</b>	<b>97 007 997,41</b>	<b>161 102 567,13</b>	<b>176 693 138,14</b>	<b>288 425 563,73</b>
<b>Vinaigre</b>					
PU	1 400,00	1 568,00	1 736,00	1 904,00	2 072,00
Quantité	2 510,46	2 510,46	3 765,69	3 765,69	5 648,54
<b>Sous-total</b>	<b>3 514 645,22</b>	<b>3 936 402,64</b>	<b>6 537 240,11</b>	<b>7 169 876,25</b>	<b>11 703 768,58</b>
<b>Sel fin</b>					
PU	450,00	504,00	558,00	612,00	666,00
Quantité	4 060,04	4 060,04	6 090,07	6 090,07	5 648,54
<b>Sous-total</b>	<b>1 827 020,04</b>	<b>2 046 262,45</b>	<b>3 398 257,28</b>	<b>3 727 120,88</b>	<b>3 761 925,61</b>
<b>Poivre</b>					
PU	200,00	224,00	248,00	272,00	296,00
Quantité	676,67	676,67	1 015,01	1 015,01	1 522,52
<b>Sous-total</b>	<b>135 334,82</b>	<b>151 575,00</b>	<b>251 722,76</b>	<b>276 083,03</b>	<b>450 664,94</b>
<b>Oignon</b>					
PU	1 000,00	1 120,00	1 240,00	1 360,00	1 480,00
Quantité	2 030,02	2 030,02	3 045,03	3 045,03	4 567,55
<b>Sous-total</b>	<b>2 030 022,27</b>	<b>2 273 624,94</b>	<b>3 775 841,42</b>	<b>4 141 245,43</b>	<b>6 759 974,15</b>
<b>Gingembre</b>					
PU	400,00	448,00	496,00	544,00	592,00
Quantité	2 030,02	2 030,02	3 045,03	3 045,03	4 567,55
<b>Sous-total</b>	<b>812 008,91</b>	<b>909 449,98</b>	<b>1 510 336,57</b>	<b>1 656 498,17</b>	<b>2 703 989,66</b>
<b>Farine</b>					
PU	1 400,00	1 568,00	1 736,00	1 904,00	2 072,00
Quantité	5 413,39	5 413,39	8 120,09	8 120,09	12 180,13
<b>Sous-total</b>	<b>7 578 749,80</b>	<b>8 488 199,77</b>	<b>14 096 474,62</b>	<b>15 460 649,59</b>	<b>25 237 236,83</b>
<b>Bocaux</b>					
PU	200,00	224,00	248,00	272,00	296,00
Quantité	281 600,00	281 600,00	422 400,00	422 400,00	633 600,00
<b>Sous-total</b>	<b>56 320 000,00</b>	<b>63 078 400,00</b>	<b>104 755 200,00</b>	<b>114 892 800,00</b>	<b>187 545 600,00</b>
<b>Couvercles</b>					

PU	50,00	56,00	62,00	68,00	74,00
Quantité	281 600,00	281 600,00	422 400,00	422 400,00	633 600,00
<b>Sous-total</b>	<b>14 080 000,00</b>	<b>15 769 600,00</b>	<b>26 188 800,00</b>	<b>28 723 200,00</b>	<b>46 886 400,00</b>
<b>Couteaux</b>					
PU	400,00	448,00	496,00	544,00	592,00
Quantité	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
<b>Sous-total</b>	<b>12 000,00</b>	<b>13 440,00</b>	<b>14 880,00</b>	<b>16 320,00</b>	<b>17 760,00</b>
<b>Louches en bois</b>					
PU	500,00	560,00	620,00	680,00	740,00
Quantité	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
<b>Sous-total</b>	<b>3 000,00</b>	<b>3 360,00</b>	<b>3 720,00</b>	<b>4 080,00</b>	<b>4 440,00</b>
<b>Conditionnement de matières premières</b>					
<b>Sobika</b>					
PU	500,00	560,00	620,00	680,00	740,00
Quantité	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00
<b>Sous-total</b>	<b>65 000,00</b>	<b>72 800,00</b>	<b>80 600,00</b>	<b>88 400,00</b>	<b>96 200,00</b>
<b>Transport</b>					
<b>Carburant</b>					
PU	1 600,00	1 792,00	1 984,00	2 176,00	2 368,00
Quantité	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00
<b>Sous-total</b>	<b>16 000 000,00</b>	<b>17 920 000,00</b>	<b>19 840 000,00</b>	<b>21 760 000,00</b>	<b>23 680 000,00</b>
<b>Charges en énergie</b>					
<b>Eau</b>					
PU	195,00	218,40	241,80	265,20	288,60
Quantité m3	1 000,00	1 000,00	1 250,00	1 250,00	1 500,00
<b>Sous-total</b>	<b>195 000,00</b>	<b>218 400,00</b>	<b>302 250,00</b>	<b>331 500,00</b>	<b>432 900,00</b>
<b>Electricité</b>					
PU	461,00	516,32	571,64	626,96	682,28
Quantité kwh	2 000,00	2 000,00	3 000,00	3 000,00	4 000,00
<b>Sous-total</b>	<b>922 000,00</b>	<b>1 032 640,00</b>	<b>1 714 920,00</b>	<b>1 880 880,00</b>	<b>2 729 120,00</b>
<b>Combustibles</b>					
PU	600,00	672,00	744,00	816,00	888,00
Quantité (stère)	8 800,00	8 800,00	8 800,00	8 800,00	8 800,00
<b>Sous-total</b>	<b>5 280 000,00</b>	<b>5 913 600,00</b>	<b>6 547 200,00</b>	<b>7 180 800,00</b>	<b>7 814 400,00</b>
<b>Maintenance</b>					
PU	200 000,00	224 000,00	248 000,00	272 000,00	296 000,00
Quantité	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Sous-total</b>	<b>200 000,00</b>	<b>224 000,00</b>	<b>248 000,00</b>	<b>272 000,00</b>	<b>296 000,00</b>
<b>Analyses au laboratoire</b>					
PU	30 000,00	33 600,00	37 200,00	40 800,00	44 400,00
Quantité	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
<b>Sous-total</b>	<b>450 000,00</b>	<b>504 000,00</b>	<b>558 000,00</b>	<b>612 000,00</b>	<b>666 000,00</b>
<b>Assurances</b>	<b>300 000,00</b>	<b>336 000,00</b>	<b>372 000,00</b>	<b>408 000,00</b>	<b>444 000,00</b>
<b>Impôts et taxes</b>	<b>360 000,00</b>	<b>403 200,00</b>	<b>446 400,00</b>	<b>489 600,00</b>	<b>532 800,00</b>
<b>Frais de formation du personnel (IEC)</b>					
<b>1 mois/1 expert</b>	<b>600 000,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Imprévus</b>	<b>10 000 000,00</b>	<b>11 200 000,00</b>	<b>12 400 000,00</b>	<b>13 600 000,00</b>	<b>14 800 000,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>234 366 028,02</b>	<b>261 817 951,38</b>	<b>414 488 962,11</b>	<b>454 600 797,15</b>	<b>715 121 732,17</b>

#### VII.4.Charges du Personnel

Les charges du Personnel et les amortissements constituent les charges fixes de l'exploitation.

Il se résume comme suit :

**Tableau 27 : Charges du Personnel (en Ariary) 12 mois/an**

Désignation	Nb	Salaire brut/pers/mois	Salaire brut/pers/an	Sous-total
Directeur d'usine	1	600 000,00	7 200 000,00	7 200 000,00
RA	1	300 000,00	3 600 000,00	3 600 000,00
RP	1	300 000,00	3 600 000,00	3 600 000,00
R D	1	300 000,00	3 600 000,00	3 600 000,00
R AF	1	400 000,00	4 800 000,00	4 800 000,00
Assistant	1	240 000,00	2 880 000,00	2 880 000,00
Superviseur	1	200 000,00	2 400 000,00	2 400 000,00
Magasinier	1	130 000,00	1 560 000,00	1 560 000,00
Ouvriers	25	51 200,00	614 400,00	15 360 000,00
saisonniers (mars)	25	51 200,00	51 200,00	1 280 000,00
Gardiens	2	70 000,00	840 000,00	1 680 000,00
Chauffeur livreur	1	100 000,00	1 200 000,00	1 200 000,00
<b>Total</b>				49 160 000,00
<b>charges sociales 18%</b>				8 848 800,00
<b>Total général</b>				<b>58 008 800,00</b>

Le montant total des charges du Personnel s'élève à CINQUANTE HUIT MILLIONS HUIT MILLE HUIT CENT ARIARY (Ar 58 008 800,00).

RA : Responsable Approvisionnement

RP : Responsable de Production

RD : Responsable de Distribution

RAF : responsable Administratif et Financier

Nb : Nombre

Les charges sociales de 18% sont réparties en CNAPS (13%) et OSTIE (5%).

#### VII.5. Charges prévisionnelles

Les charges prévisionnelles regroupent les charges fixes et les charges variables selon le tableau ci-après. Elles sont évaluées en Ariary.

**Tableau 28 : Charges prévisionnelles (en Ariary)**

Année	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Personnel	58 008 800,00	64 969 856,00	71 930 912,00	78 891 968,00	85 853 024,00
Diverses	234 366 028,02	261 817 951,38	414 488 962,11	454 600 797,15	715 121 732,17
<b>Total</b>	<b>292 374 828,02</b>	<b>326 787 807,38</b>	<b>486 419 874,11</b>	<b>533 492 765,15</b>	<b>800 974 756,17</b>

## VII.6. Recettes prévisionnelles

Les recettes prévisionnelles pour le chutney de kaki sont résumées dans le tableau suivant (détails dans le tableau 22) :

**Tableau 29 : Recettes prévisionnelles (en Ariary)**

Désignation	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
<b>Total</b>	<b>380 160 000,00</b>	<b>425 779 200,00</b>	<b>707 097 600,00</b>	<b>775 526 400,00</b>	<b>1 265 932 800,00</b>

## VII.7. Résultats d'exploitation

Le tableau ci-dessous présente les résultats d'exploitation sur les cinq premières années pour l'unité industrielle de base de chutney de kaki.

**Tableau 30 : Résultat d'exploitation (en Ariary)**

Désignation	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
<b>Recettes</b>	380 160 000,00	425 779 200,00	707 097 600,00	775 526 400,00	1 265 932 800,00
<b>CD</b>	292 374 828,02	326 787 807,38	486 419 874,11	533 492 765,15	800 974 756,17
<b>CC</b>	8 900 020,20	8 900 020,20	8 900 020,20	8 900 020,20	8 900 020,20
<b>RI</b>	78 885 151,78	90 091 372,42	211 777 705,69	233 133 614,65	456 058 023,62
<b>IBS (35%)</b>	27 609 803,12	31 531 980,35	74 122 196,99	81 596 765,13	159 620 308,27
<b>Résultat net</b>	51 275 348,66	58 559 392,07	137 655 508,70	151 536 849,52	296 437 715,36
<b>Amort</b>	8 900 020,20	8 900 020,20	8 900 020,20	8 900 020,20	8 900 020,20
<b>Cash-flow</b>	60 175 368,86	67 459 412,28	146 555 528,90	160 436 869,72	305 337 735,56
<b>(1 + 0,10)<sup>-n</sup></b>	<b>0,91</b>	<b>0,83</b>	<b>0,75</b>	<b>0,68</b>	<b>0,62</b>
<b>MBA actualisé</b>	54 759 585,66	55 991 312,19	109 916 646,67	109 097 071,41	189 309 396,05
<b>MBA cumulé</b>	<b>54 759 585,66</b>	<b>110 750 897,85</b>	<b>220 667 544,53</b>	<b>329 764 615,94</b>	<b>519 074 011,98</b>

Les Marges Brutes d'Autofinancement (MBA) cumulé dégagent un flux de CINQ CENT DIX NEUF MILLIONS SOIXANTE QUATORZE MILLE ONZE ARIARY QUATRE VINGT DIX HUIT (Ar 519 074 011,98).

**CD : Charges Décaissées**

**CC : Charges Calculées**

**RI : Résultats Imposables**

**IBS : Impôts sur les Bénéfices des Sociétés**

**Amort : Amortissement**

## VII.8. Indicateurs de rentabilité

### VII.8.1 Valeur Nette Actualisée (VNA)

$$VNA = \sum MBA (1+i)^{-n} - I, i \text{ variant de } 1 \text{ à } n$$

I : Investissement

i : taux d'actualisation

n : durée de l'exploitation

MBA : Marge Brute d'Autofinancement ou Cashflow

Le calcul de VAN donne une valeur positive de DEUX CENT CINQUANTE SEPT MILLIONS CINQ CENT QUATRE VINGT QUATRE MILLE ONZE ARIARY QUATRE VINGT DIX HUIT (Ar 257 584 011,98). Nous pouvons en conclure que la rentabilité est supérieure au taux exigé  $t = 10\%$ .

### VII.8.2. Indice de profitabilité (Ip) et taux de profitabilité :

C'est le rapport entre le cumul des cashflows et le capital investi.

$$Ip = 1 + \frac{\sum MBA (1+i)^{-n}}{I}$$

Avec i variant de 1 à n.

L'indice de profitabilité est de **1,9851** > 1 ; donc l'activité est profitable pour le promoteur.

Taux de profitabilité =  $Ip - 1$

Le taux de profitabilité est de **98,51%**, c'est-à-dire que Ar 100,00 investis génèrent Ar 98,51 sur le produit fini.

### VII.8.3. Taux de rentabilité interne (TRI)

Le TRI est le taux d'actualisation qui correspond à un VAN égal à zéro. Il indique le taux limite au-dessous duquel l'investissement n'est plus rentable.

$$VAN = \sum MBA (1+i)^{-n} - I$$

$$VAN = 0 \text{ pour } i = a$$

$$\sum MBA (1+a)^{-n} - I = 0$$

a est la valeur équivalente au TRI.

La résolution de l'équation donne une valeur de  $TRI = 28,50\%$ .

Ainsi, le projet est rentable car le TRI (28,50%) est supérieur au taux d'actualisation t (10%).

#### **VII.8.4. Délai de Récupération du Capital Investi (DRCI)**

Il s'agit de déterminer par interpolation à partir des MBA cumulés, la durée nécessaire pour que l'investissement initial soit remboursé.

Le tableau des résultats d'exploitation nous indique que la somme de l'investissement est récupérée entre la troisième et la quatrième année.

Par interpolation, entre ces deux années successives, le DRCI est de 3 ans, 4 mois et 2 jours.

Le DRCI est inférieur à 5 ans, l'investissement est alors remboursable.

## Chapitre VIII. Plan financier

**Tableau 31 : Chronogramme de réalisation du projet (Janvier 2005 au février 2006)**

Désignation	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec	janv	Fev
Achat du terrain et préparation des papiers														
Achats des matériels														
Implantation de l'usine														
Avis de constitution de la société et recrutement du personnel														
Début des activités														

**Source : Auteur**

### **CONCLUSION PARTIELLE III**

Une étude de faisabilité technique et économique s'avère indispensable afin de concrétiser le projet de transformation des kakis en chutney.

L'usine est implantée à proximité des matières premières à Ambano (sous-préfecture d'Antsirabe II), comme étant l'une des premières productrices de kakis à Madagascar. Le circuit de production prend la forme en « L » pour la facilité d'évacuation des produits et est doté du système de marche en avant.

L'investissement d'une enveloppe globale estimée à Ar 261 490 000,00 génère un cash-flow s'élevant à Ar 519 074 011,98.

La Valeur Actualisée Nette (VAN) de Ar 257 584 011,98 offre un indice de profitabilité (Ip) supérieur à 1 (cet indice étant de 1,9851), et un taux de rentabilité interne de 28,50% supérieur au taux d'actualisation de 10%.

Tout ceci rassure le promoteur du projet sur l'investissement.

En effet, le délai de récupération de l'investissement est de 3 ans, 4 mois et 2 jours.

## Conclusion générale

Au terme de cette étude, nous pouvons conclure que le projet de transformation industrielle des kakis d'Ambano est fort intéressant. Ceci est expliqué par les différents points ci-après :

- La survie des producteurs agricoles, avec un rendement à l'hectare de 40 tonnes en conditions climatiques favorables, est assurée par la bonne gestion des prix des matières premières et des circuits de distribution tout en respectant les mesures nécessaires de conditionnement et de transport des produits ;

- Des rendements élevés de transformation en chutney des variétés *yémon* et *voatabia* respectivement de 83,18% et de 73,20% (rendement pulpeux), d'une part, et de 84,43% et 75,18% (rendement en chutney), d'autre part, exigent une unité de production adéquate en vue d'obtenir un prix de revient abordable quant au prix livré aux consommateurs ;

- L'appréciation des produits par les consommateurs après l'analyse sensorielle peut rassurer le promoteur relativement à la liquidation des produits finis et l'hygiène des récepteurs finaux n'est pas à craindre du fait de la délivrance du certificat de consommabilité du produit émanant d'un établissement agréé par l'Etat ;

- Le problème lié à l'absence d'usine de transformation traitant la surproduction de kakis à Ambano est à éviter et le fait que la moitié seulement de la production de la zone Sud peut être traitée à l'usine devra entrevoir l'idée d'une extension ultérieure ;

- En outre, une usine de provenderie pour le traitement d'aliment grossier succulent ou concentré pourra être implantée en parallèle dans le même site ;

- Le faible rendement de l'huile extraite des graines des fruits des variétés transformées d'environ 2,74% des graines ne peut dans ce cas servir de matières d'exploitation d'une usine de savonnerie malgré son indice de saponification élevé variant entre 188,93 et 205,80 ;

- Finalement, le projet ne nécessite pas de gros investissement alors qu'il est rentable du point de vue technique et économique, avec un investissement de Ar 261 490 000,00, un cash-flow de Ar 519 074 011,98, un indice de profitabilité de 1,9851 et un taux de rentabilité interne de 28,50%.

Le marché visé au départ est surtout le marché intérieur afin de promouvoir le label **VITA MALAGASY**.

## Bibliographie

1. NICHOLSON, G., MOTTET, S., 1893-1894, Dictionnaire pratique d'horticulture et de jardinage, Tome II, Paris, 767 pages.
2. MONTAGNAC, P., 1960, Cultures fruitières à Madagascar, Tome I, Institut de Recherches Agronomiques à Madagascar, document numéro 9, 146 pages.
3. HEYWOOD, V.H, 1979, Flowering plants of the world, Jolly and barber ltd, Rugby, 335 pages.
4. Bureau International du Travail et du Programme des Nations Unies pour l'environnement, 1990, Conservation des fruits à petite échelle, Dossier technique N° 14, Genève, 226 pages.
5. BLANCHARD, E., LUSTENBERGER, F. et DUPUIS, S., 2001, Plantes-hôtes des mouches des fruits, Maurice – Réunion – Seychelles, CIRAD – Réunion, DAF/SPV Réunion, 227 pages.
6. PERRIER, H., 1952, Flores de Madagascar, 165<sup>ème</sup> famille, 136 pages.
7. LAVILLE, E., 1994, La protection des fruits tropicaux après récolte, CIRAD – COLEACP, 190 pages.
8. MONTAGNAC, P., 1960, Cultures fruitières à Madagascar, Tome II, Institut de Recherches Agronomiques à Madagascar, document numéro 9, 149 pages.
9. [www.coplfr.org/astucesplanteurs.html](http://www.coplfr.org/astucesplanteurs.html) date de consultation 10 mai 2005.
10. BONNASSIEUX, M, 1988, Tous les fruits comestibles du monde, Bordas, Paris, 208 pages.
11. MEMENTO DE L'AGRONOME, 2002, Les plantes comestibles, Ministère des Affaires Etrangères, Paris, page 1015.
12. ZUANG, H., 1988, Nouvelles espèces fruitières n°12, Edition Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes, pages 105-108.
13. ANONYME, 2003, Voly voankazo (cultures fruitières), Diary valy, Valy agridéveloppement SARL, MADPRINT Lah faha – 10, 38 pages.
14. RAJAONSON A., 1996, Ny hazo fihinam-boa, BIMTT, Antananarivo, 127 pages.
15. RATSIMBAZAFY, M., 1996, Diagnostic de la production fruitière en milieu rural, Mémoire de fin d'études, Département Agriculture, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques d'Antananarivo, 108 pages.
16. [www.science-decision.net/cgi-bin/index.php](http://www.science-decision.net/cgi-bin/index.php) date de consultation 20 mars 2004.
17. SOUCI, FACHMANN et KRAUT «Composition des aliments» ; «Fruits exotiques» (1993) ; «Minéraux» (1996) – REGAL, 1995, Répertoire général des aliments, in line [www.aprifel.com](http://www.aprifel.com) . Le site des Fruits et Légumes Frais et de la Santé, date de consultation : 20 mars 2004
18. ANONYME, 2001, Plan communal de développement Ambano (PCD), 46 pages.
19. RASANDRATRINIONY, Y., 2003, Monographie de la région de Vakinankaratra, Unité de politique de Développement rural (UPDR), Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et de la pêche, 106 pages.
20. MAGNARD, C., 2001, Synthèse de l'étude des systèmes agraires de la petite région d'Ambano (Antsirabe - Madagascar), Projet de structuration aux filières horticoles, Convention TAC N° 950078, 17 pages.
21. ANONYME, 2003, Fiche monographique de la Commune rurale d'Ambano, Ministère de l'intérieur et de la réforme administrative, 26 pages.
22. PIERLUIGI, D., in line [www.sigep-parmapianti.com](http://www.sigep-parmapianti.com) , La transformation des fruits tropicaux : réalités et orientations, date de consultation : 29 mai 2005.
23. [www.tunisieindustrie.net](http://www.tunisieindustrie.net) , CEPI , cahier N°22, date de consultation : 29 mai 2005.
24. [www.mhr-viandes.com/fr/docu/d0000653.htm](http://www.mhr-viandes.com/fr/docu/d0000653.htm), date de consultation : 07 juin 2005.

25. [www.cite.mg](http://www.cite.mg) , Etude sectorielle : la filière oléagineuse, date de consultation : 29 mai 2005.
26. RAMAROSON RASOANARIVO, B., 1980, Essai d'amélioration de la qualité du concentré de tomates à Madagascar, Mémoire de fin d'études, Département des Industries Agricoles et Alimentaires, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques d'Antananarivo, 106 pages.
27. MARTINE, F., 2003, Transformer les fruits tropicaux, Dumas-Titoulet, Paris, 222 pages.
28. MAFART, P., 1991, Les procédés physiques de conservation, Tome I, Tec&Doc Lavoisier, Paris.
29. ROBERT, N., HOUNHOUGAN, J., BOLKEL, T.V., 2003, Les aliments, transformation, conservation et qualité, CTA, Backhuys publishers.
30. CITE, 1998, fabrication du savon à l'échelle artisanale et semi-industrielle, Dossier N°43, Antananarivo, 58 pages.
31. [www.nutrition-sante.com/htm/les\\_corps\\_gras.html](http://www.nutrition-sante.com/htm/les_corps_gras.html)  
Conseils d'expert, date de consultation : 11 mai 2005.
32. [www.manage-sante.com/caloriescorpsgras.htm](http://www.manage-sante.com/caloriescorpsgras.htm), date de consultation : 11 mai 2005.
33. RADANIELINA, P., 2004, Contribution à l'étude des potentialités en huile des graines de la forêt de Tampolo, Mémoire de fin d'études, Département des Industries agricoles et alimentaires, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques d'Antananarivo, 115 pages.
34. JEAN, A., 1941, Les plantes à matière grasse, Société d'éditions géographiques, Paris.
35. ASIEDU, J.J., 1991, la transformation des produits agricoles en zone tropicale, Paris.
36. LOTTI, G., GALOPPINI, C., 1965, La natura dei lipidi presenti negli organi germinativi e nei tessuti di riserva dei semi, Volume 42, pages 289-297 in line [www.bagkf.de/sofa/](http://www.bagkf.de/sofa/).
37. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires COMMISSION du CODEX Alimentaire Volume XI, 1983, Normes codex pour les graisses et huiles comestibles, 1<sup>ère</sup> édition.
38. TRANCHANT, J., 1985, Analyse chimique et caractérisation, Technique de l'Ingénieur, Paris, page 1485.
39. RASOARAHONA, J., 2004, Lipide des poissons d'eaux douces, Thèse de doctorat d'Etat ès-sciences Physiques – Ecole Supérieure des Polytechniques, Antananarivo.
40. UCCIANI, E., 1995, Nouveau dictionnaire des huiles végétales, Compositions en Acides gras, édition Tec et Doc, Paris.
41. MARVIN, W., JUNGERMANN, E., NORRIS, F., SONNTAG, N., 1979, Bailey's industrial oil and fat products, Volume 1, 4<sup>th</sup> edition, Daniel Swern, Toronto.

## Parties expérimentales

### Partie expérimentale 1 : DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU ET MATIERE VOLATILE (NF V 03-903)

#### Matériels :

- Balance analytique
- Etuve isotherme réglée à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$
- Dessiccateur pour le refroidissement
- Capsule en verre avec couvercle

#### Mode opératoire :

- Peser la capsule préalablement séchée à l'étuve
- Mettre dans la capsule 10g de l'échantillon
- Introduire la capsule contenant la prise d'essai dans l'étuve déjà réglée à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant une durée de 12 heures
- La refroidir dans le dessiccateur pendant au moins 30 minutes
- La peser après refroidissement

#### Calcul :

- La formule appliquée est :

$$\text{Eau \%} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

$m_1$  : masse de la prise d'essai

$m_2$  : masse de la prise d'essai après dessiccation

$m_0$  : masse du récipient vide

### Partie expérimentale 2 : DOSAGE DE LA TENEUR EN CENDRES TOTALES

#### Matériels :

- capsule en porcelaine
- Four à moufle
- Dessiccateur



**Mode opératoire :**

- Prélever 5 échantillons de 2g pesés à 0,1g près que l'on met dans les capsules
- Les mettre dans le four à moufle pendant 3 heures sous une température de 650°C
- Les refroidir dans le dessiccateur
- Les peser ensuite

**Calcul :**

$$C \% = \frac{D - A}{B} \times 100$$

D : poids de l'échantillon après incinération [g]

A : poids de la capsule vide [g]

B : poids de l'échantillon [g]

g : gramme

**Partie expérimentale 3 : DOSAGE DE LA MATIERE AZOTEE TOTALE SELON LA METHODE DE KJELDHAL****Définition et principe :**

La matière azotée totale est égale à la quantité de N en grammes dosée par la méthode de KJELDHAL multipliée par 6,25

Cette méthode comporte 4 étapes :

a) Minéralisation sulfurique :



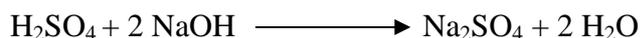
b) La distillation



c) Collecte de  $NH_3$  avec du  $H_2SO_4$  titré et en excès de volume



d) Titrage du  $\text{H}_2\text{SO}_4$  n'ayant pas fixé de  $\text{NH}_3$



Notons que :

A 1ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  N combiné avec du  $\text{NH}_3$  correspond à 0,014g de N

A 1ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  N/5 combiné avec du  $\text{NH}_3$  correspond à 0,0028g de N

A 1ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  N/10 combiné avec du  $\text{NH}_3$  correspond à 0,0014g de N

A 1ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  N/14 combiné avec du  $\text{NH}_3$  correspond à 0,001g de N

### **Mode opératoire :**

- Peser 1g d'échantillon à analyser et introduire cette matière dans une fiole de KJELDHAL. Soit (a) la quantité exacte de cet échantillon.
- Ajouter une cuillerée de catalyseur à base de Sélénium (Poids environ : 0,2g de Sélénium + 2g de sulfate de Potassium).
- Verser dans la fiole : 30ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré (\*).
- Chauffer dans le minéralisateur après avoir enclenché le ventilateur et la pompe à vide.
- Retourner la fiole de temps en temps
- Quand le contenu de la fiole vire au blanc, compter 1H30mn d'attente
- Dégager la fiole du minéralisateur et la laisser refroidir à la température ambiante
- Ajouter 3 granulés de zinc et 200ml de  $\text{H}_2\text{O}$  distillée
- Poser la fiole sur l'appareil à distiller
- Préparer l'erenmeyer servant à recevoir le distillat :  
Verser dans l'erenmeyer 50ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  N/14 (une plus grande quantité si l'échantillon est présumé riche en matières azotées). Soit (x) la quantité de cet acide versé.  
Ajouter 3 gouttes de réactif de KOLTHOFF puis un peu d'eau distillée  
Positionner l'erenmeyer ainsi préparé sous l'appareil à distiller. Le bout de l'appareil doit être plongé dans le contenu de l'erenmeyer.
- Enclencher le robinet du réfrigérant de l'appareil à distiller
- Verser dans un tube gradué : 100ml de NaOH 32% et 20ml de  $\text{K}_2\text{S}$  10%
- Introduire cette dernière solution dans la fiole (\*\*). La réaction débute dès que le NaOH 32% est versée, alors on a intérêt à fermer immédiatement le bouchon de la fiole dès que le contenu du tube gradué est versé. Autrement, une perte de NaOH risque de fausser le résultat.
- Quand le contenu de la fiole bouillit, compter une heure

- Pour arrêter la distillation : enlever le bouchon de la fiole et rincer avec de l'eau distillée le tuyau se trouvant à l'intérieur du réfrigérant. L'arrêt du chauffage doit se faire en dernier lieu.
- Prendre l'erlenmeyer et titrer l'  $\text{H}_2\text{SO}_4$  N/14 restant avec du NaOH N/14. Noter la quantité de NaOH N/14 utilisée (soit y ce volume).

Mode de calcul :

$$(F_{\text{Ac}} \cdot x - F_{\text{base}} \cdot y) 0,001 = \text{g de N}$$

$$\% \text{ MAT} = \frac{\text{g de N} \times 6,25}{a} \times 100$$

$F_{\text{Ac}}$  : Facteur de correction pour l'acide

$F_{\text{base}}$  : Facteur de correction pour la base

Tolérance = 0,2%

(\*) : faire attention, on manipule de l'acide concentré.

(\*\*) : c'est une manipulation dangereuse, se munir d'un gant plastique et d'une paire de lunettes.

**Partie expérimentale 4 : DETERMINATION DE LA TENEUR EN NDF (Neutral Detergent Fiber)**

**Définition et principe :**

La méthode est basée sur la solubilisation par la solution neutre d'agent tensioactif de :

- l'hydrocarbure soluble
- la plupart des protéines
- les lipides
- les substances minérales solubles,...

Les composés solubles sont appelés « NDS ou Neutral Detergent Solubles ». Le résidu est composé de : hémicellulose, cellulose, lignine, cutine,...

**Réactifs :**

- NDS
- $\text{C}_8 \text{H}_{18} \text{O}$  (n- octanol)
- $\text{Na}_2\text{SO}_3$  (Sulfate des sodium anhydre)
- Acétone

**Mode opératoire :**

- Peser  $P_0 = 1$  g de matière broyée sur une capsule munie de creuset et de sable (1 mm) (faire 6 échantillons)
- Ajouter 100ml de NDS (ou Neutral Detergent Solution ) et 0,5g de sulfate de sodium et quelques gouttes de n-octanol préchauffées
- Installer sur le Fibertech et faire écouler l'eau réfrigérante
- Chauffer pendant 60 minutes
- Filtrer et rincer plusieurs fois à l'eau distillée bouillante et 2 fois avec l'acétone
- Etuver pendant 8 heures à 105 °C
- Refroidir dans un dessiccateur et peser soit  $P_1$
- Calciner à 500 °C pendant 2 heures
- Refroidir dans le dessiccateur
- Peser, soit  $P_2$

Calculer NDF%

**Partie expérimentale 5 : DETERMINATION DE LA TENEUR EN HUILE (NF V 03-905)****Réactif :**

N – hexane

**Matériels :**

- Ballon de récupération avec bille de verre ou de pierre ponce
- Soxhlet muni de réfrigérant à reflux
- Chauffe ballon
- Evaporateur rotatif
- Etuve
- Broyeur
- Balance analytique
- Cartouche d'extraction
- Ouate de coton
- Dessiccateur

**Mode opératoire :**

- Broyer 10g d'échantillon

- Peser un ballon de récupération avec des pierres ponce
- Placer l'échantillon dans le récipient de distillation après l'avoir mis dans la cartouche bouchée de tampon d'ouate de coton
- Verser par l'embout supérieur de l'extracteur une quantité suffisante d'hexane, laisser siphonner, remplir à nouveau
- Ouvrir le robinet du réfrigérant
- Chauffer pendant 6 heures de temps (extraction considérée quasi – totale des lipides)
- Laisser refroidir et chasser par distillation la majeure partie du solvant
- Eliminer la dernière trace de solvant en chauffant à l'étuve à 80°C quelques minutes
- Placer le ballon immédiatement dans le dessiccateur
- Peser ensuite le ballon

**Calcul :**

$$C \% = \frac{M}{E} \times 100$$

M : masse de l'huile extraite [g]

E : masse de la prise d'essai [g]

**Partie expérimentale 6 : DETERMINATION DE L'INDICE DE REFRACTION DE L'HUILE (NF T 60-212)****Matériels :**

- Réfractomètre

**Mode opératoire :**

- Laver les prismes du réfractomètre à l'hexane
- Les essuyer avec du papier filtre et du chiffon propre, doux
- Attendre que la température d'équilibre entre la salle et celle du réfractomètre soit atteinte
- Verser entre les prismes deux ou trois gouttes d'huile filtrée et séchée
- Attendre quelques minutes pour que l'échantillon prenne la température de l'appareil
- Lire l'indice de réfraction

**Calcul :**

$$n^{20} = n^t + 0,00035 \times (t - 20)$$

$n^{20}$  : valeur de l'indice de réfraction de l'huile à 20°C

$n^t$  : valeur de l'indice de réfraction à la température de la lecture

### **Partie expérimentale 7 : DETERMINATION DE L'INDICE D'ACIDE (NF T 60-204)**

#### **Réactifs :**

- Ethanol à 96%
- Solution éthanolique d'hydroxyde de potassium 0,1N
- Phénolphtaléine 1%

#### **Matériels :**

- Bêcher
- Chauffe ballon
- Balance analytique
- Ballon 250ml

#### **Mode opératoire :**

- Peser dans un bêcher 2g d'huile
- Mettre 25ml de solution éthanolique d'hydroxyde de potassium dans le ballon et porter – le au voisinage du point d'ébullition en présence de phénolphtaléine
- Verser la solution dans le bêcher
- Titrer la solution encore chaude avec de la solution d'hydroxyde de potassium
- Noter le volume versé

#### **Calcul :**

$$IA = \frac{V \times T \times 56,1}{M}$$

V : volume de KOH utilisé

T : titre exact de la solution de KOH

M : masse de la prise d'essai

---

**Partie expérimentale 8 : DETERMINATION DE L'INDICE DE SAPONIFICATION  
(NF T 60-206)**

**Réactifs :**

- Hydroxyde de potasse éthanolique 0,5N
- Solution aqueuse d'acide chlorhydrique 0,5N
- Phénolphtaléine 1%

**Matériels :**

- Fiole conique
- Réfrigérant à reflux
- Chauffe ballon
- Burette
- Balance analytique

**Mode opératoire :**

- Peser dans la fiole conique 2g d'huile
- Ajouter 25ml de solution d'hydroxyde de potassium et porter à ébullition pendant 1 heure en agitant de temps en temps
- Titrer la solution savonneuse encore chaude avec de l'acide chlorhydrique en présence de phénolphtaléine
- Noter le volume versé
- Faire un essai à blanc dans les mêmes conditions

**Calcul :**

$$IS = \frac{(V_0 - V_1) \times T \times 56,1}{M}$$

$V_0$  : volume en ml de la solution d'HCl utilisé pour l'essai à blanc

$V_1$  : volume en ml de la solution d'HCl utilisé pour l'échantillon

M : masse de la prise d'essai

T : titre exact de la solution d'acide chlorhydrique

**Partie expérimentale 9 : DETERMINATION DU DEGRE BRIX****Matériels :**

- réfractomètre D'ABBE ou à incidence rasante.

**Mode opératoire :**

- Laver les prismes du réfractomètre à l'eau distillée
- Les essuyer avec du papier filtre et du chiffon propre, doux
- Attendre que la température d'équilibre entre la salle et celle du réfractomètre soit atteinte
- Verser entre les prismes une solution étalon d'eau distillée
- Attendre quelques minutes pour que la solution étalon prenne la température de l'appareil
- Lire l'indice de réfraction : 1,4330
- Verser ensuite une goutte de liquide sur le prisme du réfractomètre
- lire directement le degré brix sur l'échelle à l'intersection de l'échelle et de la limite entre la frange claire et la frange foncée.

L'échelle de lecture du degré brix se trouve juste au-dessous de celle de l'indice de réfraction.

**Calcul :**

L'appareil donne directement l'indice de réfraction  $n_{(D)}^{20}$  à partir de la déviation. On prendra la température de la salle.

**Partie expérimentale 10 : DOSAGE DE L'ACIDITE****Matériels :**

- pipettes graduées
- verreries
- balance de précision
- agitateur

**Mode opératoire :**

- Prendre 10g de l'échantillon
- Broyer avec de l'eau distillée et ajouter du phénolphtaléine à 1%
- Neutraliser avec du NaOH 0,1N jusqu'au virage au rose persistant
- Prendre la chute de burette correspondante

**Résultats :**

Soit N, la chute de burette correspondante, et en tenant compte de la dilution effectuée, le résultat est :

$$A \text{ (g/l)} = \frac{250 \times V1 \times 100 \times 0,07}{m \times 10 \times V0 \times 4}$$

Avec, V1 = chute de burette

V0 = prise d'essai

m = masse de l'échantillon

**Partie expérimentale 11 : DOSAGE DES SUCRES TOTAUX****1. Préparation de la Liqueur de Fehling****Réactifs :**

- sulfate de cuivre cristallisé
- acide sulfurique
- sel de seignette
- soude pastille
- ferrocyanate de potassium
- eau distillée

**Mode opératoire :**

Préparer des solutions A, B et C selon les compositions suivantes :

- Solution A :           35g de sulfate de cuivre pur  
                          5g d'acide sulfurique  
                          1000 cc d'eau distillée
- Solution B :           150g de sel de seignette  
                          300g de soude (36° Bé, densité = 1,35)  
                          1000cc d'eau distillée
- Solution C :           50g de  $\text{Fe}(\text{CN})_6\text{K}_4$   
                          1000cc d'eau distillée

**Titration :**

Introduire dans une fiole conique de 250cc :

- 10cc de la solution A
- 10 cc de la solution B
- 5cc de la solution C
- quelques fragments de pierres ponce.

## 2. Préparation de la solution mère

Dans un petit verre d'environ 50 cc, peser exactement un poids P du produit à analyser (5 à 10g), l'introduire dans un ballon de 100 cc et remplir d'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

## 3. Défécation de la solution mère

Dans un ballon portant deux traits de jauge 100-110cc, introduire 100 cc de solution.

Ajouter une pincée de  $\text{CO}_3\text{HN}_2$  et 1cc de sous acétate de plomb (15%). Compléter à 110 cc avec de l'eau distillée et agiter.

Laisser reposer et filtrer sous filtre à plis.

## 4. Dosage

Dans un ballon jaugé de 100 cc, introduire 50 cc de solution déféquée. Ajouter 2 cc d'acide chlorhydrique concentré et chauffer au bain-marie bouillant.

Après 30 minutes d'ébullition, introduire un morceau de papier tournesol et à l'aide d'une pipette, verser goutte à goutte de la soude concentrée jusqu'à neutralisation.

Laisser refroidir, compléter à 110 cc, boucher et agiter.

Procéder ensuite eu titrage.

Dans une fiole conique de 250cc, préparer de la Liqueur de Fehling titré t.

Avec la solution déféquée, remplir une burette graduée jusqu'au trait 0. Placer la fiole sur un réchaud garni de toile métallique. Dès que l'ébullition commence, verser goutte à goutte la solution sucrée en rétablissant l'ébullition de temps en temps. La teinte rose passe du bleu au vert puis au jaune. S'arrêter lors du brunissement. Soit N cc de solution sucrée employée.

$$\text{Sucres totaux (\%)} = \frac{t \times 100 \times 110}{N \times P}$$

---

## Partie expérimentale 12 : Détection de Coliformes Fécaux

### Préparation du milieu de culture VRBL

Lecture et analyse de la formule de préparation :

Elle est nécessaire pour ne pas se tromper dans les calculs des quantités que l'on veut préparer étant donné que la teneur indiquée dans la formule est souvent par litre de diluant.

### Le pesage :

C'est une opération qui nécessite l'utilisation d'une balance de précision à 0,1 ou 0,01 près selon le produit.

### Dissolution :

Les milieux déshydratés et pesés doivent être dilués avec des solvants appropriés et selon la quantité indiquée par la formule. Elle peut être suivie de chauffage par la chaleur humide ou non mais ceci dépend du milieu.

### Ajustement du pH :

Le pH du milieu peut inhiber comme il peut aussi favoriser le développement des Bactéries, donc il faut respecter les indications de la formule et ajuster si nécessaire avec NaOH 40 g/l s'il y a excès d'acidité et HCl 36,5 g/l si trop basique.

### Répartition :

Elle doit se faire de façon stérile pour les milieux ne nécessitant pas d'autoclavage ou non stérile avec un répartiteur automatique ou manuel.

Les milieux sont répartis: en tubes, en flacons, en boîte de Pétri ou en ballons.

### Stérilisation :

Elle se fait en autoclave en respectant le couple température / durée (121 °C/20 mn).

### Préparation du produit

Avant toute manipulation, préparer d'abord les matériels à utiliser et les étiqueter pour les identifier. Toutes les préparations et culture se font sous hotte à flux laminaire.

#### a) Pesage et dilution :

Il est réalisé sous hotte à flux laminaire avec une balance de précision programmable pouvant réaliser des dilutions.

Peser 25 g de produit. Diluer avec de l'eau peptonnée pour avoir une solution mère. Il s'agit d'une dilution décimale  $10^{-1}$

b) Revivification :

Elle est réalisée avec un temps de latence d'environ 45mn à 2 heures selon les produits.

### **Culture de coliformes**

Elle consiste àensemencer 1 ml de solution mère et diluée au dixième avec de l'eau peptonnée dans deux boîtes de Pétri différentes. Puis, après avoir fait fondre au bain-marie bouillant le milieu gélosé VRBL, on le laisse refroidir jusqu'à une température de 45 °C.

Ce milieu en surfusion est alors versé dans chaque boîte de Pétri à raison de 15 à 20 cc. Mélanger en agitant avec un mouvement rotatif.

Après refroidissement, les boîtes contenant la culture sont incubées à 44°C pendant 24 heures pour les coliformes fécaux.

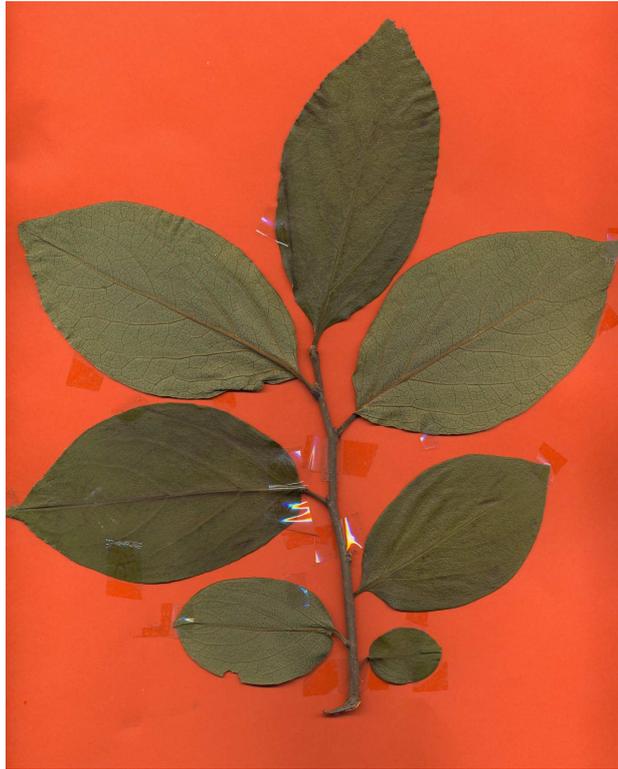
Après 24 heures la présence des coliformes est détectée par apparition de colonies violettes.

## Annexes

### Annexe 1 : Herbar de la variété *coing de Chine*



**Annexe 2 : Herbar de la variété *voatabia***



**Annexe 3 : Herbar de la variété *yémon***



### Annexe 4 : Résultats des analyses de sucre réducteur au CNRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES  
SUR L'ENVIRONNEMENT

DEPARTEMENT «ENVIRONNEMENT  
ET QUALITÉ DE LA VIE»

39, Rue Rasamimanana  
Fianarantana  
Tél : 553 16 -BP 1739  
3314 0022

LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTRÔLE  
DE LA QUALITÉ DES ALIMENTS ET DES EAUX

#### ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE N° 39/04 FME

Analyse effectuée à la Demande de: RAJOMALAZA Rima  
Sur un échantillon dénommé : Kaki  
Reçu au laboratoire le : 31/03/04  
Date de début d'Analyse : 05/04/04  
Date de fin d'Analyse : 06/04/04  
Section d'Analyse : Analyse de composition  
LES RESULTATS D'ANALYSES :

Paramètres	Sucre réducteur
Echantillon	
Kaki yémond (g/100g)	8,15
Kaki rostadia (g/100g)	12,49

Le Chef de laboratoire

Les Responsable de l'analyses : - Hery - Benja - Naina



## Annexe 5 : Calcul des rendements de fabrication des chutneys de kakis

Rendement du chutney <i>voatabia</i>					
Opérations	Pesage départ	Parties enlevées	Parties ajoutées	% parties enlevées	Reste en g
Réception	1000,00	0,0	0,00	0,0000	1000,00
Triage	1000,00	5,0		0,5000	995,00
Lavage+blanchiment	995,00	0,0	0,00	0,0023	994,98
Epluchage	994,98	477,6	0,00	48,0011	517,38
Broyage	517,38	2,1	0,00	0,4059	515,28
Sucre	515,28	0,0	206,11	0,0000	721,39
Sel	721,39	0,0	15,46	0,0000	736,85
Epices	736,85	0,0	18,03	0,0000	754,88
Farine	754,88	0,0	20,61	0,0000	775,49
Cuisson	775,49	24,9	0,00	3,2109	750,59
Vinaigre	750,59	0,0	30,92	0,0000	781,51
Cuisson	781,51	30,0	0,00	3,8413	751,49
Citron	751,49	0,0	17,50	0,0000	768,99
Transfert	768,99	17,2	0,00	2,2367	751,79
Stérilisation	751,79	0,0	0,00	0,0000	751,79
Refroidissement	751,79	0,0	0,00	0,0000	751,79
<b>Pesage final</b>	751,79	0,0	0,00	0,0000	751,79
<b>Rendement</b>	<b>75,18</b>	(% départ)		58,1982	
<b>Parties enlevées</b>	<b>41,80</b>	(sans épices)			

Rendement du chutney <i>yémon</i>					
Opérations	Pesage départ	Parties enlevées	Parties ajoutées	% parties enlevées	Reste en g
Réception	1000,00	0,0000	0,00	0,00	1000,00
Triage	1000,00	5,0000	0,00	0,50	995,00
Lavage+blanchiment	995,00	0,0230	0,00	0,00	994,98
Epluchage	994,98	431,3200	0,00	43,35	563,66
Broyage	563,66	2,5900	0,00	0,46	561,07
Sucre	561,07	0,0000	224,43	0,00	785,49
Sel	785,49	0,0000	16,83	0,00	802,33
Epices	802,33	0,0000	19,64	0,00	821,96
Farine	821,96	0,0000	22,44	0,00	<b>844,41</b>
Cuisson	844,41	15,0000	0,00	1,78	829,41
Vinaigre	829,41	0,0000	33,66	0,00	863,07
Cuisson	863,07	20,0000	0,00	2,32	843,07
Citron	843,07	0,0000	17,50	0,00	860,57
Transfert	860,57	16,3000	0,00	1,89	844,27
Stérilisation	844,27	0,0000	0,00	0	844,27
Refroidissement	844,27	0,0000	0,00	0	844,27
<b>Pesage final</b>	844,27	0,0000	0,00	0	844,27
<b>Rendement</b>	<b>84,43</b>	(% départ)	334,50	50,30	
<b>Parties enlevées</b>	<b>49,70</b>	(sans épices)			

**Annexe 6 : Certificat de consommabilité délivré par le laboratoire des fraudes**

BULLETIN D'ANALYSE N° 380/05

DENOMINATION ET IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON :

Échantillon de CHUCKEY DE KAKI (sauce) de la fabrication de Mademoiselle RAJONJAZA Rina, au Lot B 19 Ter à Amboaray Alasora ANTANANARIVO 103, reçu au laboratoire sous le N°380/05.

DESCRIPTION ET CARACTÈRES ORGANOLEPTIQUES :

Échantillon de produit fluide, de couleur jaune orangée, à odeur piquante, à saveur piquante, conditionné dans un bocal de 250 ml de couvercle métallique, sans étiquette ni autre indication.

CARACTÈRES PHYSICO-CHIMIQUES :

- Humidité H..... 40,00
- Acidité en acide acétique H..... 1,29

RÉSULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES :

Échantillon	Examen direct	Examen après cultures
CHUCKEY KAKI (sauce)	Absence de germes	Absence de germes patho- gènes

INTERPRÉTATION ET CONCLUSION :

Échantillon de produit satisfaisant par ses caractères déterminés.

Échantillon propre et sain pour la mise en consommation humaine./.

Communiqué le : 28 APR 2005

Le Responsable du laboratoire



RAMAMONJISON  
Edevaré Delphin

MINISTÈRE DE LA SANTÉ  
ET DU PLANNING FAMILIAL

REPUBLIKAN'I MADAGASTIKARA  
Tanindrazana-Fahafahana-Fandrosoana

UNITÉ DE CONTRÔLE DE QUALITÉ  
DES DENRÉES ALIMENTAIRES

N° 298 / 05 SANPF/UCQDA...

CERTIFICAT DE CONSOMMABILITÉ

Le Directeur de l'Unité de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires certifie que l'échantillon de CHUTNEY KAKI (sauce) de la fabrication de Mademoiselle RAJOMALAZA Rina, Lot B 19 Ter à Amboaroy Alasora 103 ANTANANARIVO, enregistré au laboratoire sous le N° 380/05, est propre et sain à la consommation humaine d'après les résultats des analyses faites au laboratoire de l'Unité de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires (UCQDA), Service d'Analyse et de Surveillance des Aliments.

Ce certificat est délivré à Mademoiselle Rina RAJOMALAZA pour faire valoir et servir ce que de droit.

ANTANANARIVO, le 28 APR 2005



DIRECTEUR

*Clara F.*

Docteur RAJEMARIMOELISOA Clara F.

**Annexe 7 : Questionnaire sur l'analyse discriminative****ANALYSE DISCRIMINATIVE**

Nom : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Trois échantillons de chutney de kaki vous sont présentés, un de ces échantillons est différent des deux autres, indiquez lequel ?

**Annexe 8 : Questionnaire sur l'analyse hédonique****TEST HEDONIQUE**

Nom : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Echantillon N° : 

Un échantillon de chutney de kaki vous est présenté avec de la viande. Vous devez indiquer votre choix de préférence, selon l'échelle numérotée de 1 à 7.

1. Très désagréable
2. Désagréable
3. Assez désagréable
4. Ni agréable ni désagréable
5. Assez agréable
6. Agréable
7. Très agréable

Remarques :

## Annexe 9 : Questionnaire sur l'analyse descriptive

## ANALYSE DESCRIPTIVE

Nom :

Date :

Prénom :

Echantillon n° 

Un échantillon de chutney de kaki vous est présenté, avec de la viande légèrement salée. Vous devez indiquer les classes auxquelles appartiennent ses différents caractères organoleptiques, selon l'échelle de valeur de 1 à 7.

Aspect	Moins	1	2	3	4	5	6	7	Très
Homogène		<input type="checkbox"/>							
Visqueux		<input type="checkbox"/>							
Pâteux		<input type="checkbox"/>							
Couleur orange du kaki		<input type="checkbox"/>							

## Odeur

Kaki	<input type="checkbox"/>							
Oignon	<input type="checkbox"/>							
Poivre	<input type="checkbox"/>							
Gingembre	<input type="checkbox"/>							
Vinaigre	<input type="checkbox"/>							
Citron	<input type="checkbox"/>							
Odeur de cuit	<input type="checkbox"/>							

## Goût, saveur

Goût, saveur	<input type="checkbox"/>							
Sucré	<input type="checkbox"/>							
Salé	<input type="checkbox"/>							
Poivré	<input type="checkbox"/>							
Gingembre	<input type="checkbox"/>							
Farine	<input type="checkbox"/>							
Arrière – goût	<input type="checkbox"/>							
Goût de cuit	<input type="checkbox"/>							
Astringence	<input type="checkbox"/>							

## Salivation

## Texture en bouche

Epais, granuleux	<input type="checkbox"/>						
liquide	<input type="checkbox"/>						

Remarques :

### Annexe 10 : Calcul de la LCE

Calcul de la longueur de chaîne équivalente (LCE)

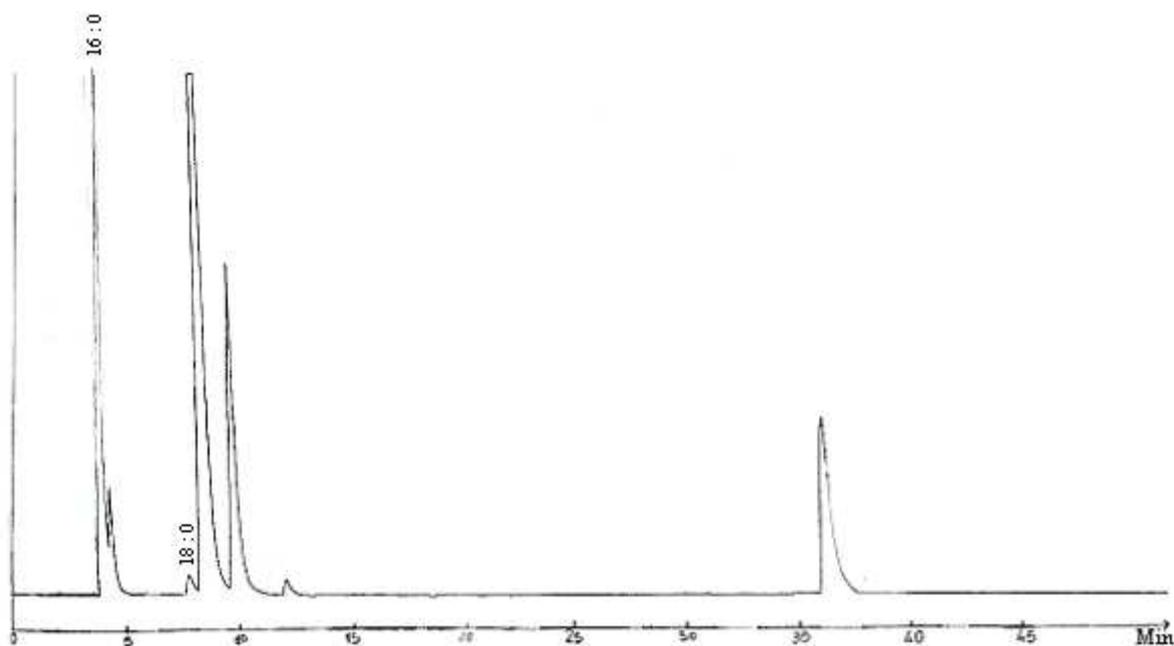
$$\text{LCE} = n-2 \times \frac{\log \frac{t'_R}{t'_{Rn}}}{\log \frac{t'_{Rn-2}}{t'_{Rn}}}$$

$t'_R$  : temps de rétention réduite du pic inconnu

$t'_{Rn-2}$  : temps de rétention réduite du pic correspondant au premier acide gras linéaire saturé pris comme référence (C 16 :0)

$t'_{Rn}$  : temps de rétention réduite du second acide gras linéaire saturé pris comme référence dont le nombre de carbone est n (C 18 :0)

### Annexe 11 : Chromatogramme de l'huile d'olive (solution étalon)



## **Annexe 12 : Préparation d'une analyse sensorielle de l'AGROTEC (de la recherche à l'agroalimentaire)**

ANALYSE SENSORIELLE (laboratoire en cours d'accréditation)

Vos demandes :

- Définir les caractéristiques sensorielles de vos produits (texture, saveur, arôme,...), en vue d'obtenir ou de contrôler une marque de qualité (label, AOC, IGP...)
- Coupler les caractéristiques sensorielles aux mesures physico-chimiques (sucre, acidité,...)
- Comparer vos produits à la concurrence
- Connaître l'appréciation des consommateurs sur vos produits, vos emballages,...
- Comparer différentes variétés, des modes de culture, des techniques culturales, des terroirs, des degrés de maturité, des durées et des techniques de conservation, des aptitudes à la cuisson et à la transformation

### **Notre équipe :**

Un personnel spécialiste et expérimenté, au nombre de 7

### **Notre structure :**

- Une salle de dégustation avec air climatisé et filtré équipé de 22 cabines de dégustation
- (conforme aux normes AFNOR)
- Une salle de réunion pour le jury
- Une cuisine avec une zone de préparation et de stockage
- Des outils informatiques pour traitement des données (FIZZ ®)

### **Nos Panels :**

Un panel de sujets experts - qualifiés sur :

- Fruits : pomme, pêche, kiwi, fraise, noix, melon, abricot, poire...
- Légumes : asperge, carotte, aubergine, haricot vert, concombre, tomate, salade, poivron...
- Volaille : poulet, lapin, canard (magret, confit), canette, oie, caille, pintade, dinde, chapon...
- Autres : agneau, bœuf, brebis, foie gras, fromage, truite, veau, porc...
- D'un panel de consommateurs : enfants, adolescents et adultes tous produits de 700 personnes - Région Sud - Ouest

De nouveaux panels experts : pruneau, poisson frais et poisson fumé

Nos atouts

- Appartenance au réseau national analyse sensorielle des centres ACTIA  
<http://www.actia.asso.fr/> (Association de coordination Technique pour l'Industrie Agro-alimentaire)
- Participation à la rédaction du Guide de Bonnes Pratiques Analyses Sensorielles

- Membre de commissions de normalisation de normes AFNOR : XP V 63 -100 (mai 1995) et consommateurs XP V 09 – 500
- Participation au test interlaboratoire analyse sensorielle (réalisé par 13 centres ACTIA)

### Annexe 13 : Dégradation d'origine microbienne des principaux types d'aliments

Aliment	Type de dégradation	Micro-organismes incriminés
Beurre et matières grasses	Colorations Goût, odeurs Rancissement	Pseudomonas, Penicillium spp, Serratia marcescens Pseudomonas, Candida spp Pseudomonas fragi, P. fluorescens
Bière	Dépôts Goûts divers	Levures Coliformes, levures « sauvages », Pediococcus cerevisiae, Zymomonas sp
Charcuterie	Piqûre acétique Piqûre lactique Viscosité Acidification Colorations Moisissure Viscosité	Gluconobacter Lactobacillus spp Lactobacillus brevis Bactéries lactiques Leuconostoc, Pseudomonas spp, Aspergillus, Penicillium spp, Leuconostoc, Streptococcus spp, levures
Conserves	Fermentation de type butyrique avec bombage « Flat sour » Noircissement Putréfaction	Bacillus gazogènes, Clostridium butyricum, Cl. Perfringens, Cl. Thermosaccharolyticum Bacillus coagulans, B. stearothermophilus Cl. nigrificans Cl. putrefaciens, Cl. sporogenes
Farine	Fermentation Moisissure	Bacillus spp, Levures Aspergillus, penicillium spp, mucorales
Fromage	Gonflement butyrique Goûts divers	Cl. butyricum Bactéries protéolytiques, Baillus polymixa, Enterobacter aerogenes
Fruits	Viscosité Anthracnose Moisissure	Alcaligenes, Pseudomonas spp Colletotrichum lindemuthianum Alternaria, Aspergillus, penicilium spp, Botrytis cinerea
Fruits secs	Pourriture molle Fermentation alcoolique et goût de levure Moisissure	Rhizopus nigricans Saccharomyces, Zygosaccharomyces spp Aspergillus glaucus
Jus de fruits et sirops sucrés	Mauvais goût et fermentation alcoolique	Byssochlamys, Rhizopus spp, levures Acetobacter, Gluconobacter spp

	Piqûre acétique Piqûre lactique Troubles et dépôts Viscosité	Bactéries lactiques diverses Levures Leuconostoc spp
Lait	Colorations et goûts Divers Protéolyse Protéolyse avec gaz Sûrissement et coagulation Viscosité	Pseudomonas syncynea, P. fluorescens Bacillus , Pseudomonas spp Coliformes, Cl. Spp Streptococcus lactis et autres bactéries lactiques Alcaligenes viscosus, leuconostoc, Streptococcus spp
Légumes	Anthracnose Fermentation acide et Viscosité Moisissure  Pourriture molle	Colletotrichum lindemuthianum Aspergillus ,Fusarium, trichoderma spp, Arthrobater,cellulomonas spp Botrytis cinerea, Alternaria, Aspergillus, fusarium, penicillium, Peronospora, Phytophthora Erwinia carotovora, Xanthomonas spp, Rhizopus spp, Sclerotia sclerotinum
Oeufs	Colorations diverses  Moisissure	Proteus melanogenes, Pseudomonas, Rhodotorula spp, Serratia marcescens Cladosporium, penicillium, Sporotrichum spp
Pain	Moisissure  Goût « crayeux »	Cladosporium , Penicillium, Sporotrichum spp Endomycopsis fibuliger, Trichosporon spp
Poisson	Viscosité Modification de couleur Putréfaction	Bacillus spp Achmobacter, Flavobacterium, Pseudomonas spp Coliformes, Clostridium, Pseudomonas spp
Viandes	Modification de couleur et odeur Moisissure Putréfaction Sûrissement Viscosité	Levures, Leuconostoc, Pseudomonas, rhodotorula spp Aspergillus, Penicillium spp, mucorales, Sporotrichum carnis, Thamnidium elegans Cl. protéolytiques, coliformes, Proteus spp Bacillus cereus, Cl. Butyriques, bactéries lactiques Bacillus, Pseudomonas spp, bactéries lactiques

**Annexe 14 : Table de composition des aliments pour la formulation de provende**

ALIMENTS	MS p.100	PAR KG DE PRODUIT BRUT											
		Valeur énergétique		Valeurs azotées (g)			Constituants organiques (g)					Constituants minéraux (g)	
		UFL	UFV	PDIN	PDIE	MAD	MO	MAT	CB	MG	ENA	P	Ca
<b>Concentrés</b>													
<b>222.Maïs</b>	86,5	1,10	1,11	69	100	65	851	92	23	40	696	3,0	0,3
<b>224.Avoine</b>	86,8	0,87	0,82	75	85	83	840	105	101	49	585	3,3	0,8
<b>230.Soja</b>	90,0	1,18	1,14	261	199	324	851	360	55	179	257	5,0	2,3
<b>Tourteaux</b>													
<b>232.Arachide décortiqué déshuilé</b>	92,8	1,05	1,01	313	172	447	874	496	78	68	232	5,6	1,9
<b>234.Soja déshuilé 48-50</b>	88,3	1,08	1,05	340	251	437	824	475	40	23	286	6,6	2,9
<b>241.Coprah déshuilé</b>	88,8	0,85	0,82	164	173	177	825	211	123	16	475	5,4	1,5
<b>Sous produits industriels</b>													
<b>242.Son gros de blé</b>	87,1	0,78	0,72	95	82	111	814	145	186	37	525	18,7	1,8
<b>Son de maïs</b>	89,8	0,87	0,83	76	93	65	863	103	87	56	612	2,8	0,3
<b>256.Marc de pomme séché</b>	91,0	0,65	0,56	41	66	17	887	58	233	46	551	1,0	1,4
<b>Sources d'azote non protéique</b>													
<b>262.Urée 46</b>	100	0	0	1610	0	-	-	2875	-	-	-	-	-
<b>263.Ammoniac anhydre</b>	100	0	0	2882	0	-	-	5147	-	-	-	-	-
<b>264.Chlorure d'ammonium</b>	100	0	0	894	0	-	-	1597	-	-	-	-	-



## RESUME

La Commune rurale d'Ambano, dans la sous-préfecture d'Antsirabe II, constitue la meilleure région productrice de kakis à Madagascar. En effet, à elle seule, la production annuelle peut atteindre 671 tonnes.

Cependant, toute cette production ne fait l'objet de transformation industrielle jusqu'à présent. Ce qui nous pousse à orienter notre projet sur la valorisation de ces fruits.

Le présent ouvrage met en exergue la transformation en chutney des deux variétés pulpeuses *yémon* et *voatabia* de l'espèce *Diospyros kaki*, la valorisation des sous-produits dont la peau en provenderie et les graines pour l'extraction d'huile.

Ces variétés *yémon* et *voatabia* donnent respectivement des rendements en chutney de 84,43% et 75,18%. Les peaux peuvent servir d'aliments grossiers succulents ou concentrés aux animaux. Et l'huile avec un rendement de 2,74% par rapport aux graines constitue un essai d'études pour d'autres recherches ultérieures.

L'huile compte 11 acides gras dont 71,44% d'acides gras insaturés (AGI) usuels, 26,34% d'acides gras saturés (AGS) usuels et 1,71% d'acides gras non usuels.

Grâce à la promotion de l'industrialisation en Afrique à partir de l'année 2003, l'implantation d'une usine de transformation s'avère être prometteuse de la filière.

Une étude économique complète ces études antérieures pour la mise en place d'une unité industrielle de base. De ce projet découle une rentabilité de 28,50%, où le retour de l'investissement de Ar 261 490 000,00 au départ se réalise après 3 ans, 4 mois et 2 jours.

**Mots-clés :** Ambano, *Diospyros kaki*, valorisation, chutney, huile, industrialisation.