

REMERCIEMENTS .....	
GLOSSAIRE .....	ii
LISTE DES ABREVIATIONS .....	iv
LISTE DES FIGURES .....	v
LISTE DES TABLEAUX .....	vi
 INTRODUCTION .....	1
<b><u>PREMIERE PARTIE: GENERALITES</u></b>	
I- EXOFRUIMAD .....	3
I.1 Historique de la société .....	3
I.2 Produits et conditionnement .....	3
I.3 Lieux de récolte des fruits .....	4
II- GENERALITES SUR LES BOISSONS .....	4
II.1 Jus de fruits, nectars de fruits .....	4
II.1.1 Jus de fruits .....	4
II.1.2 Nectars .....	4
II.1.3 Fruits entrant dans la composition des jus et des nectars de fruits Eoah : .....	4
2.1.3.1 Corossol .....	4
2.1.3.2 Mangue .....	4
2.1.3.3 Fraise .....	5
2.1.3.4 Hibiscus .....	5
2.1.3.5 Passion .....	6
2.1.3.6 Tamarin .....	6
2.1.3.7 Goyave .....	6
2.1.3.8 Ananas .....	7
2.1.3.9 Banane .....	7
II.1.4 Apports nutritionnels des fruits et des jus de fruits .....	7
II.2 Boissons énergétiques .....	10
II.3 Boissons énergisantes .....	10
III- PLANTES STIMULANTES .....	15
III.1 Les plantes stimulantes de Madagascar .....	15
III.1.1 Cola : <i>Cola nitida</i> .....	15
3.1.1.1 Historique .....	15
3.1.1.2 Botanique .....	15
3.1.1.3 Composition de la graine .....	15
3.1.1.4 Utilisations .....	16
III.1.2 Café : <i>Coffea</i> .....	16
3.1.2.1 Historique .....	16
3.1.2.2 Botanique .....	16
3.1.2.3 Récolte .....	16
3.1.2.4 Utilisation .....	17
III.1.3 Gingembre : <i>Zingiber officinale</i> .....	17

3.1.3.1 Historique .....	17
3.1.3.2 Botanique .....	17
3.1.3.3 Composition du rhizome de gingembre .....	17
3.1.3.4 Utilisations .....	17
III.1.4 Thé : <i>Thea</i> .....	18
3.1.4.1 Historique .....	18
3.1.4.2 Botanique .....	18
3.1.4.3 Récolte .....	18
3.1.4.4 Composition de la feuille de thé .....	18
3.1.4.4 Utilisations.....	19
III.2 Les plantes stimulantes les plus utilisées dans les boissons énergisantes .....	21
III.2.1 Ginseng : <i>Panax ginseng</i> .....	21
3.2.1.1 Historique .....	21
3.2.1.3 Botanique.....	21
3.2.1.3 Composition.....	21
3.2.1.4 Utilisations.....	21
III.2.2 Guarana : <i>Paullinia cupana</i> .....	21
3.2.2.1 Historique .....	21
3.2.2.2 Botanique.....	22
3.2.2.3 Composition chimique.....	22
3.2.2.4 Utilisations.....	22
III.2.3 Maté : <i>Ilex paraguariensis</i> .....	22
3.2.3.1 Historique.....	22
3.2.3.2 Botanique .....	23
3.2.3.3 Composition des feuilles .....	23
3.2.3.4 Utilisation .....	23
III.3 Les plantes stimulantes entrant dans l’élaboration de la boisson à propriétés stimulantes .....	23
IV- ETUDE MICROBIOLOGIQUE.....	24
V- PROCEDES DE STERILISATION ET DE PASTEURISATION .....	27
VI.1 Stérilisation.....	27
VI.2 Pasteurisation.....	27
VI.3 Autres procédés de traitement thermique .....	27
VI- pH.....	27
VII-ANALYSE SENSORIELLE .....	28
VIII.1 Définition.....	28
VIII.2 Epreuve hédonique .....	28
<b><u>DEUXIEME PARTIE: MATERIELS ET METHODES</u></b>	
A- DETERMINATION DE LA VALEUR NUTRITIONNELLE DES 9 JUS DE FRUITS EOAH.....	30

I-	Détermination de la teneur en eau.....	30
I.1	Principe .....	30
I.2	Mode opératoire.....	30
I.3	Calculs .....	30
II-	Détermination de la teneur en protéines .....	31
II.1	Principe .....	31
II.2	Mode opératoire.....	31
II.3	Calculs .....	31
III-	Détermination de la teneur en lipides .....	32
III.1	Principe .....	32
III.2	Mode opératoire.....	32
III.3	Calculs .....	33
IV-	Détermination de la teneur en cendres .....	33
IV.1	Principe .....	33
IV.2	Mode opératoire.....	33
IV.3	Calcul.....	33
V-	Détermination de la teneur en glucides.....	33
VI-	Détermination de la valeur énergétique .....	34
 <b>B- ELABORATION DE LA BOISSON A BASE DE PLANTES A PROPRIETES STIMULANTES .....</b> 35		
I-	Elaboration de la boisson a base de plantes à action stimulante.....	36
I.1	Matériels .....	36
I.2	Méthodes .....	36
I.2.1	Préparation des ingrédients et de la boisson.....	36
I.2.2	Pasteurisation .....	36
I.2.3	Conditionnement .....	36
II-	Détermination de la teneur en caféine par spectrophotométrie.....	38
II.1	Matériels .....	38
II.2	Méthode .....	39
III-	Détermination du pH.....	40
IV-	Analyse microbiologique des échantillons .....	40
IV.1	Préparation de la solution mère .....	40
IV.2	Préparation des dilutions .....	40
IV.3	Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale .....	41
IV.3.1	Principe.....	41
IV.3.2	Mode opératoire .....	41
IV.4	Dénombrement des aérobies sulfito-réducteurs.....	41
IV.4.1	Principe.....	41
IV.4.2	Mode opératoire .....	41

IV.5 Dénombrement des levures et moisissures .....	41
IV.5.1 Principe.....	41
IV.5.2 Mode opératoire .....	42
IV.6 Dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> .....	42
IV.6.1 Principe.....	42
IV.6.2 Mode opératoire .....	42
IV.7 Dénombrement des coliformes totaux .....	42
IV.7.1 Principe.....	42
IV.7.2 Mode opératoire .....	42
IV.8 Recherche de <i>Salmonella</i> .....	42
IV.8.1 Principe.....	42
IV.8.2 Mode opératoire .....	43
IV.9 Calculs .....	43
V- Détermination de la valeur nutritionnelle de la boisson à propriétés stimulantes .....	44
VI- Test d'acceptabilité .....	44
<b>TROISIEME PARTIE: RESULTATS ET CONCLUSION</b>	
I- Détermination de la valeur nutritionnelle des 9 jus de fruits Eoah.....	45
I.1 Teneurs en humidité et teneurs en matière sèche .....	45
I.2 Teneurs en protéines .....	46
I.3 Teneurs en lipides .....	46
I.4 Teneurs en cendres .....	47
I.5 Teneurs en glucides .....	48
I.6 Valeur énergétique.....	48
II- Elaboration de la boisson à base de plantes à action stimulantes .....	49
III- Détermination de la teneur en caféine.....	49
IV- pH de la boisson .....	51
V- Analyses microbiologiques .....	51
VI- Valeur nutritionnelle de la boisson à propriétés stimulantes .....	52
VII- Test d'acceptabilité .....	52
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	55
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	55
<b>ANNEXES</b>	

## **REMERCIEMENTS**

Le présent mémoire a été mené à son terme sous la grâce du Seigneur qui nous a donné la force, le courage et la patience durant ces années d'études. Gloire à Dieu au plus haut dans les cieux.

Ce travail est le fruit des recherches menées au LABASAN (Laboratoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et à la Nutrition) en collaboration avec la société EXOFRUIMAD.

Nos sincères et plus vifs remerciements s'adressent:

- Au Professeur JEANNODA Victor, qui malgré ses nombreuses occupations, nous a fait l'honneur de présider ce mémoire,
- Au Professeur RALAMBORANTO Laurence, qui a bien voulu examiner ce manuscrit et a accepter de siéger parmi les membres du jury,
- Au Docteur RANDRIANARIVO Ranjana qui nous a accordé de son temps pour examiner ce travail,
- A Madame le Docteur RAZAFINDRATOVO Valérie Lalao, pour le temps qu'elle a consacré à l'encadrement et pour ses précieux conseils,
- A Madame Sylvia PAGES BESSIE qui a accepté de nous accorder le stage ayant permis la réalisation de ce travail dans son entreprise,
- A Monsieur Eric BESSIE, pour son encadrement pendant toute la durée du stage,
- A tout le corps enseignant,
- Au personnel d'EXOFRUIMAD,
- Aux laboratoires LBM/CIRAD (Laboratoire de Biologie Moléculaire), LCM (Laboratoire de Chimie et Microbiologie) et LAS (Laboratoire d'Analyse Sensorielle),
- A ma famille pour toujours avoir été présente et pour son soutien moral et financier,
- A mes amis et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

## GLOSSAIRE

**Acidose** : acidité excessive du sang

**Alcaloïde** : substance azotée naturelle, d'origine végétale, contenant des composants possédant des activités pharmacologiques sur l'homme et les animaux

**Apnée néonatale** : définie comme la cessation de la respiration pendant plus de 20 secondes ou de la cessation de la respiration de toute durée accompagnée d'une bradycardie et/ou cyanose ou pâleur

**Astringent** : propriété de certaines substances de produire une crispation des muqueuses buccales

**Compléments alimentaires** : denrées alimentaires dont le but est de compléter un régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique

**Doypacks** : sachet isotherme, sous forme rectangulaire, formé de trois couches : une couche de polyéthylène, une couche d'aluminium et une dernière couche de polyéthylène

**Génotoxique** : altération du génome d'être vivants par une substance ou un rayonnement actif

**Gram +** : bactéries colorées en violet par la coloration Gram

**Hédonique** : qualifie une appréciation affective que portent des consommateurs sur un produit, en se rapprochant à son caractère plaisant ou déplaisant, par leurs organes de sens, dans un contexte déterminé et à un moment donné

**Labelle** : pièce florale stérile en forme de lèvre

**Loculoïde** : en botanique, se dit de l'ouverture d'une capsule par la rupture longitudinale de la nervure médiane des carpelles

**Organoleptique** : qualifie une propriété perceptible par les organes de sens

**Plante adaptogène** : augmente la capacité du corps humain à s'adapter aux différents stress, quelque soit leur origine

**Plante stimulante** : plante ayant les propriétés d'augmenter la vigilance, la résistance et la productivité en augmentant l'activité du système nerveux central

**Plante tonique** : plante ayant comme propriétés de fortifier et de tonifier l'activité de l'organisme

**Psychoanaleptique** : substance influant sur l'humeur d'une personne

**Tératogène** : substance pouvant provoquer un développement anormal des embryons et conduisant à des malformations

Rapport-Gratuit.com

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**°C** : Degré Celcius

**BPF** : Bonnes Pratiques de Fabrication

**BPH** : Bonnes Pratiques d'Hygiène

**BPS** : Boisson à propriétés stimulantes

**EPT** : Eau peptonée tamponnée

**EXOFRUIMAD** : Exotic Fruits of Madagascar

**ISO** : International Standard Organization

**OGA** : Gélose glucosé à l'oxytétracycline

**LABASAN** : Laboratoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et à la Nutrition

**MKTTn** : Milieu Müller Kauffman au tétrathionate-novobiocine

**NF** : Norme Française

**PCA** : Plate count agar

**RVS** : Rappaport vasiliadis soja

**TBX** : Tripton bile glucuronide

**TSC** : Tryptose sulfite à la cystéine

**UFC** : Unité formant colonie

**VRBL** : Gélose à la bile, au cristal violet, au rouge neutre et au lactose

**XLD** : Xylose lysine désoxycholate

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1: Procédés de fabrication des jus de fruits et des nectars de fruits Eoah.....	9
Figure 2: Structure de la caféine .....	11
Figure 3: Etapes de l'élaboration de la boisson.....	38
Figure 4: Courbe d'étalonnage de la densité optique de la caféine pure.....	38
Figure 5: Teneurs en matière sèche des boissons.....	45
Figure 6: Taux d'humidité.....	45
Figure 7: Teneurs en protéines .....	46
Figure 8: Teneurs en lipides .....	46
Figure 9: Teneurs en cendres brutes.....	47
Figure 10: Teneurs en glucides .....	48
Figure 11: Valeur énergétique.....	48
Figure 12: Courbe d'étalonnage de la densité optique de la caféine.....	50
Figure 13: Valeur nutritionnelle de la BPS .....	52

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1: Composition nutritionnelle de quelques fruits pour 100g de matière comestible ...	8
Tableau 2: Teneur en caféine de différentes boissons.....	12
Tableau 3: Apport quotidien maximal recommandé en caféine.....	12
Tableau 4: Concentration générale des composants des boissons énergisantes.....	14
Tableau 5: Teneur en caféine de quelques boissons énergisantes.....	15
Tableau 6: Classification des plantes utilisées dans la boisson à propriétés stimulantes.....	24
Tableau 7: Composition nutritionnelle moyenne des jus de fruits .....	34
Tableau 8: Absorbance de la gamme étalon.....	38
Tableau 9: Echelle hédonique à 9 points.....	45
Tableau 10: Concentration en caféine de la boisson à propriétés stimulantes .....	49
Tableau 11: Comparaison de la teneur en caféine de la BPS à d'autres boissons .....	50
Tableau 12: Dénombrement des microorganismes .....	51
Tableau 13:Caractéristiques du jury.....	52
Tableau 14: Résultats du test d'acceptabilité .....	53

# *Introduction*

## INTRODUCTION

Les fruits sont considérés comme des aliments peu caloriques mais qui apportent une grande partie des fibres, vitamines et minéraux de l'alimentation. Ce sont des denrées alimentaires facilement périssables par leur richesse en eau et pour optimiser leur conservation, leur transformation en d'autres produits est nécessaire.

Dans les industries agroalimentaires, la transformation des fruits en jus nécessite plusieurs étapes interdépendantes (lavage, triage, parage, filtration, pasteurisation, conditionnement) influant sur la qualité finale du produit fini. L'étape de la pasteurisation est la plus cruciale car elle détermine la durée de vie du produit. La technique utilisée de flash pasteurisation permet de préserver les propriétés organoleptiques du produit tout en lui assurant de bonnes qualités microbiologiques.

Spécialisée dans la fabrication de jus de fruits et de nectars de fruits, la société EXOFRUIMAD, dans le but d'élargir sa gamme de produits, a pour projet l'élaboration et la production d'une boisson à action stimulante à base de plantes. Ainsi, elle a confié au LABASAN (Laboratoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et à la Nutrition) deux études : la détermination de la valeur nutritionnelle de 9 jus de fruits Eoah et l'élaboration d'une boisson à base de plantes à propriétés stimulantes. Le sujet de recherche correspond par ailleurs aux thèmes de recherches du LABASAN à savoir la valorisation des ressources alimentaires locales.

Sur le marché de la vente de boissons, deux sortes de produits se sont récemment développées : les boissons énergisantes et les boissons énergétiques. Apparues à partir des années 1960 en Europe (Dubé *et al*, 2010), les boissons énergisantes et les boissons énergétiques ont conquis les marchés du monde entier. La grande variété des marques disponibles donne l'embarras du choix aux consommateurs. Ces boissons sont consommées pour les effets stimulants ou énergétiques qu'elles procurent.

Certaines plantes à propriétés stimulantes (diminution de la perception de la fatigue, amélioration de la concentration et maintien de l'éveil) entrent dans la composition de ces boissons (ginseng, guarana, café...). La société EXOFRUIMAD a décidé d'exploiter les propriétés de quelques plantes stimulantes de Madagascar et de proposer ainsi aux consommateurs malagasy des boissons ayant des effets se rapprochant de ceux des boissons énergisantes. Une première boisson qui ne sera ni une boisson énergétique ni une boisson énergisante proprement dite mais qui en possèdera tout de même les effets, sera principalement élaboré à partir de produits naturels.

L'élaboration de la boisson à propriétés stimulantes suivra le même procédé de fabrication que celui des jus de fruits.

La première partie de l'étude aura pour objectif la détermination de la valeur nutritionnelle de 9 jus de fruits déjà existants de la marque Eoah. La deuxième partie de

l'étude sera consacrée à l'élaboration d'une boisson naturelle ayant des propriétés stimulantes, la détermination de sa composition, les conditions de sa pasteurisation et l'étude de sa microbiologie. Une étude sera menée sur l'appréciation de ce nouveau produit auprès de sujets. Un test d'acceptabilité sera réalisé pour ce besoin.

Le présent travail se subdivisera en trois parties :

- Une première partie abordera les généralités sur les jus de fruits d'une part et sur les boissons et les plantes à propriétés stimulantes d'autre part.
- Une deuxième partie sera consacrée aux matériels et méthodes utilisés
- La troisième partie présentera les résultats et la conclusion.

# *Généralités*

## I- EXOFRUIMAD

### I.1 Historique de la société

La société EXOFRUIMAD (EXOtic FRUIts of MADagascar) est une société à responsabilité limitée (SARL) gérée par Madame Sylvia PAGES BESSIE. Conçue en 2000 et opérationnelle depuis 2001 son activité principale est la production de jus de fruits. L'unité de production se trouve à Mandrosoa Ivato. Prônant le naturel, Exofruimad a pour objectif de produire et de faire connaître les jus Eoah en tant que produits naturels de qualité. La société a également pour objectifs de promouvoir la culture des fruits du pays, de créer des emplois dans le milieu rural, d'initier le consommateur à un produit malagasy de qualité ainsi que de contribuer au développement socio-économique du pays.

Les jus de fruits sont distribués sous la marque « Eoah », mot d'origine Swahili, signifiant « oui » dans la région de Mahajanga.

### I.2 Produits et conditionnement

Dix variétés de jus sont proposées par Exofruimad. Trois types de boissons sont produits:

- Jus de fruits : à base d'ananas
- Nectars :
  - Nectar de mangue
  - Nectar de corossol
  - Nectar de passion
  - Nectar de goyave
  - Nectar de fraise
  - Nectar de tamarin
  - Cocktail de fruits (mangue, passion, ananas)
- Boisson à l'hibiscus et à la banane

Les jus sont conditionnés dans des bouteilles en verre de 100cl et 33cl, et dans des doypacks de 200cl, 100cl et 33cl.

Les produits Eoah sont distribués dans les grandes surfaces et quelques restaurants.



### I.3 Lieux de récolte des fruits

Les fruits utilisés par la société proviennent de la province de Majunga, de Tamatave, d'Arivonimamo, d'Andranovelona, d'Ambatofahavola et d'Ambanja. Ils sont soit directement achetés aux paysans locaux, soit achetés auprès d'un récolteur sauf l'hibiscus qui est cultivé par la société elle-même.

## II- GENERALITES SUR LES BOISSONS

### II.1 Jus de fruits, nectars de fruits

#### II.1.1 Jus de fruits

Un jus de fruit est un liquide non fermenté mais fermentisable obtenu par des procédés d'extraction mécanique ou par des procédés physiques. (CODEX STAN 247)

Les jus de fruits frais présentent les mêmes caractéristiques nutritionnelles que les fruits dont ils proviennent. Ils peuvent compléter l'alimentation. (Pamplona, 2011)

#### II.1.2 Nectars

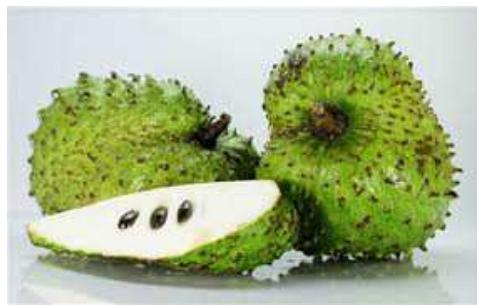
Les nectars de fruits sont des produits non fermentés mais fermentescibles, obtenus en ajoutant de l'eau à des jus de fruits avec ou sans adjonction de sucres, de miel et/ou de sirops, et/ou d'édulcorants.

Les jus et les nectars de fruits doivent avoir la couleur, la saveur et l'arôme caractéristiques du jus de la variété de fruits à partir de laquelle ils sont obtenus. (CODEX STAN 247)

#### II.1.3 Fruits entrant dans la composition des jus et des nectars de fruits Eoah : Classification et généralités

##### 2.1.3.1 *Corossol* (Pamplona, 2011)

Le corossol (*Annona muricata*) fait partie de la famille des Annonacées. Il présente une pulpe blanche acide parsemée de graines noires. C'est un fruit riche en vitamine C et en potassium.



*Annona muricata*

##### 2.1.3.2 *Mangue*

Fruit tropical de la famille des Anacardiacés, la mangue (*Mangifera indica*) est l'un des fruits les plus riches en carotène (Fakaantena, 2010). Sa pulpe est de couleur jaune orangé. Elle est riche en vitamines aux propriétés antioxydantes, en fibres et en carotène.

69 espèces de *Mangifera* sont recensées et plusieurs centaines de cultivars sont connus. (FAO, 2003)



*Mangifera indica*

#### 2.1.3.3 Fraise

De la famille des Rosacées, la fraise (du genre *Fragaria*), faux fruit du fraisier, est un fruit antioxydant. C'est l'un des fruits les plus pauvres en calories (Pamplona, 2011).

Elle est riche en anthocyanes ayant des propriétés antioxydantes. La vitamine C, les folates, le potassium et le fer sont les substances nutritives importantes de la fraise (Pamplona R., 2011).



*Fragaria*

#### 2.1.3.4 Hibiscus

Dite aussi oseille de Guinée ou Roselle. L'hibiscus (*Hibiscus sabdariffa*) est originaire de l'Afrique de l'Ouest. Les fleurss de la plante représentent la partie comestible. Elles sont utilisées crues ou cuites. Les fleurs séchées entrent dans la composition de sauces, sont transformées en confitures ou utilisées pour préparer le bissap (boisson consommée pour ses vertus médicinales et revitalisantes).

Les fleurs sont riches en acide ascorbique.

<http://www.jus-eoah.com/eoah/bienfaits-fruits.html>

Le genre *Hibiscus* comporte 40 espèces. (<http://plants.usda.gov>)



Calices d'hibiscus séchées.

#### 2.1.3.5 Passion (Pamplona, 2011)

Le fruit de la passion ou grenadille (*Passiflora edulis*) a une saveur acide et très aromatique. Malgré son acidité, sa teneur en sucre est importante, de 13%. C'est l'un des rares fruits frais riches en protéines (2,2%). Il est également riche en fer, en magnésium, en calcium, en phosphore et en potassium. C'est aussi une excellente source de vitamine C (30mg/100g).



*Passiflora edulis*

#### 2.1.3.6 Tamarin

Le tamarin (*Tamarindus indica*) est un fruit fortement acidulé. Il appartient à la famille des Fabacées.

Il est généralement utilisé comme laxatif (Pamplona, 2011). A Madagascar, le tamarin est transformé en jus ou en confiture.



*Tamarindus indica*

#### 2.1.3.7 Goyave

De la famille des Myrtacées, la goyave (*Psidium guayava*) est l'un des fruits les plus riches en vitamine C.

La pulpe de la goyave (garnie de graines) est pauvre en protéines, en lipides et en glucides. Elle présente de petites quantités d'acides organiques (acide citrique et acide malique) qui favorisent l'absorption de la vitamine C (Pamplona, 2011)



*Psidium guajava*

### 2.1.3.8 Ananas

Le fruit de l'ananas (*Ananas comosus*) est une infrutescence provenant de plusieurs fleurs distinctes regroupées en inflorescence (<http://agriculture.gouv.fr>). Il a un taux de glucide élevé (11,6%) avec une teneur élevée en saccharose par rapport au glucose et au fructose (Favier *et al.*, 1993). Les vitamines les plus abondantes sont la vitamine C, la vitamine B1 et la vitamine B6.



*Ananas comosus*

### 2.1.3.9 Banane

Parmi les fruits les plus consommés du monde entier, la banane (genre : *Musa*) est un fruit très nutritif (Pamplona, 2011). Elle est riche en minéraux surtout en potassium et en sodium. Non mûre, elle est surtout constituée d'amidon qui se transforme en sucres (saccharose, glucose et fructose) au fur et à mesure que le fruit mûrit.

Les variétés de banane les plus cultivées à Madagascar les plus courantes sont représentées par les groupes :

- Batavia ou Cavendish
- Ranjalia ou figue sucrée
- Bananes plantain ou akondro lahy



*Musa sapientum*

## II.1.4 Apports nutritionnels des fruits et des jus de fruits (Pamplona, 2011)

Les fruits contiennent du sucre, généralement le glucose et le fructose. Ces sucres simples sont directement absorbés par l'organisme. Le saccharose peut aussi être présent dans certains fruits comme les oranges, les pommes, le melon, la pastèque et la mangue.

Les fibres sont généralement des fibres solubles (pectine et hémicellulose). Les vitamines présentes dans les fruits sont généralement la vitamine C et la pro-vitamine A (béta-carotène). Les fruits sont sources de potassium, magnésium, calcium et fer.

Le tableau ci-après donne la composition nutritionnelle des fruits présentés précédemment.

**Tableau 1: Composition nutritionnelle de quelques fruits pour 100g de matière comestible (Valeur moyenne)**

(Favier *et al*, 1993)

	Energie (Kcal)	Eau	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Fibres (g)	Eq β carotène (μg)	Vit C (mg)	Vit E (mg)	K (mg)
<b>Passion</b>	62	75,9	2,6	1,2	8,5	7,3	500	28	-	228
<b>Mangue</b>	58	83	0,6	0,2	14,3	1,9	3130	44	1,8	150
<b>Corossol</b>	50	82,7	1,3	0,2	11,4	4,2	3	23	-	261
<b>Tamarin</b>	-	80	2,3	0,2	-	-	10	10	-	308
<b>Fraise**</b>	30	-	0,61	2,3	4,72	-	3	56,7	0,14	166
<b>Goyave</b>	31	83	1	0,4	5,5	6	260	243	-	273
<b>Banane</b>	89	74	1,1	0,3	21,8	2	68	11,7	0,29	385
<b>Ananas</b>	47	86,5	0,4	0,2	11,6	1,4	27	18	0,1	146
<b>Hibiscus*</b>	-	86,3	6,6	2,3	12,3	8,8	-	141	-	nd

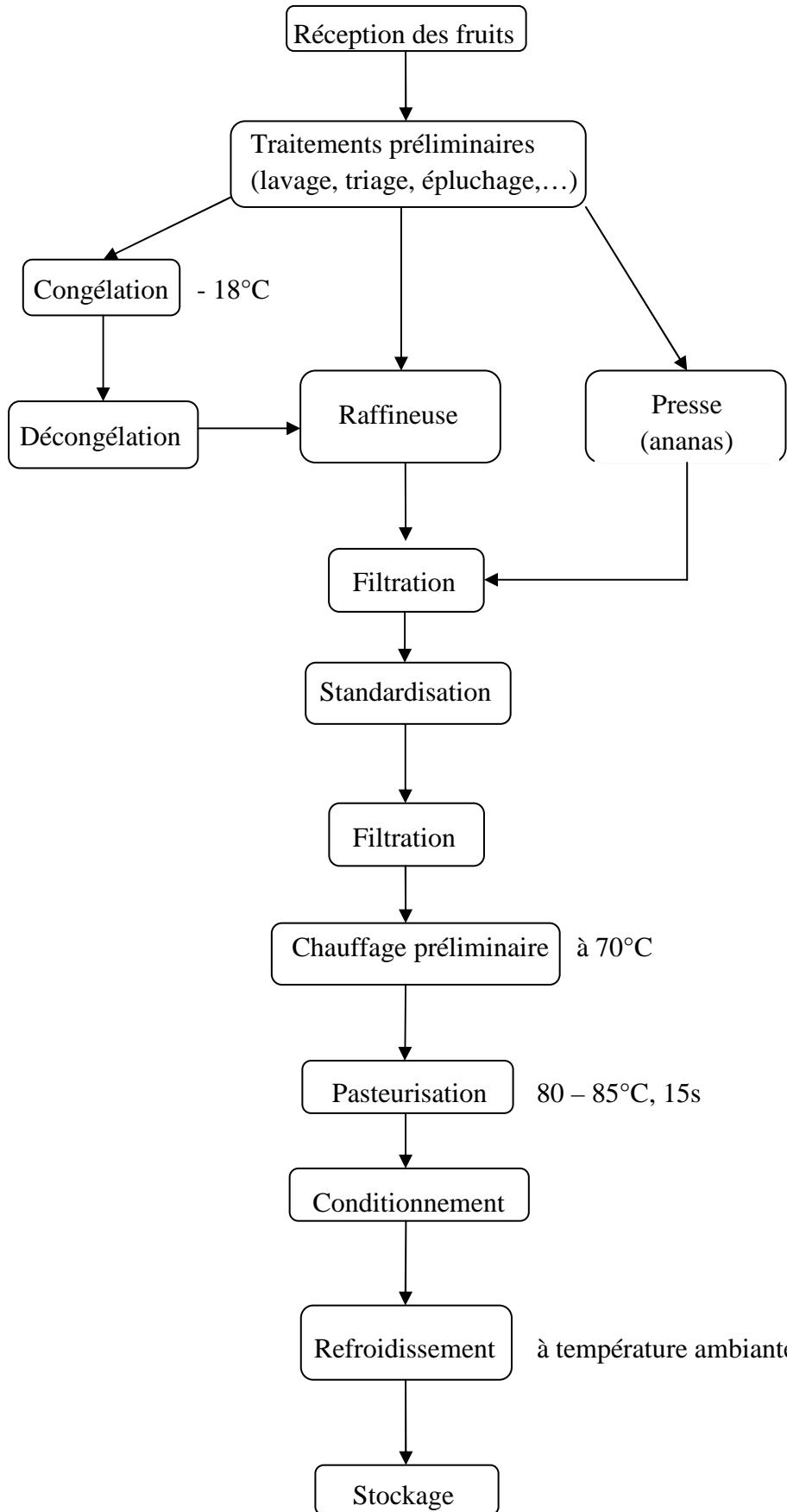
« - » : valeur non mentionnée

nd : non déterminée

\*Cisse *et al*, 2009

\*\* Pamplona, 2011

Cette figure résume les différentes étapes de fabrication des jus et nectars de fruits Eoah.



**Figure 1 : Procédés de fabrication des jus de fruits et des nectars de fruits Eoah**

## II.2 Boissons énergétiques

Les boissons énergétiques, dites aussi boissons de l'effort, sont soumises à la législation des compléments alimentaires (directive 2002/46/CE du Parlement Européen, décret du 20 mars 2006). (Nathan *et al*, 2010)

Les boissons énergétiques sont des boissons répondant aux besoins spécifiques du sportif qui fournit une dépense musculaire tout en assurant une bonne hydratation. (Nathan *et al*, 2010)

- **Composition**

Une liste d'ingrédients pouvant entrer dans la composition de ces boissons a été établie suite à cette réglementation. Les boissons de l'effort ne doivent être ni trop acides ni trop gazeuses ni trop sucrées avec une osmolarité aux environs de 390mmol/l. Elles apportent 6 à 8% de glucides qui sont généralement du dextrose, du fructose ou des maltodextrines. Elles contiennent des minéraux (potassium, calcium, magnésium, sodium, phosphore)

En général, les boissons énergétiques doivent permettre une bonne hydratation, avoir une teneur en sucre (glucose, fructose, maltodextrine) comprise entre 20 et 80g/l et 0,4g/l de sodium.



Boissons énergétiques

## II.3 Boissons énergisantes

Les boissons énergisantes sont des boissons apportant un regain d'énergie et rehaussent la vivacité par leurs propriétés stimulantes. Ces propriétés sont dues à leurs composants notamment la caféine mais aussi à d'autres plantes comme le ginseng, le *Ginko biloba*, etc. (INSPQ, 2010)



### **Composition générale**

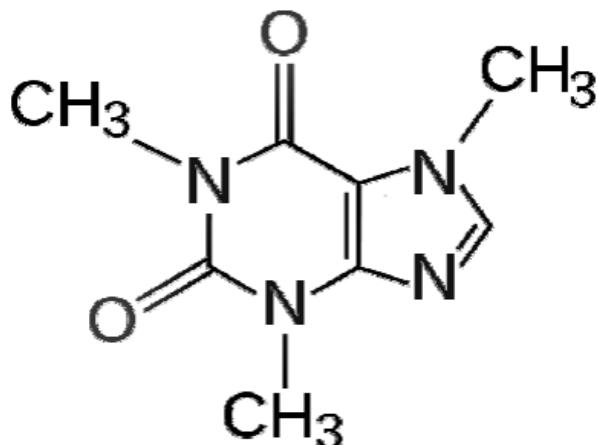
Les boissons énergisantes présentent des compositions plus ou moins différentes mais les principaux composants sont: la caféine, la taurine, le glucuronolactone, l'inositol, le guarana, le ginseng, les vitamines du groupe B et le sucre (INSPQ, 2011)

#### **II.3.1 Caféine**

Ingrédient principal des boissons énergisantes, sa concentration est variable suivant les boissons (200 – 1400 mg/l)

La caféine est une substance naturelle se trouvant dans plusieurs plantes comme le cafier, le cacaotier, le maté, le guarana, le cola, le théier. Elle a été découverte en 1819 par Friedrich Ferdinand Runge (chimiste Allemand).

La caféine ( $C_8H_{10}N_4O_2$ ) est connue sous le nom de 1,3,7-triméthylexanthine ou 1,3,7-triméthyle-1-hydroxypurine-2,6-dione.



**Figure 2: Structure de la caféine**  
(Source: CHABAUD M., 2010)

#### **– Propriétés de la caféine**

Substance psychostimulante la plus consommée dans le monde (Dubé *et al*, 2010), la caféine est un alcaloïde végétal de la famille des bases puriques ou méthylxanthines. Elle est présente dans les feuilles, graines et fruits et est utilisée comme mécanisme de défense naturel par les plantes car elle est toxique pour les insectes.

La caféine permet d'augmenter la vigilance, la concentration et permet de diminuer la fatigue (repousse le seuil de fatigabilité). Elle est aussi utilisée dans le traitement de l'apnée néonatal (<http://www.lab-cerba.com/pdf/0137F.pdf>).

Elle augmente la sécrétion des catécholamines, diminue le temps de réaction, augmente l'utilisation des triglycérides et améliore la contraction des fibres musculaires.

– Teneur en caféine de différentes boissons

Ce tableau donne la teneur en caféine de quelques boissons.

**Tableau 2 : Teneur en caféine de différentes boissons**

BOISSON	TENEUR EN CAFEINE
Café filtre	700-1100mg/l
Café soluble (instantané)	350-450mg/l
Expresso	170mg/100ml
Thé vert	110-180mg/l
Thé noir	180-280mg/l
Boissons énergisantes	50-350mg/250ml
Boisson type cola	110-130mg/l

(McCusker *et al*, 2003 ; Chabaud, 2010)

Une tasse de café (100ml) contient environ 7 à 10 fois plus de caféine par rapport au thé (100ml).

– Apports recommandés en caféine

Il est nécessaire de connaître les taux de caféine recommandés à ne pas dépasser dans l'alimentation quotidienne pour chaque groupe d'âge et pour chaque groupe de population.

Le tableau ci-après résume les apports quotidiens maximaux recommandés de caféine.

**Tableau 3 : Apport quotidien maximal recommandé en caféine**

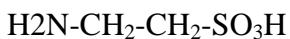
Population	Apport quotidien maximal de caféine recommandé	Equivalent en tasse de café filtre contenant 135mg de caféine
<i>Enfants de 12ans et moins</i>		
4-6 ans	2,5mg/kg de poids corporel 45mg	≈ 1/3 de tasse
7-9 ans	62,5 mg	≈ 1/2 tasse
10-12 ans	85 mg	≈ 2/3 de tasse
<i>Adolescents âgés de 13 ans et plus</i>		
Ex : 13 ans, fille ou garçon (45kg)	2,5mg/kg de poids corporel 112mg	≈ 3/4 de tasse
17 ans : Fille (55kg) Garçon (65kg)	138mg 162mg	≈ 1 tasse : ≈ 1/4 de tasse ≈ 1 tasse : ≈ 1/4 de tasse
Femmes enceintes et mères qui allaitent	300mg	≈ 2/4 de tasses
Adultes (en bonne santé)	400mg	≈ 3 tasses

(INSPQ, 2011)

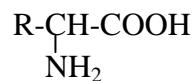
### II.3.2 Taurine (Aguilar *et al*, 2009 ; Timothy, 1998 ; Chabaud, 2010)

La taurine ou acide 2-aminoethanesulfonique n'est pas considérée comme un acide aminé en raison de la présence d'un groupement sulfonique (-SO<sub>3</sub>H) au lieu du groupement carboxyle (-COOH) rencontré chez les acides aminés.

Structure de la taurine



Structure des acides aminés



Elle a été isolée de la bile de taureau en 1827 par des scientifiques Allemand Friedrich Tiedman et Leopold Gmelin, d'où son nom.

La taurine provient du métabolisme de la méthionine et de la cystéine (acides aminés soufrés). Elle n'entre pas dans la synthèse des protéines et se retrouve ainsi sous forme libre ou sous forme de simples peptides dans l'organisme. Elle est présente en grande quantité dans l'organisme. La taurine est abondante dans plusieurs tissus comme le myocarde, le cerveau, la rétine mais également dans les muscles squelettiques, le système nerveux central, les globules blancs et les plaquettes sanguines.

Pendant des périodes de stress comme lors de pratiques d'activités sportives intenses, la taurine est considérée comme un acide aminé « conditionnellement essentiel » du fait de la déplétion des réserves de l'organisme. Un apport alimentaire est ainsi nécessaire.

La taurine jouerait un rôle dans de nombreux processus physiologiques comme la formation des sels biliaires ou lors de l'osmorégulation notamment celui du calcium. Principalement, elle agit comme neuromodulateur.

Elle est présente en grande quantité dans les viandes rouges et les fruits de mer. Dans les boissons énergisantes, sa concentration varie de 100 à 16000mg/l.

Aucun effet toxique n'est connu jusqu'à présent concernant la consommation excessive de taurine. Elle ne présente aucun effet génotoxique, tératogène ou cancérogène.

### II.3.3 Glucuronolactone (FSPB, 2002 ; Dubé *et al*, 2010)

Le glucuronolactone (connu également sous le nom de D-glucurono- $\gamma$ -lactone dans certaines littératures) est obtenu à partir du métabolisme du glucose dans le foie. Il joue un rôle de régulateur dans la formation du glycogène.

Le glucuronolactone est principalement présent dans les vins (qui en sont riches) et les gommes. Il est présent dans les boissons énergisantes entre 2400mg et 4540mg/l.

Lors de son administration par voie orale, il est rapidement absorbé, métabolisé et excrété sous forme d'acide glucarique, de xylitol et de L-xylulose.

#### - Toxicité et effets potentiels:

Chez le rat, l'acide glucuronique, précurseur du glucuronolactone, entre dans la synthèse de la vitamine C. Il est converti en acide gluconique ou en glucuronolactone puis en guluronolactone et enfin en vitamine C. Cependant, cette voie métabolique n'existe pas dans le

métabolisme humain. Les rats ne sont pas des modèles fiables pour étudier les effets de cette molécule chez les humains. (Timothy, 1998)

Si des études sur ces animaux ont montré des effets toxiques de cette molécule, aucun effet n'a encore été démontré pour le métabolisme humain. (FSPB, 2002)

#### II.3.4 Inositol (Dubé *et al*, 2010)

L'inositol est présent dans les boissons énergisantes à une concentration comprise entre 40 et 600mg/l. Il se trouve à forte concentration dans le muscle cardiaque, le cerveau et les muscles squelettiques.

L'inositol joue le rôle de second messager dans la transmission des informations hormonales aux cellules. Sous forme d'inositolphosphate, il entre dans la composition de la membrane cellulaire tandis que dans sa forme triphosphorylée (inositoltriphosphate), il augmente le calcium intracellulaire. L'inositol est aussi à l'origine du déclenchement de plusieurs cascades d'activation cellulaire (exemple : activation des lymphocytes TCD4,...).

L'inositol ne présente jusqu'à présent aucune dose毒ique connue et ne s'accumule pas dans l'organisme.

#### II.3.5 Vitamines du groupe B :

Ce sont des vitamines hydrosolubles impliquées dans le métabolisme énergétique. Les vitamines du groupe B sont au nombre de 8 : thiamine (B1), riboflavine (B2), pyridoxine (B6), cobalamine (B12), niacine, acide pantothénique, biotine et folate.

#### II.3.6 Sucre

Le sucre a une concentration comprise entre 0 et 288mg/l dans les boissons énergisantes. Il est responsable de l'effet énergétique de ces boissons.

Le glucose ou le saccharose sont les plus utilisés. Certaines marques utilisent du stevia (Plamondon, 2011), succédané du sucre, provenant d'une plante de la famille du tournesol dont le pouvoir sucrant est 200 à 300 fois supérieur à celui du sucre.

Les concentrations moyennes des composants des boissons énergisantes sont données dans le tableau ci-après

**Tableau 4: Concentration générale des composants des boissons énergisantes.**

(Dubé *et al*, 2010)

Composants	Teneur en mg/250ml de boisson
Caféine	50 – 350
Taurine	25 – 4000
Guarana	35 – 350
Ginseng	25 – 600
Inositol	10 – 150
Glucuronolactone	600 – 1135
Vitamines du groupe B	Dépend de la vitamine
Sucre	0 – 72

Le tableau ci-dessous présente la teneur en caféine de quelques boissons énergisantes.

**Tableau 5: Teneur en caféine de quelques boissons énergisantes.**  
(Allard, 2013)

Boisson énergisante	Teneur en caféine (mg/ canette)	Teneur en caféine (g/l)
Red Bull	80	320
Monster Energy	75	300
Burn Energy Drink	80	320
Rockstar	80	320

### **III- PLANTES STIMULANTES**

Les plantes les plus connues possédant une action stimulante sont celles possédant de la caféine comme le thé, le café, le cola, etc. Ces plantes, grâce aux molécules stimulantes qu’elles contiennent permettent un accroissement des capacités intellectuelles et physiques (vivacité, éveil, hausse de la concentration, regain d’énergie temporaire).

#### **III.1 Les plantes stimulantes de Madagascar**

III.1.1 Cola: *Cola nitida* (Aubry, 2011 ; Nicolas, 2012 ; Orwa *et al*, 2009 ; Taik-Koo Yun, 2001)

Il existe plus de 125 espèces de cola mais les plus connues et les plus utilisées sont : *Cola nitida*, *Cola acuminata*, *Garcinia cola*.

##### *3.1.1.1 Historique*

La noix de cola provient des forêts tropicales d’Afrique. Elle a une part importante dans les pratiques spirituelles traditionnelles de la culture et de la religion. En milieu rural, en Afrique de l’est, la noix de cola est une source de revenus pour les familles.

##### *3.1.1.2 Botanique*

Les feuilles du kolatier sont simples, entières et rétrécies ou arrondies vers la base.

Les fleurs de *C. nitida* et de *C. acuminata* présentent un périanthe blanc ou coloré.

Les fruits sont sessiles, placés à l’extrémité d’un pédoncule court. Ils sont formés de 2 à 6 follicules disposés en étoile. Les follicules contiennent 1 à 10 graines.

Les graines de cola se composent de cotylédons. Pour le genre *Cola nitida*, la graine est composée de 2 cotylédons facilement divisibles. Les graines de *Cola acuminata* présente plus de 4 cotylédons.

##### *3.1.1.3 Composition de la graine* (Nicolas, 2012; Orwa *et al*, 2009 ; Taik-Koo Yun, 2001)

La graine de cola contient des protéines, des lipides, des glucides et de l’amidon, de la cellulose, des tanins, de la caféine (2,3 à 2,5%) et de la théobromine.

### 3.1.1.4 Utilisations

La noix de cola est mâchée par les anciennes générations d'Africains pour ses propriétés stimulantes, notamment pour diminuer la sensation de fatigue mais aussi pour avoir une bonne haleine et des dents blanches. La noix de cola est également consommée pour ses propriétés aphrodisiaques.

Elle fut utilisée, avec le coca (*Erythroxylum coca*, contenant de la cocaïne), pour la fabrication de la boisson coca-cola. Ces deux plantes furent retirées et la caféine fut remplacée par de la caféine de synthèse.

## III.1.2 Café : *Coffea*

### 3.1.2.1 Historique (Iary Ravelojaona, 2010 ; Ramilison, 1985)

Les premières cultures de café sont trouvées en Ethiopie. Le café est devenu une boisson très appréciée. La culture du café se répandit peu à peu dans toute l'Afrique puis vers la fin du XVIème siècle, se propagea dans le monde entier.

L'introduction du café à Madagascar se fit par les réunionnais habitant la région de la côte Est de l'île. L'espèce *Coffea arabica* fut la première à être importée mais elle ne s'adapta pas au climat de la région. Plus tard, la variété de l'espèce *Coffea canephora*, connue sous l'appellation « robusta », originaire de l'Afrique centrale a été introduite aux environ des années 1900.

La variété arabica (*Coffea arabica*) contient 1,4% de caféine tandis que la variété robusta (*Coffea canephora*) contient 2,5% de caféine. (CEDEAO-CSAO, 2007)

Le robusta a une plus forte productivité et occupe 95% de la caféculture à Madagascar. (MAEP-UPDR, 2004)

### 3.1.2.2 Botanique (CIRAD, 2003)

Le caféier est un arbuste à feuilles persistantes, vertes.

Les racines sont formées d'un pivot duquel partent des racines axiales assurant la nutrition de la plante en eau. Des ravines latérales assurent la nutrition en minéraux.

Les fleurs sont blanches avec un parfum de jasmin. Elles présentent 5 ou 6 pétales réunies en bouquet.

Les fruits appelées cerises ou drupes sont de couleur verte puis jaune et deviennent rouge à maturité. Les drupes sont groupées en glomérules. Les baies de café sont formées de 2 graines ou fèves, recouvertes d'une fine membrane jaune pale : la parche ou l'endocarpe. Cet ensemble est entouré d'une pulpe ou mucilage blanc jaunâtre, sucrée. Le tout est recouvert par la peau.

### 3.1.2.3 Récolte

Le café peut être récolté de deux façons :

- Récolte manuelle ou méthode de picking : qui nécessite un coût de main d'œuvre élevé car les cerises sont cueillies une par une. Seuls les fruits les plus mûrs sont récoltés. Ce mode de récolte est destiné aux cafés de haute qualité comme l'arabica.

- Strip-picking : méthode qui consiste à tirer toutes les cerises en une fois, donne un café hétérogène et est utilisée pour le robusta.

### 3.1.2.4 Utilisation

La partie utilisée est la graine. Elle est prête à la consommation après séchage, torréfaction et réduction en poudre.

Le principal composant actif du café est la caféine.

Le café acquiert son arôme et son goût grâce à la torréfaction. La qualité du grain obtenue dépend de la durée et de la température de torréfaction qui ne doit être ni trop courte ni trop longue pour éviter que le grain ne soit trop clair ou trop foncé.

La principale utilisation du café est la préparation de boissons chaudes ou froides (expresso, café filtre, capuccino, moka, café glacé, café frappé, etc.)

### III.1.3 Gingembre : *Zingiber officinale* (Andriantsitohaina, 2010; Joy *et al*, 1998; Nicolas, 2012)

Bien que le gingembre soit exempt de caféine, il est tout de même reconnu pour ses propriétés tonifiantes.

*Zingiber officinale* fait partie de la famille des Zingibéracées qui contient environ 1500 espèces.

#### 3.1.3.1 Historique

Le gingembre est originaire d'Inde et de Malaisie. Son nom vient du sanscrit « sringavera » signifiant « en forme de bois de cerf »

#### 3.1.3.2 Botanique (Andriantsitohaina, 2010; Botineau, 2010; Joy *et al*, 1998; Nicolas, 2012)

Le gingembre est une plante herbacée vivace. La partie souterraine de la plante est formée par un rhizome à la partie inférieure duquel partent des racines adventives. La partie supérieure est constituée par des tiges portant deux types de feuilles. Cette plante présente des feuilles inférieures incomplètes réduites à une gaine et des feuilles supérieures présentant une gaine et un limbe.

Les fleurs présentent 3 sépales unis à la base et trois pétales unis puis séparés au sommet en 3 lobes. Elles sont jaunes avec parfois des stries pourpre-violacé. Des 3 étamines, 2 sont soudées et forment un labelle coloré trilobé formant le centre de la fleur. L'ovaire est infère, triloculaire et pluriovulé.

#### 3.1.3.3 Composition du rhizome de gingembre

Le rhizome est composé principalement de glucides sous forme d'amidon. Il renferme également une huile essentielle et de l'oléorésine, une enzyme protéolytique, la zingibaïne, des protéines, lipides, hydrates de carbone, minéraux et vitamines.

#### 3.1.3.4 Utilisations

Le gingembre est cultivé dans les régions tropicales : Sierra-Léone, Japon, Inde, Chine, Sri-Lanka, Mexique, Jamaïque, Hong-Kong, Australie, Nigéria, Congo. (Joy *et al*, 1998)

Considéré comme une épice en cuisine, il peut être utilisé sous différentes formes (frais, séché) pour relever un plat ou pour attendrir la viande.

En médecine traditionnelle, son application diffère selon les pays.

A Madagascar, il est principalement utilisé contre la toux.

En Chine, le gingembre aide à lutter contre le mal de tête, la diarrhée, le vomissement, la toux.

III.1.4 Thé : *Thea* (Krieps, 2009 ; Namita et al, 2012, Sharangi, 2009; Tariq et al, 2012)

#### 3.1.4.1 Historique

Le théier est originaire de Chine, du Sud et du Sud-est Asiatique. Les plants de *Camellia sinensis* sont arrivés en Europe et aux Etats-Unis (Krieps, 2009) à partir du XVIIe siècle.

*Camellia sinensis* ou théier de Chine est cultivé en Chine et au Japon pour la production de thé vert tandis que la variété *assamica*, théier d'Assam est cultivée en Inde, au Sri Lanka, en Indonésie et en Afrique et sert à produire essentiellement du thé noir.

Les plants de thé cultivé à Sahambavy sont des plants de *Camellia sinensis*.

#### 3.1.4.2 Botanique

Le théier est une plante à feuilles persistantes, isolées, alternes, de forme allongée, légèrement elliptiques. Il a des feuilles de couleur vert foncé, brillantes.

Les fleurs sont odorantes. Elles présentent des pétales blancs, adhérents à la base et forment une corolle spiralée ainsi que 5 sépales également spiralés. Les étamines, au nombre de 200, sont de couleur jaune. Le gynécée présente 3 carpelles uniloculés et un ovaire supère.

Le fruit est une capsule loculoïde trigone (3 loges uniséménées).

#### 3.1.4.3 Récolte

Le thé est récolté manuellement. Le type de cueillette ainsi que l'état des feuilles influence la qualité du thé. Plus la feuille est cueillie jeune, plus sa qualité est élevée mais plus le rendement est faible.

Les feuilles de thé sont toujours cueillies avec la tige.

Il existe trois types de cueillette :

- La cueillette impériale : seuls le bourgeon terminal et la feuille qui le suit immédiatement sont cueillis. Cela donne un thé de meilleure qualité.
- La cueillette fine : le bourgeon terminal et les deux premières feuilles sont cueillis. Le thé obtenu a une excellente qualité
- La cueillette moyenne : donne un thé de plus ou moins bonne qualité mais avec un rendement élevé. Elle permet, de plus, un bon développement du théier. En plus du bourgeon terminal ; les 3 feuilles qui le suivent sont récoltées.

#### 3.1.4.4 Composition de la feuille de thé (Krieps, 2009)

Les feuilles de thé contiennent des polyphénols (flavonoïdes, acides-phénols, tanins) ; des alcaloïdes dont la caféine, la théophylline et la théobromine ; 19 acides aminés dont la théanine qui est le principal acide aminé du thé, des vitamines (acide nicotinique, acide ascorbique et les vitamines du groupe B) ; des composés minéraux (fluor, potassium, aluminium,...), des glucides, des protéines, des lipides, des caroténoïdes.

### 3.1.4.5 Utilisations

Les feuilles de théier sont surtout utilisées pour la fabrication de boissons. Le thé est la deuxième boisson la plus consommée au monde après l'eau.

Il existe 4 grandes familles de thé : (Sharangi, 2009)

- **Thé vert** : thé dit « vierge » car il n'a subi aucune transformation (fermentation). Il a un goût sucré puis amer. Il contient plus de polyphénols que le thé noir mais moins de caféine.
- **Thé blanc** : obtenu par infusion des bourgeons de la plante cueillis avant leur ouverture complète. Les feuilles sont cuites à la vapeur puis séchées. La qualité réside dans le fait qu'il a subi le moins de transformations possibles. Le niveau d'antioxydants de ce thé est élevé. Par contre, il a une teneur en caféine basse.
- **Thé noir** : représente plus de 72% de la production totale de thé dans le monde (Sharangi, 2009). Il a une teneur en flavonoïdes plus élevée que celui du thé blanc et contient plus de caféine. Les antioxydants du thé noir aident à débarrasser le corps des toxines nocives. Le thé noir est obtenu par fermentation des feuilles. Son obtention se fait en 5 étapes : flétrissage, roulage, fermentation, séchage et tri)
- **Thé oolong** : thé partiellement fermenté (ou semi-fermenté) qui possède les caractéristiques du thé noir et du thé vert en termes de saveur et de bénéfices sur la santé. Il possède un grand nombre d'antioxydants ayant une action protectrice des cellules saines de la peau et ralentit le processus de vieillissement.

Outre ces 4 grandes familles, il existe deux autres types de thé :

- **Thé pur'eh** : unique du fait que, après récolte, il est réduit en poudre et vieilli pendant 50 à 100 ans. Il est récolté à tout moment de l'année à partir d'une large variété de feuilles de théier. Il subit le même traitement que le thé noir.
- **Rooibos ou thé rouge** : ce thé vient d'un arbuste d'Afrique du Sud et ne contient pas de caféine. Il contient par contre un nombre élevé d'antioxydants.

Le thé est aussi utilisé en médecine traditionnelle grâce à ses constituants.

Il est utilisé : (Namita *et al*, 2012 ; Sharangi, 2009)

- Comme anti-vieillissement grâce à la présence d'antioxydants
- Pour la réduction des maladies cardiovasculaires par son action sur l'hypercholestérolémie (le thé limite l'absorption du cholestérol dans l'intestin)
- Pour corriger les troubles de la peau (Sharangi, 2009) (démangeaisons, brûlures, inflammation due à des piqûres d'insecte, éruptions cutanées). Les tanins et les flavonoïdes possèderaient des propriétés antiseptiques.

- Dans la lutte contre plusieurs formes de cancer grâce à la présence de polyphénols (cancers du poumon, du pancréas, de la prostate, du sein et de l'œsophage) (Sharangi, 2009)
- Dans la prévention du diabète (les polyphénols abaissent la glycémie par une inhibition de l'activité de l'amylase). L'amidon subit ainsi une dégradation lente.
- Pour améliorer la santé bucco-dentaire par la présence de fluorures dans les feuilles de thé.

### III.1.5 Khat : *Catha edulis*

#### 3.1.5.1 Historique

Le khat aurait déjà été utilisé au Yémen à partir du IVème siècle et aurait été importé en Afrique par les Ethiopiens par la suite (ACMD, 2005).

#### 3.1.5.2 Botanique (Didier, 2008)

Le khat (*Catha edulis*) est un arbuste à feuilles persistantes. Il présente des feuilles opposées ou alternes, coriacées, simples et ovales qui ont entre 4 à 11 cm de long et 1,8 à 5 cm de large. Les feuilles ont une odeur légèrement aromatique et un goût astringent (tannins). Les fleurs présentent un pédoncule court avec 5 pétales blancs jaunâtres alternant avec les sépales, 5 étamines alternipétales, un ovaire avec 3 ou 4 loges contenant 2 ovules ascendants.

Le fruit de la plante est sec et déhiscent. C'est une capsule oblongue de 8 à 10 mm de long et 2 à 3 mm de diamètre. Il contient des petites graines brunes recouvertes d'un arille membraneux blanc et sec.

#### 3.1.5.3 Composition

Les feuilles de khat contiennent des alcaloïdes, des flavonoïdes, des terpénoïdes, des stérols, des glycosides, des tannins, des acides aminés, des vitamines et minéraux. Les alcaloïdes principaux sont les phénylalkylamine et la cathéduline. Les phénylalkylamines des feuilles de khat sont la cathine, la cathinone et la noréphadrine. Les deux premières sont les principales molécules psychoactives de la plante. ([www.who.int](http://www.who.int))

Ces molécules sont structurellement semblables à l'amphétamine avec des effets similaires mais moins puissants.

#### 3.1.5.4 Utilisations

Le khat est généralement mâché et retenu dans la bouche.

Il peut aussi être utilisé en décoction, en inhalation, en galette. (Didier, 2008)

Le khat est classé comme étant un psychoanaleptique ou stimulant du système nerveux central avec la caféine, la cocaïne et les amphétamines et est réputé pour ses propriétés excitantes et aphrodisiaques. (Ratobimanankasina, 2014)

A Madagascar, en Tanzanie et au Kenya pousse une variété unique appelé Mira ou Miro (en swahili). La teneur en alcaloïde de cette variété est supérieure à celle du khat éthiopien ou yéménite.

### III.2 Les plantes stimulantes les plus utilisées dans les boissons énergisantes

III.2.1 Ginseng : *Panax* (Blanvillain, 1995 ; Couture, 2002, Lakshmit *et al* 2011 ; Taik-Koo Yun, 2001 ; Radad *et al*, 2009)

#### 3.2.1.1 Historique

Le ginseng est une plante médicinale utilisée en Chine, en Corée et au Japon depuis des centaines d'années (Lakshmit *et al* 2011). Le premier *Panax ginseng* a été cultivé autour de l'an -11.

Le terme *Panax* donné par le botaniste Allemand C. A. Meyer vient de deux mots grecs « Pan » : tout et « Axos » signifiant guérir donc « guérit tout ». *Ginseng* vient du chinois « rensheng » signifiant « humain » car la racine a la forme d'un homme.

Le ginseng est considéré comme un médicament populaire (Radad *et al*, 2009)

Les espèces les plus connues et utilisées sont :

- *Panax ginseng* (ginseng asiatique) cultivé en Chine, au Japon, en Corée, mais aussi en Russie et en Allemagne (Taik-Koo Yun, 2001)
- *Panax quinquefolius*, le ginseng américain (Couture, 2002), cultivé au Sud du Canada et aux Etats-Unis.

#### 3.2.1.3 Botanique

Le ginseng est une plante vivace. C'est une plante adaptogène (Botineau, 2010). Il atteint l'âge adulte après 5 ou 6ans. Les fleurs sont minuscules, blanchâtres et se transforment en baies rouge vif après épanouissement.

Les feuilles sont au nombre de 4 ou 5 et sont digitées.

La racine est blanc jaunâtre et possède une odeur aromatique.

#### 3.2.1.3 Composition

La racine de ginseng contient des saponosides ou ginsenosides, principaux composants actifs du ginseng. Elle est riche en sels minéraux, en enzymes et en vitamines (B1 et B2)

#### 3.2.1.4 Utilisations

La partie utilisée de la plante est la racine.

Le ginseng est surtout utilisé comme tonique général (stimulant) et aphrodisiaque. Outre ces propriétés, il a aussi une action antistress, augmente la résistance à la fatigue, accroît les performances cognitives, augmente l'endurance physique et augmente l'activité de la mémoire.

Le ginseng possède des actions antioxydantes et immunomodulantes. (Zimmer, 2007)

III.2.2 Guarana : *Paullinia cupana* (Aubry, 2011; Hamerski *et al*, 2013; Orwa *et al*, 2009)

#### 3.2.2.1 Historique

Le guarana (*Paullinia cupana*) est une plante originaire des forêts amazoniennes d'Amérique du Sud. Les amérindiens le consommaient pour oublier la faim mais aussi car il apporte un regain d'énergie.

« Guarana » vient de Guaranis, une tribu d'indiens d'Amérique du Sud. Le nom de genre « *Paullinia* » vient du nom de C. F. Paullini, botaniste allemand ayant découvert la plante (Orwa *et al*, 2009). Cette plante a été décrite pour la première fois par Kunth en 1821 (Hammerski *et al*, 2013).

### 3.2.2.2 Botanique

*Paullinia cupana* est un arbuste ligneux. Ses feuilles sont alternes, composées de 5 folioles.

Les fleurs sont unisexuées, mâles ou femelles, de couleur jaune et parfumées. Elles présentent 5 pétales, 5 sépales, 8 étamines et un ovaire triloculaire.

Le fruit est de couleur jaune foncé ou rouge orangé. C'est une capsule trisectionnée qui s'ouvre partiellement à maturité. Cette capsule contient 1 à 3 graines (Orwa *et al*, 2009) noires, verdâtres ou bleues violet (selon les auteurs) recouvertes d'un arille.

### 3.2.2.3 Composition chimique

Les graines de guarana contiennent de la caféine (guaranine) dont la teneur varie de 2,07% à 5,08% (Orwa *et al*, 2009), de la théobromine et de la théophylline. Elles contiennent en outre des tanins, des saponines, de l'amidon, des pigments (Hammerski *et al*, 2013)

### 3.2.2.4 Utilisations

Les parties de la plante utilisées sont les graines qui servent à la fabrication de bâtonnets de guarana pouvant être conservés pendant de longues périodes. Râpés, ces bâtonnets servent à la préparation de boissons. La boisson la plus connue est le guarana Antarctica « boissons nationale » du Brésil. Il est aussi utilisé dans les boissons énergisantes.

#### ➤ Guarana Antarctica (Timothy, 1998; Orwa *et al* 2009)

Boisson traditionnelle des Indiens d'Amérique du Sud, au Nord de l'Amazonie, le Guarana Antarctica comme son nom l'indique, est fabriqué à partir des graines du guarana. Boisson non alcoolisée, elle est surtout consommée au Brésil et en Allemagne. Ces peuples indigènes la buvaient pour ses propriétés stimulantes.

Les premières boissons traditionnelles à base de guarana étaient préparées à partir de bâtons de guarana grattés dans de l'eau pour produire une infusion (Orwa *et al*, 2009)

En pharmacologie, le guarana est utilisé comme stimulant, tonique, pour lutter contre la fatigue, pour améliorer les performances cognitives. Il aurait aussi des propriétés antidiarrhéiques (Orwa *et al*, 2009).

### III.2.3 Maté: *Ilex paraguariensis* (Aubry, 2011; Burkis *et al*, 2012; Dudley-Martin, 2008)

#### 3.2.3.1 Historique

Le yerba maté (*Ilex paraguariensis*) est un arbre de la famille des Aquifoliaceae poussant près des ruisseaux des forêts montagneuses d'Amérique du Sud à 500 – 700m d'altitude, pouvant atteindre 20m de haut. Au XVI<sup>e</sup> siècle, cette plante a été ramenée en Europe par des Espagnols du Paraguay.

### 3.2.3.2 Botanique (Goetz, 2001 ; Berte, 2011)

C'est un arbre pouvant atteindre plus de 15m de hauteur à l'état naturel ou un arbuste de 4 à 7m en culture (plantation) ayant un port dressé et évasé. Il présente des feuilles persistantes, simples, alternes, ovales, dentées de 5-8cm de long et 4-5cm de large. A l'aisselle des feuilles se trouvent de petites fleurs blanches à verdâtres, groupées en cymes. Les fruits sont des baies ou drupes de 4 à 6mm, ovoïdes et charnues, de couleur violettes.

### 3.2.3.3 Composition des feuilles

D'après les études menées par Burkis *et al* (2012), les feuilles de yerba maté contiennent 3 types de xanthines (caféine, théobromine et théophylline). La caféine représenterait 1 à 2% du poids sec total. Outre les xanthines, les feuilles contiennent aussi des composés phénoliques et des saponines ayant des effets hypcholestérolémiant.

Une tasse d'infusion de feuilles de maté apporte 70mg de caféine. (Goetz, 2001)

### 3.2.3.4 Utilisation

Les parties utilisées sont les feuilles entières ou coupées et séchées.

- *Le maté (boisson)*

Boisson traditionnelle issue de la culture des indiens Guarani elle est produite à partir de la torréfaction des feuilles de yerba maté. Elle est surtout consommée en Amérique du Sud (Brésil, Argentine, Chili, Paraguay et Uruguay).

➤ Préparation

Les feuilles séchées, torréfiées sont déposées dans une calebasse, remplissant les trois quarts de celle-ci. De l'eau chaude est ensuite ajoutée dans le récipient et le tout est infusé pendant 5 à 10 min. L'infusion est bue à l'aide d'une pipette en métal appelée « bombilla ».

Cette boisson non alcoolisée est consommée principalement entre amis, collègues ou en famille et possède donc un « très fort pouvoir social » (Dudley-Martin *et al*, 2008).

➤ *Propriétés de la boisson*

Le maté possède des propriétés stimulantes induites par la caféine ainsi que des propriétés antioxydantes dues à la présence de composés phénoliques. La consommation de cette boisson améliorera la vigilance, les performances cognitives à court terme et diminue la fatigue mentale et physique.

## III.3 Les plantes stimulantes entrant dans l'élaboration de la boisson à propriétés stimulantes

Les plantes entrant dans les formulations de la boisson sont le café, le thé, le gingembre, le cola et la menthe.

Le tableau ci-après présente la classification de ces plantes à propriétés stimulantes.

**Tableau 6 : Classification des plantes utilisées dans la boisson à propriétés stimulantes**  
 (www.itis.gov)

Cola	Règne : Embranchement : Classe : Ordre : Famille : Genre : Espèce :	VEGETAL MAGNOLIOPHYTES MAGNOLIOPSIDES MALVALES MALVACEES (STERCULIACEES) <i>Cola</i> <i>nitida</i>
Café	Règne : Embranchement : Classe : Ordre : Famille : Genre : Espèce :	VEGETAL SPERMAPHYTES DICOTYLEDONES GENTIANALES RUBIACEES Jus. <i>Coffea</i> <i>arabica</i>
Gingembre	Règne : Embranchement : Classe : Ordre : Famille : Genre : Espèce :	VEGETAL SPERMAPHYTES MONOCOTYLEDONES SCITAMINES ZINGIBERACEES <i>Zingiber</i> <i>officinale</i>
Thé	Règne : Embranchement : Classe : Ordre : Famille : Genre : Espèce :	VEGETAL ANGIOSPERMES DICOTYLEDONES ERICALES THEACEES <i>Camellia</i> <i>sinensis</i>

#### **IV- ETUDE MICROBIOLOGIQUE**

- Bonnes pratiques d'hygiène (BPH), bonnes pratiques de fabrication (BPF)**

Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) sont des mesures simples qui doivent être prises pour prévenir l'apparition d'infections alimentaires. (AFSCA, 2012)

Le respect des bonnes pratiques de fabrication (BPF) permettent d'assurer l'innocuité de l'aliment n'entrant pas de risques pour la santé.

- Flore aérobie mésophile totale (FAMT)**

Cette flore regroupe les microorganismes se développant en milieu aérobie à 30°C.

La détermination des germes aérobies mésophiles représente l'ensemble des bactéries, levures et moisissures présentes dans le produit au moment de l'analyse (Desbordes, 2003).

C'est un indicateur de qualité sanitaire et de qualité marchande (Bonnefoy *et al*, 2002). La flore aérobie mésophile totale est une flore d'altération.

Il y a un risque pour la santé du consommateur si la flore aérobie mésophile totale est supérieure ou égale à  $10^5$  microorganismes/g (Bonnefoy *et al*, 2002).

- **Coliformes**

Les coliformes totaux représentent toutes les bactéries aérobies ou anaérobies facultatives, Gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnets mobiles ou non.

Les coliformes totaux sont des indicateurs de contamination de l'eau et des aliments. Ils sont généralement présents dans l'environnement (sol, végétation) mais également dans l'intestin des mammifères dont les humains.

Ces bactéries peuvent aussi indiquer un traitement thermique inefficace ou une contamination après le traitement.

- ***Escherichia coli***

Les fruits frais peuvent être contaminés par *Escherichia coli* à partir de l'eau et du fumier frais ou incorrectement composté (Mihajlovic *et al*, 2013). La présence d'*E. coli* dans une denrée alimentaire indique une contamination de celle-ci par des matières fécales donc une possibilité d'existence de bactéries pathogènes. Il indique de faibles conditions hygiéniques ou un traitement thermique insuffisant.

Bien que certaines souches sont inoffensives, la souche 0157 :H7 peut être à l'origine de diarrhées légères ou graves.

- ***Salmonella***

Les salmonelles sont des bactéries naturellement présentes dans l'intestin des animaux. Les aliments susceptibles de les contenir sont les viandes crues ou insuffisamment cuites (surtout la volaille), le lait pasteurisé et les œufs. Toutes les espèces de *Salmonella* connues sont des germes pathogènes pour l'homme. Elles se trouvent dans le tractus intestinal des humains et des animaux (surtout volaille et porc) (Mihajlovic *et al*, 2013).

*Salmonella* est lactose positive et glucose négative.

- **Aérobies Sulfito-réducteurs (ASR) : *Clostridium***

Les ASR sont des bactéries Gram +, aérobies strictes. Ils sont commensaux de l'intestin, telluriques du sol et réduisent les sulfites en sulfure. Ce sont des indices de contamination fécale.

- **Levures et moisissures**

Ces microorganismes sont des indicateurs de détérioration des aliments.

Les **levures** sont de champignons unicellulaires, sphériques ou ovoïdes de quelques micromètres de diamètre. Leur mode de reproduction se fait par bourgeonnement. Elles sont généralement inoffensives pour l'être humain.

Les **moisissures**, sont des organismes filamentueux eucaryotes pouvant sporuler. Elles se présentent sous une forme filamentueuse dont l'ensemble constitue le mycélium, visible à l'œil nu. Elles se développent à la surface des aliments. Bien que certaines moisissures soient inoffensives, certaines peuvent produire des métabolites toxiques : les mycotoxines.

Les moisissures sont des agents actifs de biodéterioration, d'altération organoleptique et de modifications chimiques. Ces microorganismes peuvent tolérer des pH très acides et de très faibles teneurs en eau. Elles peuvent se développer à des températures entre 0 à 40°C. (Bonnefoy *et al*, 2002)

- **Interprétation des résultats**

L'interprétation des résultats de dénombrement des microorganismes se fait selon le plan d'échantillonnage choisi.

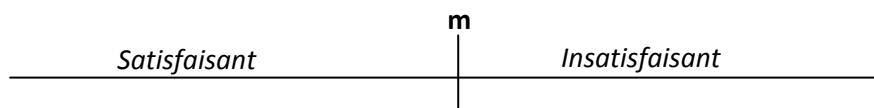
- **Plan à deux classes**

Dans le plan d'échantillonnage à deux classes les unités d'échantillonnage sont classées en deux catégories (satisfaisante et insatisfaisante). Ce plan est utilisé lorsque la présence d'un microorganisme dépassant le niveau de contamination à risque « m » n'est pas tolérée.

Un lot est rejeté si le nombre maximal permis d'unité d'échantillonnage de qualité insatisfaisante (« c ») est dépassé.

« c » est généralement égal à 0 pour les microorganismes primaires. (Bartolomeo, 2011; Barthe *et al*, 2009)

Plan d'échantillonnage à deux classes :



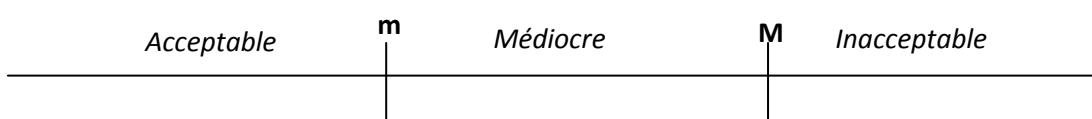
- **Plan à trois classes**

Dans ce plan d'échantillonnage, les échantillons sont groupés en trois catégories : satisfaisant, acceptable/médiocre, inacceptable/insatisfaisant/non conforme. Le plan à trois classes est utilisé s'il est acceptable que des échantillons franchissent la limite inférieure « m » si le niveau de contamination à risque « M » n'est pas dépassé.

Les échantillons présentant un résultat inférieur à « m » sont considérés comme satisfaisants ou de bonne qualité microbiologique. Ceux présentant un résultat entre « m » et « M » sont considérés comme acceptables (qualité marginale). Quand la limite « M » est dépassée, le résultat est considéré comme insatisfaisant.

(Bartolomeo, 2011; Barthe *et al*, 2009)

Plan d'échantillonnage à trois classes :



## V- PROCEDES DE STERILISATION ET DE PASTEURISATION

En agroalimentaire, la pasteurisation est utilisée dans le but de prolonger la durée de vie d'un produit. Les traitements thermiques permettent de préserver l'intégrité hygiénique d'un produit alimentaire et de prélever les qualités de ce dernier.

### VI.1 Stérilisation

La stérilisation est un procédé par lequel tous les microorganismes sous forme végétative ou sporulés, les toxines et les enzymes sont détruits. Elle s'effectue à une température comprise entre 100 à 150°C pendant un temps déterminé selon la nature du produit à stériliser (15min à 2h). La pression appliquée dépend de la température de stérilisation.

### VI.2 Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique se faisant à des températures comprises entre 60 et 100°C. Ce procédé a pour but de détruire les microorganismes présents dans un aliment sous forme végétative tout en conservant les propriétés organoleptiques et nutritionnelles de ce dernier.

Comme la pasteurisation est une technique de conservation limitée, le produit pasteurisé doit être conditionné hermétiquement et réfrigéré à +4°C pendant quelques jours à quelques semaines.

En fonction des couples temps/température, il existe trois types de pasteurisation :

- Basse pasteurisation : qui se fait pendant 15-30min à 60-65°C
- Haute pasteurisation : pendant 15-40s à 70-75°C
- Flash pasteurisation se faisant à 85-95°C pendant 1-2s

La pasteurisation de liquides se fait dans des pasteuriseurs échangeurs de chaleur. Le produit à pasteuriser circule dans une pompe parallèlement à un fluide thermique (eau chaude ou vapeur d'eau). Une surface de chauffe permet un échange de chaleur entre les fluides. La température du produit chauffé est maintenue à température pendant le temps nécessaire à la pasteurisation.

### VI.3 Autres procédés de traitement thermique

**Pascalisation** : elle consiste à soumettre les jus de fruits à une ultra haute pression ce qui permet d'inhiber les agents pathogènes.

**Appertisation** : désigne la stérilisation des produits en conserve

## VI- pH

Le pH est la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'un produit. Ses valeurs sont comprises entre 0 et 14. Une solution aqueuse à 25°C est dite acide si elle a un pH inférieur à 7, neutre si son pH est égal à 7 et basique si son pH est supérieur à 7.

Les produits alimentaires ont généralement un pH compris entre 2 et 7.  
[\(http://www.omafra.gov.on.ca/\)](http://www.omafra.gov.on.ca/)

Le pH influe sur la conservation des denrées alimentaires. Selon le pH, les bactéries peuvent être catégorisées en 3 groupes : (Marchardin, 2007)

- bactéries neutrophiles : se développent à pH compris entre 6 et 8
- bactéries alcalinophiles qui se développent à pH alcalin (pH supérieur à 8)
- bactéries acidophiles se développant à pH inférieur à 6 (pH acide)

Les denrées alimentaires ayant un pH acide se conservent mieux. En effet, les microorganismes sont moins résistants en milieu acide. (Tchango Tchango, 1996)

## VII- ANALYSE SENSORIELLE

### VIII.1 Définition

L'analyse sensorielle est l'ensemble des outils et des instruments permettant l'évaluation des qualités organoleptiques d'un produit. Elle aide à traduire les désirs et préférences des consommateurs en des propriétés tangibles et bien définies d'un produit donné, en se basant sur le fait qu'une partie des sensations est structurée par les préférences (Lefebvre, 2003).

L'analyse sensorielle permet soit de mesurer les caractéristiques sensorielles d'un produit soit de mesurer le plaisir qu'il procure.

Le test d'acceptabilité permet de déterminer l'appréciation d'un ou plusieurs produits par des consommateurs. (Zhaw, 2009)

### VIII.2 Epreuve hédonique

Les tests hédoniques permettent l'évaluation du degré d'appréciation du produit. Une échelle d'évaluation à 9 points est utilisée allant de « extrêmement désagréable » à « extrêmement agréable » en passant par « ni agréable ni désagréable ». Une note égale à 5 signifie l'indifférence.

La consommation réelle d'un produit est indiquée par son acceptation. (Watts *et al*, 1991)

Les tests consommateurs sont réalisés avec des panels de dégustateurs amateurs.

# *Matériels et méthodes*

Dans un premier temps, cette partie présentera les matériels et méthodes utilisés pour les analyses nutritionnelles de 9 jus et nectars de fruits de la marque Eoah.

Les étapes de l'élaboration de la boisson à propriétés stimulantes seront vues dans un deuxième temps, en commençant par la détermination de la composition de la boisson. Une fois sa composition établie, les étapes de préparation seront décrites.

Après obtention de la boisson, diverses analyses seront effectuées :

- La détermination de la teneur en caféine de la boisson
- La détermination du pH
- Les analyses microbiologiques et nutritionnelles
- Le test d'acceptabilité

## A- DETERMINATION DE LA VALEUR NUTRITIONNELLE DES 9 JUS DE FRUITS EOAH

### I- Détermination de la teneur en eau

(AFTER, 2011)

#### I.1 Principe

Une quantité déterminée (25ml) de l'échantillon est placée dans des capsules et séchée dans une étuve à 105°C jusqu'à masse constante (environ 24h). Les échantillons sont placés dans un dessiccateur avant d'être pesés.

La teneur en eau est la différence de masse avant et après passage à l'étuve.

#### I.2 Mode opératoire

Les capsules utilisées sont d'abord pesées à vide. 25ml de chaque échantillon sont introduites. L'ensemble capsule-échantillon est pesé puis placé dans une étuve à 105°C. Après 24h, le poids de l'ensemble est de nouveau noté.



#### I.3 Calcul

Le taux d'humidité est obtenu par la formule ci-dessous :

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

%H : teneur en humidité

m<sub>0</sub> : masse de la capsule vide en g

m<sub>1</sub> : masse de la capsule et de l'échantillon avant étuvage

m<sub>2</sub> : masse de la capsule et de l'échantillon après étuvage

## II- Détermination de la teneur en protéines

(NF V 04-211, 1971)

### II.1 Principe

La méthode de Kjeldahl est une méthode de dosage indirecte de la teneur en protéines. Cette méthode permet de doser l'azote contenu dans un échantillon en tenant en compte que la quantité de protéines est de 6,25 fois celle de l'azote protéique. Elle passe par trois étapes : la minéralisation, la distillation et la titration.

### II.2 Mode opératoire

5ml de l'échantillon sont introduits dans le matras avec 10ml d'acide sulfurique concentré et 0,7g de catalyseur Kjeldahl. La durée de la minéralisation est de 5h, jusqu'à ce que le minéralisât soit clair. Un matras témoin est également préparé rempli avec 10ml d'acide sulfurique et 0,7g de catalyseur.

Après refroidissement, le minéralisât est distillé. Le distillat est condensé dans une solution d'acide borique 4% additionnée de 3 gouttes de réactif de Tashiro.

La titration se fait par de l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) 0,1N. Le volume de  $H_2SO_4$ , permettant un virage de la coloration, est noté.



### II.3 Calculs

La teneur en azote total est donnée par la formule suivante :

$$N\% = \frac{V \times n \times 0,014 \times 100}{m}$$

N% : teneur en azote en g/100g de matière sèche

V : volume de  $H_2SO_4$  à 0,1N

n : normalité de  $H_2SO_4$

m : masse en g de la prise d'essai

0,014 : expression (en g) de la quantité d'azote équivalente à l'utilisation de 1 ml d'une solution de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 0,5 mol/l

La teneur en protéines totales est donnée par la formule :

$$P\% = N\% \times 6,25$$

### **III- Détermination de la teneur en lipides**

Le mode opératoire adopté pour le dosage des lipides des jus de fruits est celui employé pour la détermination de la teneur en lipides des fruits, végétaux et extraits de plantes. (AFTER, 2011)

#### **III.1 Principe**

Le principe est basé sur la solubilité des matières grasses dans les solvants organiques. Le dosage des lipides se fait par extraction avec le n-hexane à l'aide d'un appareil Soxhlet.

#### **III.2 Mode opératoire**

25ml d'échantillon sont introduits dans une capsule puis concentrés au bain marie bouillant. Cette étape permet l'obtention d'une substance plus ou moins visqueuse qui ne fuira pas hors de la cartouche.

Un ballon contenant des billes de verre est pesé. La cartouche contenant l'échantillon est placée dans un extracteur Soxhlet. Puis l'hexane y est versé. Le tout est chauffé à 45°C jusqu'à 4 à 6 siphonages.

L'hexane est évaporé au ROTAVAPOR. Le ballon est ensuite placé dans une étuve pour enlever les restes d'hexane.

Le résidu restant dans le ballon est pesé.



### III.3 Calcul

La teneur en lipides est calculée à l'aide de la formule suivante :

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

%L : teneur en lipides

m<sub>2</sub> : masse en gramme du ballon, des billes en verre et de la matière grasse après extraction

m<sub>1</sub> : masse en gramme du ballon et des billes en verre

m<sub>0</sub> : masse en gramme de la prise d'essai.

## IV-Détermination de la teneur en cendres

### IV.1 Principe

Les matières organiques de l'échantillon sont incinérées à 525°C dans un four à moufle. La teneur en cendres est déterminée par méthode gravimétrique.

### IV.2 Mode opératoire

(AFTER, 2011)

Les capsules vides sont pesées. 25ml d'échantillon y sont versés.

L'ensemble est placé au bain marie pour évaporer à sec l'échantillon. Le résidu sec est chauffé lentement sur une plaque chauffante jusqu'à ce que la majeure partie des constituants organiques soit brûlée. Le résidu est ensuite calciné dans un four à moufle à 525°C jusqu'à ce que le résidu de combustion soit devenu blanc (5h). Les capsules sont refroidies dans un dessicateur puis sont pesées.

### IV.3 Calcul

La teneur en cendres est obtenue par la formule :

$$\%C = \frac{m \text{ cendres}}{m \text{ échantillon}} \times 100$$

%C : teneur en cendres

m cendres : masse des cendres en g

m échantillon : masse de l'échantillon en g

## V- Détermination de la teneur en glucides

La teneur en glucides est donnée par la différence entre la teneur en matière sèche et la somme des teneurs en protéine, lipides et cendres.

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

P% : teneur en protéines

L% : teneur en lipides

C% : teneur en cendres

H% : humidité

## **VI-Détermination de la valeur énergétique**

Pour calculer la valeur énergétique d'une denrée alimentaire, les teneurs de chaque composant sont multipliées par les valeurs caloriques moyennes et ajoutées les uns aux autres :

- 1g de glucide apporte 4kcal
- 1g de protéine apporte 4kcal
- 1g de lipide apporte 9kcal

$$\text{VE Kcal} = (\text{G\%} \times 4) + (\text{L\%} \times 9) + (\text{P\%} \times 4)$$

VE : Valeur énergétique exprimée en Kcal

G% : teneur en glucides

P% : teneur en protéines

L% : teneur en lipides

Les teneurs des différents nutriments des boissons seront comparées aux teneurs moyennes en protéines, lipides, glucides et en eau des jus de fruits. Ces valeurs moyennes figurent dans le tableau 7.

**Tableau 7 : Composition nutritionnelle moyenne des jus de fruits**

Teneurs pour 100g	Eau (g)	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)
Jus de fruits	83 – 94	0,1 – 0,8	0 – 0,6	4 – 16

(Feinberg, Favier, Ireland-Ripert, 1993)

## **B- ELABORATION DE LA BOISSON A BASE DE PLANTES A PROPRIETES STIMULANTES**

A la demande des responsables, les plantes utilisées sont celles qui sont présentes sur le marché, faciles d'accès et à coût réduit. Ont été alors proposés le gingembre, le café, le thé et le cola. Ces plantes possèdent des propriétés tonifiantes et stimulantes.

Pour déterminer la composition de la boisson à propriétés stimulantes, deux facteurs sont pris en compte : la teneur en caféine et le goût de la boisson. La teneur en caféine doit être comprise entre 200 et 1400 g/l.

Avant l'élaboration de la boisson proprement dite, une séance de dégustation a été réalisée au sein de la société EXOFRUIMAD. Cette dégustation permet de déterminer la composition de base et le goût à donner à la boisson (menthe, gingembre, goyave ou hibiscus).

Les teneurs en caféine des boissons préparées pour la dégustation ont été calculées théoriquement. 1g de cola contient 25mg de caféine (Nicolas, 2012), 65g/l de café contiennent 142,2mg de caféine et 8g/l de thé contiennent 25mg de caféine.

Plusieurs formulations sont proposées :

Formulation 1 : cola (40g) + café (1,25l)	+hibiscus ou goyave + sucre
Formulation 2 : gingembre (250g) + cola (100g) + thé (0,980l)	
Formulation 3 : menthe (10g) + thé (1,25l) + cola (125g)	

Ces formulations ont été réalisées en petites quantités (pour 5 litres) en ajoutant de la goyave ou des calices d'hibiscus pour donner du goût à la boisson. Toutes les boissons ont été réalisées avec deux saveurs différentes.

Les teneurs en caféine théoriques des boissons 1, 2 et 3 sont respectivement de 342mg/l, 519,96mg/l et 650mg/l.



## I- Elaboration de la boisson à base de plantes à action stimulante

### I.1 Matériels

- Eau : 60 litres
- Sucre : 7,5 kg
- Calices d'hibiscus : 1500g
- Gingembre (*Zingiber officinale*) : 1000g
- Cola (*Cola nitida*) : 1220g
- Thé noir en poudre Sahambavy : 90g
- Acide citrique : 100g
- Cuves en inox
- Voile pour filtration
- Mélangeur
- Pasteurisateur

### I.2 Méthodes

#### I.2.1 Préparation des ingrédients et de la boisson

1500g de calices d'hibiscus séchés sont triés puis lavés. Les calices sont mis à infuser dans de l'eau chaude (85°C) jusqu'à l'obtention d'une coloration rouge sombre.

Pendant ce temps, les noix de cola sont débarrassées de leur gaine puis sont lavées. Les noix sont ensuite broyées finement. Le gingembre est lavé puis épluché et lavé une seconde fois avant d'être broyé.

Les quantités nécessaires de cola (1220g), de gingembre (1000g) et de thé (90g) sont pesées.

Les préparations sont mises à infuser séparément pendant 10 min dans de l'eau à 85°C. Passé ce temps, les différentes infusions sont filtrées à l'aide d'un voile et sont ensuite mélangées dans une cuve en inox. A ce stade, le sucre (7,5kg) et l'acide citrique (100g) sont ajoutés.

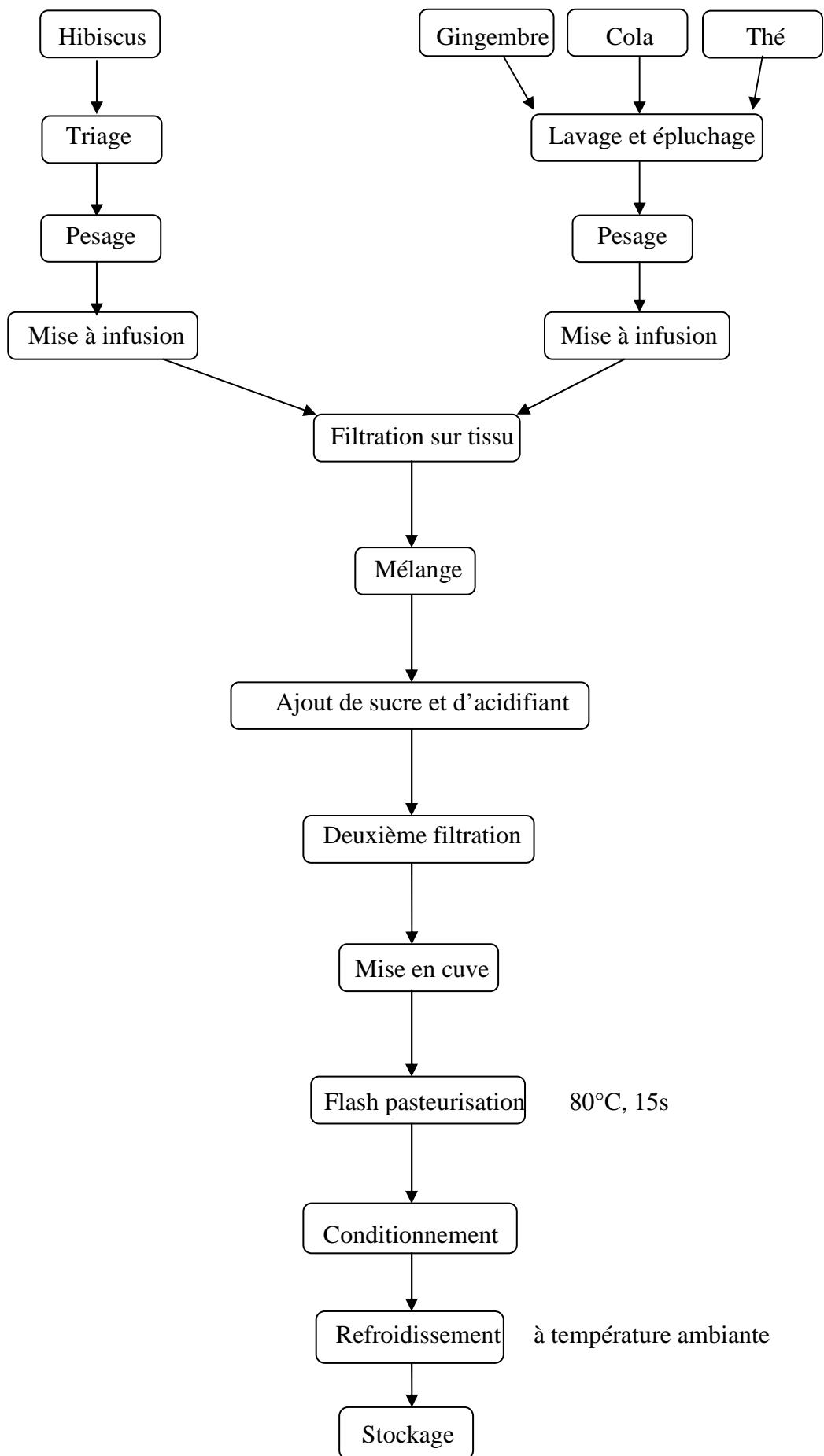
#### I.2.2 Pasteurisation

La préparation finale est placée dans une cuve pour pouvoir être pasteurisé. La flash pasteurisation de la boisson se fait à 80°C pendant 15s avec un pasteurisateur à échangeur de chaleur.

#### I.2.3 Conditionnement

Le conditionnement provisoire des boissons se fait dans des doypacks de 100cl. Ces emballages sont fermés hermétiquement. Les produits finaux sont immédiatement refroidis sous un jet d'eau froide puis sont laissés à température ambiante avant d'être stockés.

Les étapes de la fabrication de la boisson à propriétés stimulantes sont résumées dans la figure suivante.



**Figure 3 : Etapes de l'élaboration de la boisson****II- Détermination de la teneur en caféine par spectrophotométrie**

(<http://webpeda.ac-montpellier.fr/wspc/ABCDORGA/Famille/Tp/DOScafei.html>)

La teneur en caféine de la boisson finale est déterminée par spectrophotométrie.

La concentration en caféine peut ainsi être calculée après établissement d'une gamme étalon à partir d'une concentration connue de caféine. La gamme étalon est établie à l'aide de solutions préparées avec de la caféine pure. Une courbe étalon de caféine pure a été utilisée.

1,9419g de caféine pure sont pesés et dissous dans de l'acide sulfurique à 0,5mol.l<sup>-1</sup>. La solution obtenue est transvasée dans une fiole jaugée de 100ml. De l'acide sulfurique 0,5mol/l est ajoutée jusqu'au trait de jauge. La solution mère obtenue a une concentration de 0,1mol/l. Pour préparer une gamme de solution allant de 0,001mol/l à 0,01mol/l, 10ml, 9ml, 8ml,..., jusqu'à 1ml de la solution mère sont prélevés successivement et transvasés dans des fioles jaugés de 100ml. Les solutions sont rajustées à 100ml avec de l'acide sulfurique 0,5mol/l.

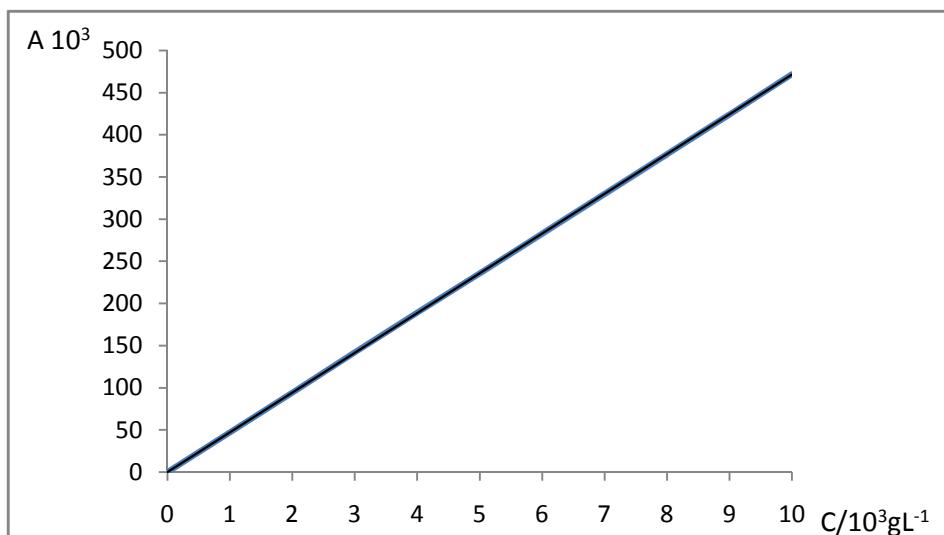
Les densités optiques des solutions sont lues au spectrophotomètre à ultra violet à 273nm.

Les densités optiques des solutions de la gamme étalon sont reportées dans le tableau 8.

**Tableau 8: Absorbance de la gamme étalon**

Concentrations g/l (C)	0	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010
Absorbance (A)	0	0,047	0,094	0,142	0,189	0,236	0,283	0,330	0,377	0,424	0,472

La figure suivante représente la courbe d'étalonnage de la densité optique de la gamme étalon.



**Figure 4 : Courbe d'étalonnage de la densité optique de la caféine pure**

(<http://webpeda.ac-montpellier.fr/wspc/ABCDORGA/Famille/Tp/DOScafei.html>)

### II.1 Matériels

Le produit à analyser est la boisson à propriétés stimulantes élaborée (BPS).

Le réactif utilisé est l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) à 0,5mol/l. Le solvant d'extraction de la caféine est le dichlorométhane (99,9%) dans lequel la solubilité de la caféine est élevée (142g/l à 25°C). La caféine pure qui sert à faire l'étalonnage provient du laboratoire même.

La mesure de la densité optique se fait au spectrophotomètre.



## II.2 Méthode

- Extraction de la caféine

La caféine est extraite à l'aide du dichlorométhane.

5ml de l'échantillon sont prélevés. Cette quantité est ensuite placée dans une ampoule à décanter. Une première extraction est faite avec 15ml de dichlorométhane. Deux phases se forment alors après une agitation douce : une phase organique inférieure composée du dichlorométhane et de la caféine et une phase aqueuse supérieure composée du produit.

La phase organique est ensuite recueillie dans un erlen Meyer et l'opération est répétée trois autres fois avec 5ml de dichlorométhane sans jeter la solution dans l'ampoule et celle contenue dans l'rlen.

- Recueil de la caféine

A la fin de l'extraction, le dichlorométhane est évaporé au bain marie jusqu'à ce qu'un résidu blanchâtre apparaisse au fond de l'rlen. Ce résidu est ensuite dissous avec de l'acide sulfurique 0,5mol/l puis le volume est ramené à 100ml.

- Lecture de la densité optique et détermination de la teneur en caféine

La lecture de la densité optique se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à ultra violet (UV) à 273nm. Elle a été faite en deux fois.

La concentration en caféine de la boisson est directement déterminée à partir de la courbe d'étalonnage. Les résultats sont recueillis et placés sur la courbe de la caféine à l'aide de la formule suivante:  $A = 47,17 \times C$

Avec : A : absorbance (DO)

C : concentration en caféine (g/l)

$$C = \frac{A}{47,17}$$

A partir de cette équation, la concentration en caféine de la boisson peut être déterminée en remplaçant A par la valeur de la densité optique obtenue.

Le résultat obtenu est ensuite multiplié par le facteur de dilution (20) car le volume de la prise d'essai est de 5ml et est ramenée à 100ml à la fin de l'expérience.

La concentration en caféine de la boisson peut également être calculée par l'équation de la courbe de régression linéaire.

### **III- Détermination du pH**

La détermination du pH se fait à l'aide d'un pH-mètre dont la sonde est directement immergée dans l'échantillon.

### **IV- Analyse microbiologique des échantillons**

La détermination de la qualité microbiologique des denrées alimentaires est une étape importante de contrôle car elle relate le respect des bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et les bonnes pratiques de fabrication (BPF) ainsi que la maîtrise / l'application du système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) ou Analyse des Dangers et Maîtrise des points critiques (ADMPC). L'analyse microbiologique permet de vérifier l'efficacité de la pasteurisation et atteste la conformité du produit aux normes, permettant ainsi sa mise sur le marché.

Les analyses microbiologiques portent sur la boisson élaborée avant pasteurisation et après pasteurisation pour déterminer l'efficacité du traitement.

Le transport des échantillons s'est fait à l'aide d'une glacière pour avoir une température comprise entre 2 et 8°C inhibant ainsi la multiplication des microorganismes.

Après étuvage, les bactéries sont dénombrées.

#### **IV.1 Préparation de la solution mère**

(NFV 08 002)

La solution mère est obtenue par addition d'eau peptonée tamponnée (EPT) à l'échantillon. Pour le dénombrement des salmonelles 25ml de l'échantillon sont ramenés à 250ml avec de l'EPT pour le dénombrement de *Salmonella* et 10ml d'échantillon ramenés à 100ml pour les autres microorganismes. On a ainsi une dilution  $10^{-1}$ .



#### **IV.2 Préparation des dilutions**

(NFV 08 010)

Le principe de la dilution en cascade a été appliqué. 1ml de la solution mère est prélevé et introduit dans un tube à essais contenant 9ml d'EPT stérile puis agité au vortex. 1ml de cette dilution est prélevé et introduit dans un deuxième tube à essais contenant 9ml d'EPT. 1ml de la solution du tube précédent est prélevé et est également introduit dans un troisième tube à essais contenant 9ml d'EPT. Des dilutions  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,... sont ainsi obtenues.

### **IV.3 Dénombrement de la flore aérobiose mésophile totale (FAMT) à 30°C** (NF V 08 051)

#### IV.3.1 Principe

L'ensemencement en profondeur est réalisé sur gélose PCA (Plate Count Agar) avec une quantité déterminée de la solution mère. On procède à l'ensemencement de chaque dilution dans une boîte de Pétri. L'incubation des boîtes se fait en anaérobiose à 30°C pendant 72h.

#### IV.3.2 Mode opératoire

- 1ml de chaque dilution est prélevé et mis dans des boîtes de Pétri.
- La gélose PCA (environ 12ml) est ensuite coulée puis homogénéisée et refroidie pour qu'elle se solidifie.
- Les boîtes de Pétri sont retournées (pour éviter que l'eau de condensation ne tombe sur la culture) avant d'être incubées à 30°C pendant 72h.
- Passé ce temps, les colonies formées sont comptées.

### **IV.4 Dénombrement des aérobies sulfito-réducteurs (ASR)** (NF V 08 061)

#### IV.4.1 Principe

Un ensemencement en profondeur de la solution mère est effectué dans un milieu gélosé tryptose sulfite à la cystéine (TSC) exempt de jaune d'œuf coulé dans des tubes à essais, pour la solution mère et les dilutions décimales.

Les tubes à essais sont incubés en anaérobiose pendant 48h à 37°C.

#### IV.4.2 Mode opératoire

- 1ml de chaque dilution est prélevé et mis dans des tubes à essais vissés
- Le milieu TSC en surfusion est coulé dans les tubes.
- Une homogénéisation est effectuée avant de laisser les tubes refroidir pour laisser le milieu se solidifier.
- L'incubation se fait à 37°C pendant 48h
- Les colonies formées sont comptées à la fin du temps d'incubation.

### **IV.5 Dénombrement des levures et moisissures** (NFV 08 059)

#### IV.5.1 Principe

L'ensemencement se fait sur milieu OGA (gélose glucosée à l'oxytétracycline) avec une quantité déterminée de la solution mère et des dilutions décimales. Les boîtes sont incubées à 25°C en anaérobiose pendant 72h à 5jours.

#### IV.5.2 Mode opératoire

- 1ml de chaque dilution est prélevé et mis dans des boîtes de Pétri.
- La gélose OGA (environ 12ml) est ensuite coulée puis homogénéisée et refroidie pour qu'elle se solidifie.
- Les boîtes de Pétri sont retournées et incubées à 30°C pendant 3 à 5j.
- Dénombrement des colonies formées.

### IV.6 Dénombrement d'*Escherichia coli* β-D-glucuronidase positive

(NF V 08 053)

#### IV.6.1 Principe

L'ensemencement d'une quantité déterminée de la solution mère et des dilutions décimales se fait sur milieu TBX (Triton bile glucuronide). L'incubation se fait à 44°C pendant 24h.

#### IV.6.2 Mode opératoire

- 1ml de chaque dilution est prélevé et mis dans des boîtes de Pétri.
- Environ 12ml de milieu TBX en surfusion sont coulés puis homogénéisés.
- Après refroidissement et solidification du milieu, les boîtes de Pétri sont retournées et incubées à 30°C pendant 3 à 5j.
- Les colonies formées sont dénombrées.

### IV.7 Dénombrement des coliformes totaux

(NFV 08 050)

#### IV.7.1 Principe

1ml de la solution mère et des dilutions décimales sont ensemencés dans des boîtes de Pétri avec le milieu gélosé à la bile, au cristal violet, au rouge neutre et au lactose (VRBL). Le milieu est coulé en double couche pour éviter la contamination par des microorganismes envahissants. L'incubation se fait à 30°C pendant 24h.

#### IV.7.2 Mode opératoire

- 1ml de chaque dilution est prélevé et mis dans des boîtes de Pétri.
- Le milieu VRBL en surfusion est coulé.
- Les boîtes sont homogénéisées puis refroidies.
- Après solidification, une deuxième couche est coulée par-dessus.
- Les boîtes de Pétri sont retournées et incubées à 30°C pendant 3 à 5j.
- Les colonies formées sont dénombrées.

### IV.8 Recherche de *Salmonella*

(NF EN ISO 6579)

#### IV.8.1 Principe

La détermination de la présence de *Salmonella* s'effectue en 4 étapes

- Pré-enrichissement sur milieu non sélectif liquide (EPT) à température ambiante et une incubation à 37°C pendant 18h.

- Enrichissement sur milieux sélectifs liquides : bouillon rappaport Vasiliadis Soja (RVS) (41,5°C pendant 24h) et bouillon Müller Kauffman au tétrathionate-novobiocine (MKTn) (37°C pendant 24±3h).

- Ensemencement sur gélose sélective (gélose xylose lysine desoxycholate ou XLD) pendant 24±3h à 37°C.

- Confirmation par des essais biochimiques sur milieu Kligler et lysine fer dans des tubes à essais lors de la formation de colonies.

Si il y a apparition d'un culot jaune, la bactérie est dite glucose +. Elle est dite lactose + si la pente vire au jaune. La présence de sulfure d'hydrogène est traduite par un noircissement du milieu. Un dégagement de gaz ( $\text{CO}_2$ ) est indiqué par la présence de poche dans le milieu.

#### IV.8.2 Mode opératoire

- Pré-enrichissement

- 25ml de l'échantillon sont mis dans 225ml d'EPT
- Après homogénéisation, la solution est incubée pendant 18h à 37°C

- Enrichissement

- 0,1 ml de la solution mère est prélevé et ensemencé dans un tube à essais contenant 10ml de bouillon RVS puis mélangé au vortex.
- 1ml est ensemencé dans un autre tube à essais contenant du bouillon MKTn. Après homogénéisation au vortex, l'incubation se fait à 37°C pendant 24h.

- Isolement

- 1ml de chaque bouillon est prélevé et mis dans une boîte de Pétri.
- La gélose sélective XLD est coulée puis le tout est homogénéisé.
- Après refroidissement et solidification du milieu, les boîtes de Pétri sont retournées et incubées à 37°C pendant 24h.

- Confirmation

Lors de la présence de colonies, des confirmations biochimiques et sérologiques sont effectuées.

#### IV.9 Calculs

(ISO 7218)

Les boîtes contenant moins de 300 colonies sont prises en compte.

Le nombre de colonies formées est donné par la formule :

$$N = \frac{\Sigma c}{V \times 1,1 \times d}$$

N : nombre de colonies formées par gramme ou par millilitre exprimé en UFC/g ou UFC/ml

$\Sigma c$  : somme des colonies comptées sur les boîtes retenues de deux dilutions successives et dont au moins une contient 10 colonies.

V : volume de l'inoculum ensemencé dans chaque boîte en ml

d : dilution correspondant à la première dilution retenue

$$1,1 = n_1 + 0,1n_2$$

avec :  $n_1$  : nombres de boîtes retenues à la première dilution

$n_2$  : nombres de boîtes retenues à la deuxième dilution

$$n = 1$$

- Pour les boîtes contenant moins de 10 colonies,  $N = Ne$

Ne : nombre estimé.

Les boîtes doivent contenir entre 4 (au minimum) et 10 colonies. Le résultat est calculé comme précédemment mais il est exprimé en nombre estimé (Ne) de x microorganismes par millilitre ou par gramme.

Si les boîtes contiennent entre 1 et 3 colonies, il faut dire : « le microorganisme est présent, mais avec moins de  $(4 \times d)$  microorganismes par gramme ou par millilitre ».

- Pour les boîtes ne contenant aucune colonie,  $N < \frac{1}{d}$

d: première dilution retenue (suspension mère)

Les résultats sont alors exprimés comme suit : « moins de  $1/d$  microorganismes par millilitre ou par gramme ».

Les résultats sont exprimés en Unités Formant Colonies par millilitre (UFC/ml).

## V- Détermination de la valeur nutritionnelle de la boisson à propriétés stimulantes

Les teneurs en eau, en glucides, en lipides, en protéines, en cendres et en matière sèche sont déterminées de la même façon que pour la détermination des 9 jus de fruits vu précédemment.

## VI- Test d'acceptabilité

Un test d'acceptabilité a été réalisé pour connaître l'appréciation des consommateurs potentiels de la boisson élaborée. Pour ce type de test, le panel de consommateurs test est naïf, c'est-à-dire que les sujets n'ont pas eu de formation préalable.

Il s'agit de déterminer si le produit qui sera présenté sera accepté ou non.

Une fiche est présentée aux sujets indiquant l'acceptabilité du produit par les consommateurs. Les sujets ont été sélectionnés au hasard dans l'enceinte de l'Université d'Antananarivo. 27 sujets volontaires ont accepté de participer.

L'échelle hédonique à 9 points utilisée pour la notation des produits est présentée dans le tableau 9 de la page suivante.

**Tableau 9: Echelle hédonique à 9 points**

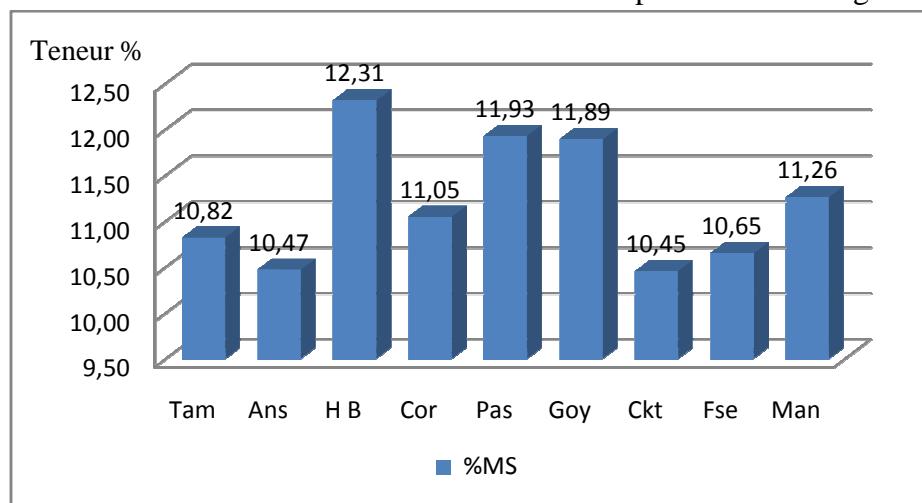
Notes	Signification
9	Ce produit est extrêmement agréable
8	Ce produit est très agréable
7	Ce produit est agréable
6	Ce produit est assez agréable
5	Ce produit n'est ni agréable ni désagréable
4	Ce produit est assez désagréable
3	Ce produit est désagréable
2	Ce produit est très désagréable
1	Ce produit est extrêmement désagréable

## *Résultats et conclusion*

## I- Détermination de la valeur nutritionnelle des 9 jus de fruits Eoah

### I.1 Teneurs en humidité et teneurs en matière sèche

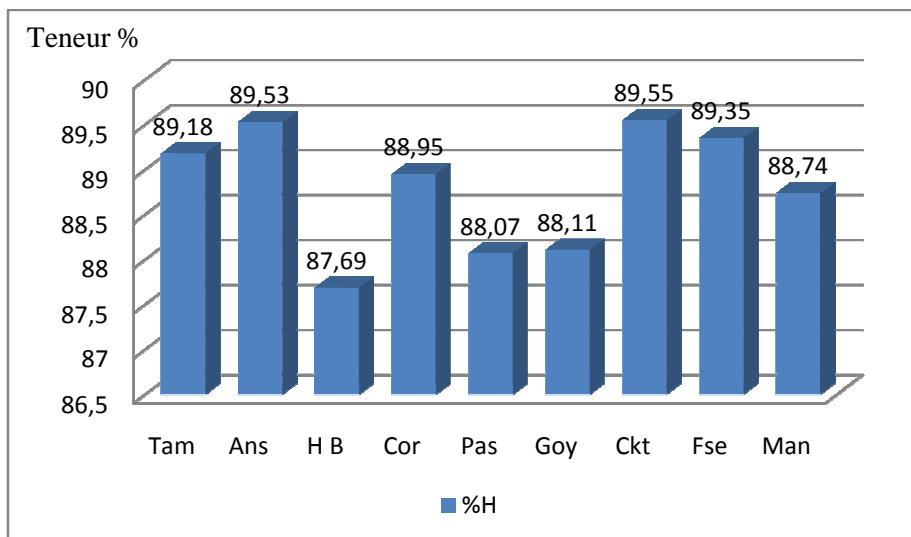
Les teneurs en matière sèche des échantillons sont reportées dans la figure suivante



**Figure 5 : Teneurs en matière sèche des boissons**

**Tam** : tamarin ; **Ans** : ananas ; **HB** : hibiscus banane ; **Cor** : corossol ; **Pas** : passion ; **Goy** : goyave ; **Ckt** : cocktail ; **Fse** : fraise ; **Man** : mangue

Les teneurs en matières sèches des échantillons varient autour de 11%, la valeur la plus faible étant celle du cocktail de fruits (10,45%) et la valeur la plus élevée celle de la boisson hibiscus à la banane (12,31%).



**Figure 6 : Taux d'humidité**

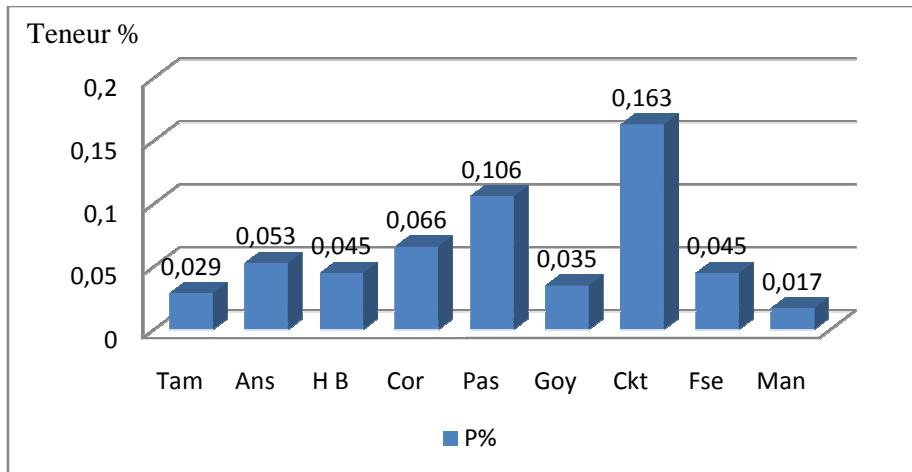
**Tam** : tamarin ; **Ans** : ananas ; **HB** : hibiscus banane ; **Cor** : corossol ; **Pas** : passion ; **Goy** : goyave ; **Ckt** : cocktail ; **Fse** : fraise ; **Man** : mangue

La teneur en eau des échantillons est comprise entre 87 à 89,55%. Les teneurs sont comprises dans l'intervalle des teneurs moyennes en eau données par Feinberg *et al* en 1993 (entre 83 – 94%). Pour les jus de fruits, la teneur en matière sèche soluble ne doit pas être inférieure à 10% selon les critères su Bureau des Normes de Madagascar pour les jus de fruits.

Les teneurs élevées en eau et les teneurs faibles en matières sèches sont dues à la composition des fruits (richesse en eau) qui sont les matières premières des jus et des nectars de fruits ainsi qu'à l'ajout d'eau lors de la préparation.

## I.2 Teneurs en protéines

La figure ci-dessous résume les teneurs en protéines des échantillons.



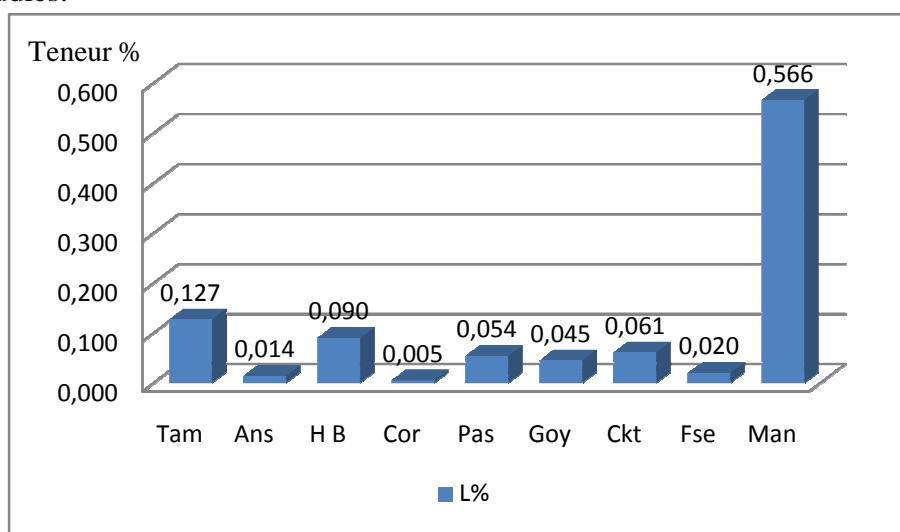
**Figure 7 : Teneurs en protéines**

**Tam** : tamarin ; **Ans** : ananas ; **HB** : hibiscus banane ; **Cor** : corossol ; **Pas** : passion ; **Goy** : goyave ; **Ckt** : cocktail ; **Fse** : fraise ; **Man** : mangue

Les jus analysés ont des teneurs en protéines faibles, voire nulles allant de 0,01 à 0,16%. Le nectar de passion (0,106%) et le cocktail de fruits (0,163%) ont une teneur en protéines se trouvant dans la norme (0,1 à 0,8%) (Feinberg *et al*, 1993). Les autres échantillons présentent des teneurs plus faibles.

## I.3 Teneurs en lipides

La figure 7 ci-après présente les résultats obtenus après extraction des lipides des échantillons étudiés.



**Figure 8 : Teneurs en lipides**

**Tam** : tamarin ; **Ans** : ananas ; **HB** : hibiscus banane ; **Cor** : corossol ; **Pas** : passion ; **Goy** : goyave ; **Ckt** : cocktail ; **Fse** : fraise ; **Man** : mangue

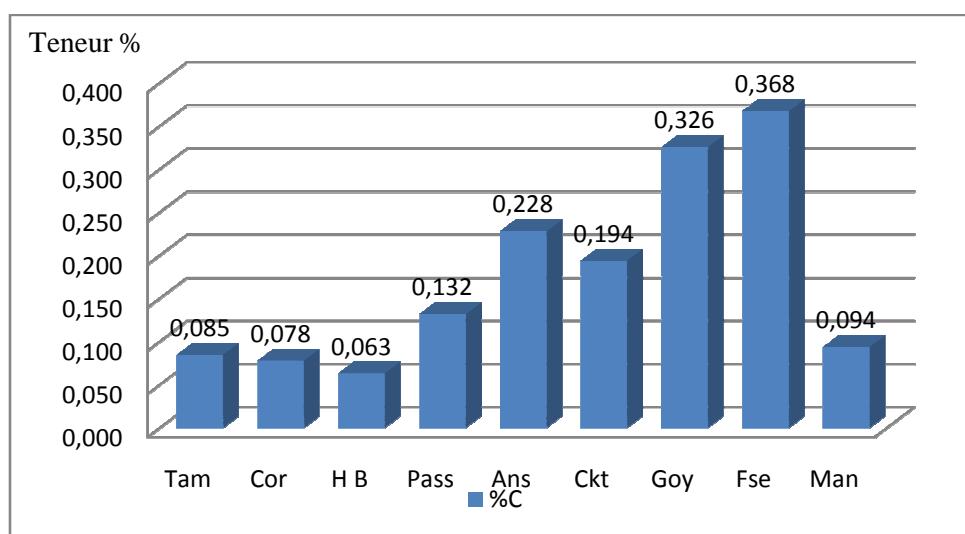
La teneur en lipides des produits étudiés varie de 0,005 à 0,6%. Cette teneur correspond à la moyenne donnée par Feinberg *et al* (1993) sur les teneurs en lipides des jus de fruits allant de traces à 0,6g/100ml.

Le jus d'ananas et le nectar de corosol ont des teneurs très faibles en lipides, voire nulles. La mangue a la teneur la plus élevée (0,566%).

Les fruits et les légumes sont les denrées alimentaires ayant les teneurs les plus basses en lipides.

#### I.4 Teneurs en cendres

Les teneurs en cendres des produits analysés sont présentés dans le graphe suivant.



**Figure 9 : Teneurs en cendres brutes**

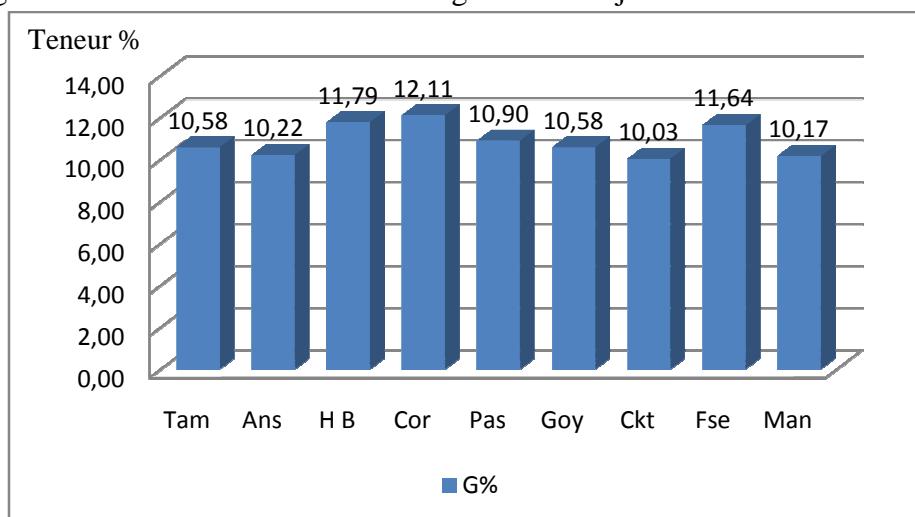
**Tam** : tamarin ; **Ans** : ananas ; **HB** : hibiscus banane ; **Cor** : corosol ; **Pass** : passion ; **Goy** : goyave ; **Ckt** : cocktail ; **Fse** : fraise ; **Man** : mangue

Les cendres brutes contiennent les éléments minéraux des échantillons. Ce sont donc les résidus minéraux obtenus après incinération des matières organiques.

Les teneurs varient de 0,063 à 0,368%. Ces teneurs correspondent respectivement à celles de la boisson à l'hibiscus et du nectar de fraise. Certains jus et nectars ont des teneurs en sels minéraux 3 à 5 fois supérieures à d'autres. Le nectar de fraise, le cocktail de fruits et le jus d'ananas ont les teneurs les plus élevées. Généralement dans les jus de fruits traités, certains nutriments disparaissent suite à leur traitement (pelage).

## I.5 Teneurs en glucides

La figure suivante montre les teneurs en glucides des jus et nectars de fruits analysés.



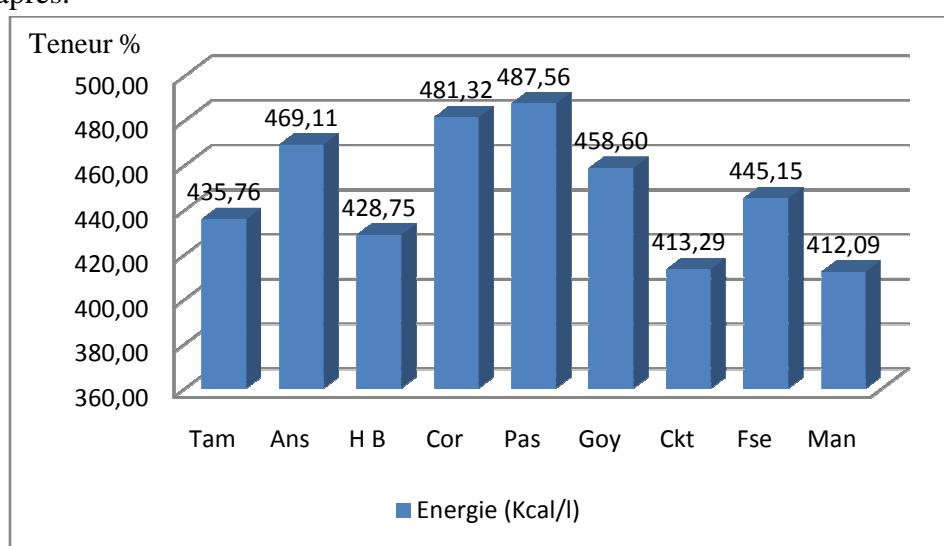
**Figure 10 : Teneurs en glucides**

**Tam** : tamarin ; **Ans** : ananas ; **HB** : hibiscus banane ; **Cor** : corossol ; **Pas** : passion ; **Goy** : goyave ; **Ckt** : cocktail ; **Fse** : fraise ; **Man** : mangue

Les teneurs en glucides varient de 10 à 12%. Ces valeurs correspondent aux teneurs en glucides des jus de fruits données par Feinberg *et al* (entre 4 à 16%).

## I.6 Valeur énergétique

Les valeurs énergétiques des jus et nectars de fruits analysés sont reportés dans la figure ci-après.



**Figure 11 : Valeur énergétique**

**Tam** : tamarin ; **Ans** : ananas ; **HB** : hibiscus banane ; **Cor** : corossol ; **Pas** : passion ; **Goy** : goyave ; **Ckt** : cocktail ; **Fse** : fraise ; **Man** : mangue

La valeur énergétique des jus de fruits étudiés varie entre 413 et 487,6 kcal/l. La richesse en eau des jus et nectars de fruits diminue la concentration des nutriments composant les fruits. Les glucides restent tout de même la source d'énergie des fruits du fait de la teneur élevée de ces nutriments par rapport aux lipides et aux protéines.

## **II- Elaboration de la boisson à base de plantes à action stimulantes**

A l'issue de la dégustation, la boisson 2 à base d'hibiscus, de gingembre, de cola et de thé a été retenue.

La composition de la boisson retenue a été établie pour 60 litres :

- Hibiscus : 1500g
- Cola : 1220g
- Gingembre : 1000g
- Thé : 90g
- Sucre : 7500g

- **Caractéristiques de la boisson**

La boisson élaborée a une coloration rouge foncée grâce au mélange de l'hibiscus et du cola. L'odeur du gingembre se mélange à celui du cola et domine l'odeur de l'hibiscus. Cependant, l'odeur n'est pas désagréable.

Le goût du gingembre est d'abord ressenti, vient ensuite celui du cola. L'hibiscus amène de la fraîcheur au mélange. Le goût thé n'est pas ressenti. La boisson ne présente ni amertume ni arrière goût.

## **III- Détermination de la teneur en caféine**

Pour calculer la concentration en caféine de la boisson à propriété stimulante, la formule suivante a été utilisée :

$$C = \frac{A}{47,17} \times 20$$

C : concentration en caféine exprimée en g/l

A : absorbance (densité optique)

20 : facteur de dilution (5ml de l'échantillon initial ont été ramené à 100ml)

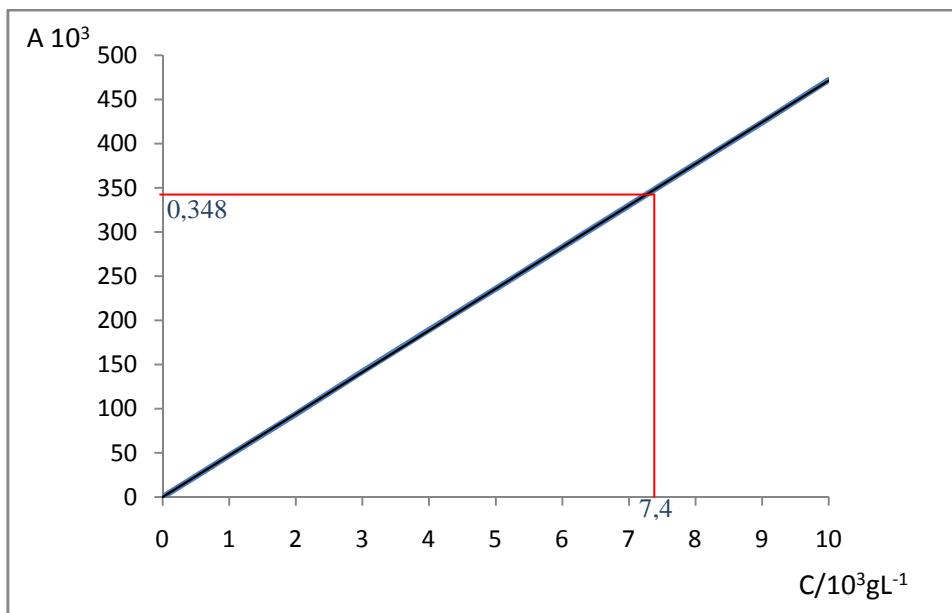
La densité optique lue de la solution préparée correspond à une teneur en caféine précisée dans le tableau suivant :

**Tableau 10: Concentration en caféine de la boisson à propriétés stimulantes**

Echantillon	BPS
<b>DO à 273nm</b>	0,348
<b>Concentration (g/l)</b>	<b>0,148</b>

**BPS** : boisson à propriétés stimulantes

La densité optique de la boisson et la teneur en caféine ont été reportées sur la courbe d'étalonnage de la figure ci-dessous.



**Figure 12 : Courbe d'étalonnage de la densité optique de la caféine**

La concentration en caféine de la boisson (0,148g/l) est assez importante bien qu'elle soit inférieure à la teneur minimale en caféine des boissons énergisantes (Cette teneur devant être comprise entre 200 à 1400 mg/l de boisson selon l'Institut National de Santé Publique du Canada, 2011).

**Tableau 11: Comparaison de la teneur en caféine de la BPS à d'autres boissons**

Boisson	BPS	Café filtre	Thé noir	Red Bull
Concentration en caféine (mg/l)	148	700 - 1100	180 - 200	320

Bien que cette boisson ne puisse être catégorisée comme étant une boisson énergisante du fait qu'elle ne remplit pas les critères attribués aux boissons énergisantes (à savoir, l'utilisation de taurine, de glucuronolactone ou d'inositol ainsi que l'ajout de vitamines), elle présente néanmoins des propriétés stimulantes par la quantité de caféine apportée par le cola (principalement) et le thé.

Malgré sa teneur en caféine plus faible par rapport à celle de la boisson énergisante d'exemple dans le tableau 8 (Red Bull), la BPS n'en présente pas moins quelques propriétés conférées aux boissons énergisantes. Par ailleurs, elle apporte 4 fois moins de caféine que le café et peut donc être consommée en plus grande quantité par rapport à ce dernier.

L'excès de caféine entraîne l'apparition de différents symptômes allant de la simple nausée jusqu'à des problèmes cardiaques graves (Plamondon, 2011). Par ailleurs, elle peut provoquer une légère dépendance. Chaque groupe de population ne doit pas dépasser son apport recommandé en caféine. La consommation de 11 de la BPS ne fera pas dépasser la limite recommandée pour les adolescents de 17ans qui est de 138mg pour les filles et de 162mg pour les garçons (INSPQ, 2011).

#### **IV- pH de la boisson**

La valeur du pH est directement lue sur l'écran du pH-mètre. La boisson stimulante élaborée a un pH égal à 2,34. Ce pH est plus acide que celle d'une boisson énergisante normale qui est de l'ordre de 3 à 3,5 (Allard, 2013 ; Nathan, 2010). Cette acidité est en partie due à l'hibiscus dont les calices ont un goût acidulé (Cisse *et al*, 2009).

A ce pH, la plupart des microorganismes sont absents.

#### **V- Analyses microbiologiques**

Les résultats seront interprétés selon un plan à deux classes.

Les résultats du dénombrement des microorganismes étudiés sont reportés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 12 : Dénombrement des microorganismes**

	FAMT/g	Coliformes totaux/g	<i>E. coli</i> β-D glucuronidase/g	ASR /g	Levures et moisissures/g	<i>Salmonella</i> /25g
<b>AP</b>	$2,4 \cdot 10^3$	<10	<10	<10	$2,3 \cdot 10^3$	Abs
<b>PP</b>	$Ne=4 \cdot 10^2$	<10	<10	<10	<100	Abs

**AP** : avant pasteurisation ; **PP** : après pasteurisation ; **Ne** : nombre estimé

L'analyse de *Salmonella* est une analyse qualitative. Aucun des échantillons analysés ne contient de salmonelles. La présence ou l'absence de ces microorganismes témoigne du respect ou non des bonnes pratiques d'hygiènes (BPH).

Les échantillons contiennent moins de 10 microorganismes /ml, en ce qui concerne les ASR, les coliformes totaux, et *E. coli*. En effet, ces microorganismes témoignent des bonnes pratiques de fabrication (BPF). Cela peut aussi être dû au pH de la boisson qui est de 2,34. Ce pH acide ne permet généralement la présence d'aucun microorganisme sauf les levures et moisissures ainsi que les bactéries lactiques.

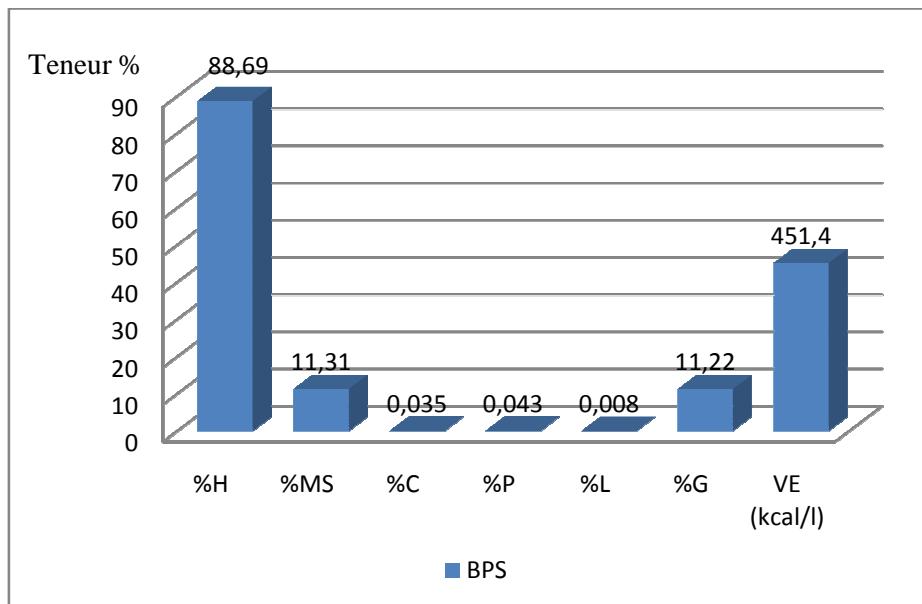
L'échantillon avant pasteurisation contient  $2,3 \cdot 10^3$ UFC/ml de levures et de moisissures. Ce taux est inférieur aux critères de Luxembourg ( $m=10^4$ ) concernant les jus de fruits non pasteurisés (Bartolomeo, 2011). Après pasteurisation, l'échantillon contient moins de 100 microorganismes /ml et respecte la norme  $m=10^2$ UFC/g. Les levures et moisissures sont des agents importants de détérioration des aliments acides ou à faible activité de l'eau.

La flore aérobie mésophile totale permet l'estimation de l'efficacité du traitement thermique. Les microorganismes composant cette flore sont des agents d'altération. Ils renseignent sur l'hygiène appliquée. Avant pasteurisation, le taux de FAMT dans la boisson était de  $2,4 \cdot 10^3$ microorganismes /ml. Après pasteurisation, il est de  $4 \cdot 10^2$  microorganismes par ml. Il y a donc eu une diminution conséquente du taux de microorganismes dans le produit. Le nombre de microorganismes avant et après pasteurisation est inférieur à  $10^5$  microorganismes par gramme ou par millilitre (Bonnefoy *et al.* 2002), au-dessus duquel il y aurait un risque sur la santé du consommateur.

Les coliformes totaux et *Escherichia coli* sont des indicateurs de contamination fécale. Leur présence indique une possibilité de présence de germes pathogènes. Néanmoins, le pH de la boisson ne permet pas le développement de ces derniers.

## VI- Valeur nutritionnelle de la boisson à propriétés stimulantes

Les résultats des analyses de la valeur nutritionnelle de la boisson à propriétés stimulantes sont montrés par la figure ci-après :



**Figure 13: Valeur nutritionnelle de la BPS**

**BPS** : Boisson à propriétés stimulantes ; **%H** : teneur en eau ; **%MS** : teneur en matière sèche ; **%C** : teneur en cendres ; **%P** : teneur en protéines ; **%L** : teneur en lipides ; **%G** : teneur en glucides ; **VE** : valeur énergétique

La boisson à propriétés stimulantes élaborée a une teneur en matière sèche de 11,31% et une teneur en glucides de 11,22%. Les teneurs en cendres (0,035%), en protéines (0,043%) et en lipides (0,008) de la boisson sont très faibles. Sa teneur en eau est de l'ordre de 88,69%.

La valeur énergétique de la boisson est de 451,4 kcal/l, provenant essentiellement des glucides.

La concentration en glucides de la boisson entre dans les critères des boissons énergisantes (entre 0 – 228g/l).

## VII- Test d'acceptabilité

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau 13:Caractéristiques du jury**

Sexe	Nombre	Moyenne d'âge
Homme	13	24,27
Femme	14	25,42
TOTAL	27	24,78

27 sujets ont été interrogés dont 13 sont des femmes et 14 des hommes. Les personnes interrogées ont entre 18 et 50 ans avec une moyenne d'âge autour de 24 – 25 ans.

Lors de l'enquête, les sujets interrogés ont rempli une fiche comportant diverses informations concernant leur âge, leur sexe et leur appréciation du produit en donnant une

note entre 1 (extrêmement désagréable) et 9 (extrêmement agréable). Les résultats obtenus lors de l'enquête ont été reportés dans le tableau ci-dessous.

Le tableau 14 ci-après montre le sexe, l'âge des sujets interrogés ainsi que les notes qu'ils ont attribués au produit.

**Tableau 14: Résultats du test d'acceptabilité**

Numéro	Sexe	Age	Note
1	F	22	4
2	F	23	5
3	F	31	6
4	F	35	4
5	F	27	7
6	F	26	8
7	F	28	6
8	F	26	7
9	F	22	7
10	F	18	8
11	F	22	7
12	F	20	7
13	F	19	6
14	F	22	6
15	F	23	5
16	H	50	7
17	H	27	7
18	H	35	7
19	H	26	8
20	H	20	7
21	H	22	9
22	H	22	7
23	H	22	8
24	H	20	6
25	H	19	6
26	H	20	7
27	H	22	7

D'après le tableau ci-dessus, sur les 27 sujets interrogés, 2 ont donné des notes inférieures à 5 c'est-à-dire qu'ils ont trouvé le produit désagréable. 85,18% des sujets (23 sur 27) ont donné des notes supérieures à 5 (les notes allant de 6 à 9 signifiant que les sujets ont trouvé le produit agréable) dont 18 ont donné des notes entre 6 et 7 (entre assez agréable et agréable), et 5 seulement entre 8 et 9 (entre très agréable et extrêmement agréable). 2 sujets ont été indifférents au produit en donnant une note de 5 sur 9.

Selon les résultats obtenus, 23 des sujets interrogés sur 27 soit 85,18% ont apprécié ce produit.

Sur les 13 hommes interrogés, on constate que les hommes ont plus apprécié le produit par rapport aux femmes car ils ont tous donné des notes allant de 6 à 9. Tandis que pour les 14 femmes interrogées, les notes varient de 4 à 8. Seulement 10 d'entre elles ont trouvé le produit agréable. Hommes et femmes confondus, la note moyenne attribuée à la boisson est de 6,63 sur 9.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude a permis :

- le suivi des étapes de fabrication de jus et de nectars de fruits dans une entreprise spécialisée,
- la familiarisation avec les techniques de détermination de la valeur nutritionnelle,
- la familiarisation avec différentes méthodes de dénombrement de microorganismes.

Concernant la détermination de la valeur nutritionnelle des 9 jus de fruits de la marque Eoah, il a été constaté que leur valeur énergétique est comprise entre 41 et 48,76 kcal. Les jus et les nectars de fruits sont donc des denrées alimentaires de faible valeur énergétique avec un faible apport en lipides, protéines et en glucides. Les glucides sont les principales sources d'apport énergétique des jus de fruit étudiés avec des valeurs comprises entre 10 et 12%. Les protéines et les lipides sont en quantités négligeables. Le cocktail de fruits et le nectar de passion ont une teneur en protéine respectivement égale à 0,163% et 0,106%.

Les résultats de l'étude montrent que la teneur en caféine de la boisson à propriétés stimulantes élaborée 148mg/l est légèrement inférieure à la teneur minimale en caféine des boissons énergisantes.

Les analyses nutritionnelles de la boisson ont montré qu'elle a un faible apport énergétique (451,2 kcal/l) qui provient essentiellement des glucides. Sur le plan microbiologique, la qualité de la boisson est satisfaisante car le nombre de chaque microorganisme étudié est inférieur aux normes établies. Les coliformes totaux, *Escherichia coli* β-D glucuronidase et les aérobies sulfito-réducteurs ont un nombre d'UFC inférieur à 10/ml de produit.

Le test d'acceptabilité réalisé auprès de sujets consommateurs potentiels a révélé une bonne appréciation du produit.

Plusieurs perspectives sont envisageables pour compléter cette étude :

- Elargir la gamme de goûts des boissons,
- Effectuer une analyse des propriétés antioxydantes du produit,
- Produire des boissons répondant aux critères des boissons énergisantes.

*Références  
bibliographiques*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ADVISORY COUNCIL ON THE MISUSE OF DRUGS (ACMD). (2005). Khat (Qat): Assessment of risk to the individual and communities in the UK.
2. AFRICAN FOOD TRADITION REVISITED BY RESEARCH (AFTER). (2011). SOPs for chemical analysis for Group 3.
3. AGUILAR F., CHARRONDIERE U. R., DUSEMOND B. *et al.* (2009). The use of taurine and D-glucuruno- $\gamma$ -lactone as constituent of so-called «energy drinks». European Food Safety Authority Journal, 935, 1-31
4. ALLARD A., ARDITTI J., BACQUAERT P. et coll. (2013). Les boissons énergisantes. Rapport.
5. ANDRIANTSITOHAINA S. M. (2010). Contribution à l'étude de l'huile essentielle de gingembre en vue d'une meilleure exploitation. Mémoire d'ingénierat en génie chimique, ESPA, 123p
6. ASSOCIATION DES PRODUCTEURS ALGERIENS DE BOISSONS (APAB). (2011). Guide des bonnes pratiques d'hygiène – industrie algérienne des jus de fruits, nectars et produits dérivés.
7. AUBRY P. (2011). Intoxication par usage de stupéfiants sous les tropiques, Médecine tropicale.
8. BARTHE C., DAIGLE P., DESROCHES F. P., ROY R. (2009). Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire. Comité sur l'élaboration des critères microbiologiques dans les aliments (CECMA). 58p
9. BARTOLOMEO. (2011). Grand-duché de Luxembourg. Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. Service de la sécurité alimentaire. Lignes directrices pour l'interprétation. 43p
10. BERTE K., RUCKER N., HOFFMAN-RIBAN (2011), *Ilex paraguariensis* A. St-Hill, in Phytotherapie.
11. BLANVILLAIN J-M. (1995). Le ginseng, la racine-homme. Dans Hommes et Plantes. Revue du CCVS. Numéro 13. Nouvelles archives du Muséum, 2<sup>ème</sup> série.
12. BOTINEAU M. (2010) Botanique systématique et appliquée des plantes. Lavoisier.
13. BONNEFOY C., GUILLET F., LEYRAL G., VERNE-BOURDAIS E. (2002). Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires.

14. BOUROOKAA A. (2012). Etude biochimique de l'adultération du jus de fruits. Université de Carthage. Microthèse
15. BURKIS K. P., HARTE F. M., DAVIDSON P. M., STEWART C. N., SIVANOVIC S. (2012). Composition and bioactive properties of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis Q. St. Hil.*) A review, in Chilean Journal of Agricultural Research, 72 (2)
16. CEDEAO – CSAO. Atlas de l'intégration Régionale en Afrique de l'Ouest. (2007). Le café. Série économie.
17. CHABAUD M. (2010). La caféine. Antenne Médicale de Prévention du Dopage (AMPD), Languedoc-Roussillon.
18. CHABAUD M. (2010). La taurine. Antenne Médicale de Prévention du Dopage (AMPD), Languedoc-Roussillon.
19. CHILLET P. (2011). La pasteurisation. Opérations unitaires en génie biologique : Tome 2. CNDP-CRDP; Bordeaux (FRA); 978-2-86617-595-5; p 1-109
20. CISSE M., DORNIER M., SAKHO M. et coll. (2009). Le bissap (*Hibiscus sabdariffa L.*) : composition et principales utilisations. 64(3) : 170-193
21. CODEX ALIMENTARIUS. (2005). Normes générales pour les jus et les nectars de fruits. CODEX STAN 247
22. COUTURE E. (2002). Le ginseng. Ses vertus restent à prouver. Le médecin de Québec, volume37, numéro 6.
23. CRIOC. (2010). Boissons énergisantes. Rapport.
24. DESBORDES D. (2003). Qualité microbiologique des fruits et légumes : flores, altérations, risques sanitaires, prévention.
25. DIETETEISTE DU CANADA. (2010). Sources alimentaires de caféine. In : Fichier canadien sur les aliments nutritifs.
26. DIDIER J. (2008). Etude bibliographique d'une plante mal connue dans les pays occidentaux : *Catha edulis*, Forsk.
27. DUBE P.A, PLAMONDON L., TREMBLAY P-Y. (2010). Boissons énergisantes : risques liés à la consommation et perspectives de santé publique. Institut National de Santé Publique, Québec, 247p. Disponible sur : <http://www.inspa.qc.ca>
28. DUDLEY-MARTIN F., OPOIX S. (2008). Maté : La boisson des Indiens Guarani.

29. FAKAANTENAINA R. (2010). Formulation, fabrication et étude de conservabilité des nectars de fruits en bouteilles plastique, cas de la société CODAL. Thèse d'ingénierat, 117p
30. FAO. (2003). Fruits tropicaux – Leurs valeurs nutritionnelles, leur biodiversité et leur contribution à la santé et à la nutrition – Comité des produits.
31. FAVIER J-C., IRELAND-RIPERT J., LAUSSUCQ C., FEINBERG M. (1993). Répertoire des aliments : Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. Vol 3 .INRA, TEC et DOC et ORSTOM
32. FEDERATION DES ENTREPRISES DU COMMERCE ET DE LA DISTRIBUTION (FCD). (2008). Critères microbiologiques applicables à partir de 2008 aux marques de distributeurs, marques premiers prix et matières premières dans leur conditionnement initial industriel.
33. FEINBERG M., FAVIER J-C, IRELAND-RIPERT J. (1993). Table de composition des aliments. Réalisations, Utilisations, Limites. Centre Informatique sur la Qualité de l'Aliment (CIQUAL). 50p
34. FOOD SAFETY PROMOTION BOARD. (2002). A review of the health effects of stimulant drinks – Final report, Safefood.
35. GOETZ P. (2001). Maté, *Ilex paraguariensis* A. St-Hill. (Aquifoliaceae). In Phytotherapie, volume 11, Issue 2, pp116 – 120.
36. HAMERSKI L., SOMNER V.G, TAMAIO N. (2013). *Paullinia cupana* Kunth (Sapindaceae) : A review of its ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology, Journal of Medicinal Plants Research, Vol 7 (30), pp2221-2229
37. HUBERT P. (1984). Recueil des fiches techniques d'Agriculture spéciale. Mémento de l'Agronomie. [www.agriculture.gov.mg](http://www.agriculture.gov.mg)
38. IARY RAVELOJAONA S. J. (2010). Relance de la filière café : cas de la zone est malgache. Mémoire de Maîtrise, Université d'Antananarivo, 107p
39. INSPQ (Institut National de Santé Publique Québec). (2011). Les boissons énergisantes : entre menaces et banalisation.
40. ISO 7218:2007. (2007). Microbiology of food and animal feeding stuffs. General requirements and guidance for microbiological examination. International standard. 3<sup>ème</sup> édition.

41. JOY. P. P., THOMAS J., MATHEW S., SKAIRA B. P. (1998). Zingiberaceous Medicinal Aromatic Plants.
42. KAY H. D., C. B. E., F. R. S. (1953). La pasteurisation : Exposé général des techniques – Méthodes de contrôle (WHO, MONO, 48p, p261)
43. KRIEPS M. (2009). Le thé : origine, actualités et potentialités. Université Henri Poincaré, Nancy.
44. LAKSHMI T., ROY T., GEETHA R.V. (2011). *Panax ginseng* – A universal Panacea in the herbal medecine with diverse pharmacological spectrum – A review. Asian Journal of Pharmacological and Clinical Research, Vol 4(1). ISSN : 09742441
45. LEFEBVRE A. (2003). L’analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception : ses avantages, ses limites, ses voies d’amélioration. Application
46. MARCHANDIN H. (2007). Physiologie bactérienne. Thèse de doctorat. Faculté de Médecine Montpellier – Nîme.
47. MAEP UPDR. (2004). Filière café. Fiche n°102.
48. McCUSKER R. R. GOLDBERG B. A. CONE E. J. (2003). Caffeine content of speciality coffees. Journal of Analytical Toxicology, Vol. 27.
49. MIHAJLOVIC B., DIXON B., COUTURE H., FARBER J. (2013). Evaluation Qualitative des Risques Microbiologiques que Comportent les jus non pasteurisés de pomme et d’autres fruits. Revue internationale d’analyse des risques alimentaires.
50. NAMITA P., MUKESH R., VIJAY J. (2012). *Camellia sinensis* (Green tea) : A review. Global Journal of Pharmacology 6(2) : 52-59. ISSN : 1992-0075
51. NATHAN P., AGENET C. (2010). Boissons énergétiques, Boissons énergisantes Quelles différences ? Quelles règles de prudence. In Nutrition et Pédiatrie. Volume 2, numéro 7
52. NATIONAL INSTITUTE OF DRUG ABUSE. (2013). Drug facts : Khat
53. NICOLAS J-P. (2012). Plantes médicinales du Nord de Madagascar – Ethnobotanique antakarana et informations scientifiques. Editions Jardins du monde, Brasparts. 296p, ISBN 987-2-9543726-0-0

54. ORWA C., MUTUA A., KINDT R., JAMNADASS R., ANTHONY S. (2009). *Paullinia cupana*. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. (<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>)
55. PAMPLONA R. (2011). Guide des aliments et de leur pouvoir curatif. Bibliothèque Education santé, Edition Safeliz, 7<sup>ème</sup> édition, volume 1 432p (p362-376)
56. PAMPLONA R. (2011). Guide des aliments et de leur pouvoir curatif. Bibliothèque Education santé, Edition Safeliz, 7<sup>ème</sup> édition, volume 2, 444p
57. PLAMONDON L. (2011). Les boissons énergisantes : entre menaces et banalisation.
58. RADAD K., GILLE G., RAUSH W-D. (2004). Use of ginseng in medicine: Perspectives on CNS disorders. Iranian Journal of Pharmacology and Therapeutics. 3 : 30-40
59. RATOBIMANANKASINA H. H. (2014). Profil épidémiologique de la toxicomanie chez les lycéens d'Antananarivo.
60. RAMILISON A. (1985). La production caférière à Madagascar. Dans : Omaly sy anio, 21-22, 339-359
61. SHARANGI A. B. (2009). Medicinal and therapeutic potentialities of tea (*Camellia sinensis*) – A review. In Food Research International. Volume 42, Issue 5 – 6, pp 529 – 535
62. TACHIE-OBENG E., BROWN N. (2004). *Cola nitida & Cola acuminata*: a state on knowledge report. The Central Africal Regional Program for the Environment.
63. TAIK-KOO YUN. (2001). Brief introduction of *Panax ginseng* C. A. Meyer, J. Korean Med. Sci.; 16(suppl): S3-5. ISSN : 1011-8934
64. TARIQ A.L., REYAZ A.L. (2012). Phytochemical analysis of *Camellia sinensis* leaves, International Journal if Drug Development and Research, Vol 4(4), ISSN: 0975-9344.
65. Timothy C. (1998). Therapeutic applications of taurine, in Alternative Medicine Review. Volume 3
66. WATTS B. M., YLIMAKI G. L., JEFFREY L. E., ELIAS G. L. (1991). Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. Centre de recherches pour le développement international.

67. ZHAW (Université des Sciences Appliquées de Zurich). (2009). Guide à l'usage des consommateurs.
68. ZIMMER M-G. (2007). *Panax ginseng* – Famille des Araliaceae. Mémoire.

## WEBOGRAPHIE

69. ARMA R. Plantes médicinales. Disponible sur : <http://www.robinarma.com>
70. Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA). (2012). Hygiène du personnel au sein des établissements de la Chaîne alimentaire. Disponible sur : <http://www.afsca.be>
71. Boissons de l'effort. Boissons énergétiques, boissons énergisantes, quelles différences ?. Centre National de la Danse. Département ressources professionnelles. 2011. Disponible sur : <http://mutualise.artishoc.com>
72. Boissons énergisantes, ou « Energy drinks » *Quelques réflexions de l'Équipe santé du Service d'aide et d'Univers santé*. Disponible sur :[http://www.univers-sante.ucl.ac.be/IMG/pdf/Boissons\\_enrgisantes.pdf](http://www.univers-sante.ucl.ac.be/IMG/pdf/Boissons_enrgisantes.pdf)
73. CIRAD. (2003) Le café, des terroirs et des hommes. Disponible sur : [http://www.cirad.fr/content/download/1885/14853/version/1/file/cafe\\_terroir.pdf](http://www.cirad.fr/content/download/1885/14853/version/1/file/cafe_terroir.pdf)
74. Consommez-vous trop de caféine ?. Disponible sur : <http://www.chu-sainte-justine.org>
75. Dosage de la caféine par spectro UV. Disponible sur <http://www.ping.be>
76. Etat de marché : les boissons énergisantes en Amérique du Nord, Agriculture et agroalimentaire Canada. (2009). Disponible sur : <http://www.agrireseau.qc.ca/>
77. Integrated Taxonomic Information System (ITIS). Disponible sur: <http://www.itis.gov/>
78. Maté. Disponible sur : [www.creapharma.ch](http://www.creapharma.ch)
79. NJINI G., Kola Nuts: The Precious African Nuts. Disponible sur : <http://www.freetocharities.org.uk/edgf/11.pdf>
80. Plantes stimulantes. Disponible sur : <http://www.herbes-medicinales.ca/>
81. Posologie de la caféine. Disponible sur : <http://www.passeportsante.net>
82. Yerba maté. Disponible sur : [www.passeportsante.net](http://www.passeportsante.net)

# *Annexes*

**ANNEXE 1****FICHE A REMPLIR PAR LES SUJETS LORS DU TEST D'ACCEPTABILITE**

Sexe (H/F)	Age	Profession	Acceptabilité O/N	Note sur une échelle de 1 à 9

O : oui (j'aime)

N : non (je n'aime pas)

**ANNEXE 2 : COMPOSITION DES MILIEUX DE CULTURE***Eau peptonée tamponnée (EPT) :*

Digestat enzymatique de caséine : 10g

Chlorure de sodium : 5g

Disodium hydrogénophosphate dodécahydraté ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) : 9gDihydroganophosphate de potassium ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) : 1,5g

Eau : 1000ml

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,2  $\pm$  0,1*Milieu tryptone-bile-glucoronide (TBX)*

Digestat enzymatique de caséine : 20,0g

Sels biliaires : 1,5 g

Acide 5-bromo-chloro-3-indolyl  $\beta$ -D-glucuronique (BCIG) : 144 $\mu\text{mol}$ 

Slufoxide de diméthyle : 3 ml

Agar agar : 9 à 10g

*Milieu gélosé au cristal violet, au rouge neutre, à la bile et au lactose (VRBL) :*

Peptone pepsique de viande : 7 g

Extrait de levure : 3g

Sels biliaires : 1,5 g

Lactose : 10g

Chlorure de sodium : 5g

Rouge neutre : 0,03g

Cristal violet : 0,002g

Agar agar bactériologique : 12 à 18g

Eau : 1000ml

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,4  $\pm$  0,1*Milieu PCA :*

Digestat enzymatique de caséine : 5g

Extrait de levure : 2,5g

Glucose anhydre ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) : 1g

Agar : 9 à 18g

Eau : 1000ml

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,0±0,2

Bouillon Rappaport-Vassiliadis avec Soja (bouillon RVS) :

Digestat enzymatique de soja : 5g

Chlorure de sodium : 8g

Dihydrogénophosphate de potassium (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) : 1,4g

Dipotassium hydrogénophosphate (K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) : 0,2g

Eau : 100ml

Bouillon Muller-Kauffmann au tétrathionate-novobiocine (MKT<sub>Tn</sub>) :

Extrait de viande : 4,3g

Digestat enzymatique de caséine : 8,6g

Chlorure de sodium (NaCl) : 2,6g

Carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>) : 38,7g

Thiosulfate de sodium pentahydraté (NaS<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5H<sub>2</sub>O) : 47,8g

Sels biliaires à usage bactériologique : 4,78g

Vert brillant : 9,6mg

Eau : 1000ml

Milieu gélosé xylose lysine désoxycholate (gélose XLD)

Extrait de levure en poudre : 3g

Chlorure de sodium : 5g

Xylose : 3,75g

Lactose : 7,5g

Saccharose : 7,5g

Hydrochlorure de lysine : 5g

Thiosulfate de sodium : 6,8g

Citrate d'ammonium-fer : 0,8g

Rouge de phénol : 0,8g

Désoxycholate de sodium : 1g

Gélose : 9 à 18g

Eau : 1000ml

Composition du TSC (Tryptose-sulfitecyclosépine) :

Pour 1litre de milieu

Tryptone : 15g

Peptone papaïnique de soja : 5g

Extrait autolytique de levure : 5g

Métabisulfite de sodium : 1g

Citrate ferrique ammoniacal : 1g

Agar bactériologique : 15g

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,6±0,2

Composition de l'OGA :

Extrait de levure : 5g

Glucose : 20g

OGA : 0,1g

Agar : 9 à 18g (selon le pouvoir gélifiant)

Eau : 1000ml

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 6,9~~±~~0,2



**Title: STUDIES OF THE NUTRITIONAL VALUE OF 9 EOAH DRINKS -  
DEVELOPMENT OF A HERBAL WITH STIMULATING PROPERTIES BASED  
DRINK**

**Author:** Niaina MIARY

**Encadreur:** Dr. Valérie Lalao RAZAFINDRATOVO

**ABSTRACT**

The nutritional values of 9 Eoah fruit juice were determined. Nutritional analyses showed that the drinks carbohydrate content was 10 and 12%, the lipid content varied from traces to 0.56%, and the protein content varied from 0,01 to 0,16%.

A drink with stimulating properties was elaborated with ginger, cola and tea.

The drink then underwent physico-chemical (pH: 2,34; caffeine content: 0,148g/l) nutritional and microbiological (on *Escherschia coli*, *Salmonella*, total coliforms, sulphite-reducing bacteria, total mesophilic aerobic flora, yeasts and molds) analyses.

Microbiological results showed the absence of *Salmonella* in the drink. The number of colony forming units of *Escherichia coli*, total coliforms and sulphite-reducing aerobic was less than 10/ml of product. The total mesophilic flora was present at a level of  $4.10^2$ /ml of product and the yeast and molds were less than 100 CFU/ml of product.

The hedonic test results showed that 23 subjects out of 27 showed an appreciation of the drink with stimulating properties.

**Keywords:** Eoah, fruit juice, stimulating herbs, caffeine, nutritional value

**Titre : ETUDE DE LA VALEUR NUTRITIONNELLE DE 9 JUS DE FRUITS EOAH - ELABORATION D'UNE BOISSON A BASE DE PLANTES A PROPRIETES STIMULANTES**

**Auteur :** MIARY Niaina

**Encadreur :** RAZAFINDRATOVO Valérie

**RESUME**

Les valeurs nutritionnelles de 9 jus de fruits Eoah ont été déterminées. Les analyses nutritionnelles ont montré que la teneur en glucides des boissons est comprise en 10 et 12%, la teneur en lipides varie de traces à 0,56%, la teneur en protéine varie de 0,01 à 0,16%.

Une boisson aux propriétés stimulantes a été élaborée à base de : gingembre, cola et thé.

Quelques analyses physico-chimiques (pH : 2,34, teneur en caféine : 0,148g/l) nutritionnelles et microbiologiques (portant sur *Escherichia coli* ; *Salmonella*, coliformes totaux, bactéries sulfito-réducteurs, flore aérobie mésophile totale, levures et moisissures) ont été conduites.

Les résultats microbiologiques ont montré l'absence de *Salmonella* dans la boisson. Les nombre d'unité formant colonie d'*Escherichia coli*, de la flore aérobie mésophile totale et des aérobies sulfito-réducteurs est inférieur à 10/ml de produit. La flore mésophile totale est présente à un taux de  $4.10^2$ / ml de produit et les levures et moisissure ont une UFC inférieure à 100/ml de produit.

Les résultats de l'épreuve hédonique ont montré une appréciation de la boisson à propriétés stimulantes par 23 personnes sur 27.

**Mots-clés :** Eoah, jus de fruits, plantes stimulantes, caféine, valeur nutritionnelle