

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	a
LISTE DES ABREVIATIONS.....	b
LISTE DES TABLEAUX	d
LISTE DES GRAPHES.....	f
LISTE DES PHOTOS.....	f
INTRODUCTION.....	1
Chapitre 1 Etudes bibliographiques antérieures sur <i>Centella asiatica</i>	2
1. Botanique.....	2
2. Ecologique	5
3. Découverte des constituants chimiques	9
4. Aspects pharmacologiques	16
Chapitre 2 La filière Talapetraka.....	24
A. Feuilles séchées	24
1. Première forme de l'exportation	24
2. Importance de l'échantillonnage périodique	35
3. Perspectives	40
B. Extrait mou	42
1. La seconde forme d'exportation de <i>Centella asiatica</i>	42
2. Analyses : contrôle de qualité.....	61
Chapitre 3 Résultats et discussions.....	63
1. Application des échantillonnages périodiques à la récolte de feuilles de Talapetraka	
63	
2. Résultats d'une fabrication d'extrait mou de <i>Centella asiatica</i>	74
Chapitre 4 Impact environnemental et socio-économique de la filière	86
1. Impact environnemental sur la collecte.....	86
2. Impact environnemental de la Société transformatrice	88
3. Impact socio-économique	92
CONCLUSION GENERALE	98
ANNEXE	99
BIBLIOGRAPHIE.....	A
TABLE DES MATIERES	F

LISTE DES ABREVIATIONS

% (P/P) : pourcentage poids par poids
% Ac.Aisia : Pourcentage Acide asiatique
% Ac.Mad : Pourcentage Acide Madecassique
% Asia : Pourcentage Asiaticoside
% Madéc : Pourcentage Madecassoside
A : section d'épuisement
B : section de concentration
BOA : Bulletin d'Analyse Officiel
C : condenseur
CAPROMA : Central d'achat des produits de Madagascar
CCM : Chromatographie sur Couches Mince
CNRIT : Centre National de Recherche Industriel et Technologique
COX-2 : cyclo-oxygénase
D : le constituant le plus volatil (*léger*) sous forme de vapeur, dans l'état de pureté désiré,
DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène sous 5 jours
DCO : Demande Chimique en Oxygène
DMAPP : Diméthylallylpyrophosphate
DREF : Direction Régionale de l'Environnement et des Forêts
DXP : 1-Désoxy-D-xylulose-5-phosphate
DXR :désoxyxylulose réducto-isomérase
E : Echangeur préchauffage
E : évaporateur qui recycle une partie du constituant lourd, sur la base de la colonne, à l'état de vapeur.
E1A, E2A, E3A et E5A : zones de collecte
EACA : extrait acétate d'éthyle de *Centella asiatica*
EV1 : Evaporateur 1
EV2 : Evaporateur 2
F : alimentation en solide
F₁ : Filtre à sac
F₁ : fournisseur N°1
F₂ : Filtre à cartouche 5μ
F₂ : fournisseur N°2
FPP : Farnésylpyrophosphate (C15)
FTTCA : fraction triterpénique totale de *Centella asiatica*
g MS/m² : gramme de matière solide par mètre carré
GAP : Glycéraldéhyde 3-phosphate
GGPP : Géranylgeranylpyrophosphate (C20)
GPP : Géranylpyrophosphate (C10)
HSV 1 : Herpes Simplex Virus 1
IDB HOLDING : Inverni della Beffa Holding
IDB : Inverni Della Beffa
IMRA (SOAMADINA) : Institut Malgache des recherches appliquées

Indena : industria derivati naturali
IPP : pyrophosphate d'isopentényle
l.a : litre absolu ou litre anhydre
L' : la base, le constituant le moins volatil (ou *lourd*) dans l'état de pureté désiré, en phase liquide,
 L_0 : alimentation en phase liquide à sa partie supérieure
 L_1 : liquide qui s'écoule du plateau
 M : Poids de Centella séchée et la Tare
 m : Poids du ballon avec le résidu sec
 m : Poids du cristallisoir contenant le résidu sec
MAO : Mono Amine Oxydase
MEC : 2C-méthyl-D-érythritol-2,4-cyclodiphosphate
MES : matières en suspension
 m_o : Poids du cristallisoir et de l'extrait
 m_o : Poids en g du ballon contenant le préconcentré
 M_0 : Poids de Centella avant séchage et la Tare
 m_t : Tare du ballon
 m_t : Tare du cristallisoir
n°BA: Numéro bulletin d'Analyse
n°BE : Numéro bulletin d'entrée
NGF : Nerve Growth Factor
 P_1, P_2, P_3 : Pompe
PRC : Percolateur
PRONAMA, PRO duits NA turels MA lagasy
 R_1 : Réservoir d'alimentation
 R_1, R_2, \dots, R_n , résidu ou drogues épuisées
 R_2, R_3 : Réservoirs percolats
 R_4, R_5 : Réservoirs de récupération alcool bas degré
RS(%) : Résidu sec (%)
 S_0 : solvant frais
 $S_1, S_2, \dots S_n$, solutions ou percolats
SNC : Système Nerveux Central
SODIP : Société pour le développement industriel des plantes de Madagascar
 T : Poids du cristallisoir
 V_1 : des vapeurs mixtes en équilibre avec le liquide qui s'écoule du plateau correspondant.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°1 Variétés de <i>Centella</i>	5
Tableau N°2 Les composants actifs de <i>Centella asiatica</i>	13
Tableau N°3 Hétérosides	14
Tableau N°4 Acides triterpéniques	14
Tableau N°5 Acide madasiatique	15
Tableau N°6 Terminoloside	15
Tableau N°7 Propriétés antitumorales de <i>Centella asiatica</i>	17
Tableau N°8 Effets de <i>Centella asiatica</i> sur le SNC	19
Tableau N°9 Propriétés antioxydantes de <i>Centella asiatica</i>	21
Tableau N°10 Effets de <i>Centella asiatica</i> sur les troubles circulatoires.....	22
Tableau N°11 Propriétés antimicrobiennes de <i>Centella asiatica</i>	23
Tableau N°12 Tableau des zones enquêtées	25
Tableau N°13 Critères de qualités <i>Centella asiatica</i>	28
Tableau N°14 Résultats d'analyse : Echantillons <i>Centella asiatica feuilles</i>	37
Tableau N°15 Résultats d'analyse : Livraison 2010 <i>Centella asiatica feuilles</i>	38
Tableau N°16 Quantité d'écorces de <i>Prunus africana</i> processées	51
Tableau N°17 Tableau des plantes processées	53
Tableau N°18 Liste des contrôles pour chaque phase de la production.....	61
Tableau N°19 Tableau d'échantillonnage par zone du fournisseur F1 en 2004-2005	65
Tableau N°20 Tableau de livraison du fournisseur F 1 en 2004-2005.....	66
Tableau N°21 Tableau d'échantillonnage par zone du fournisseur F1 en 2006-2007	68
Tableau N°22 Tableau de livraison du fournisseur F 1 en 2006-2007.....	69
Tableau N°23 Tableau d'échantillonnage par zone du fournisseur F2 en 2006-2007	71
Tableau N°24 Tableau de livraison du fournisseur F 2 en 2006-2007.....	72
Tableau N°25 Récapitulation des résultats des analyses des feuilles de <i>Centella asiatica</i> utilisées pour la Fabrication.....	74
Tableau N°26 Tableau des contrôles intermédiaires d'extraction	75

Tableau N°27 Tableau récapitulant les résultats de s analyses des extraits le la Fabrication	78
Tableau N°28 Tableau des consommations	82
Tableau N°29 Rendement en extrait.....	84
Tableau N°30 Caracteristiques des Effluents Liquid es de l'usine	90
Tableau N°31 Historique des Coûts.....	93
Tableau N°32 Répartition des charges	95

LISTE DES GRAPHES

Graphe N°1 Variation de la biomasse sèche et de la teneur en matières actives	36
Graphe N°2 Echantillons de <i>Centella</i> en 2010.....	38
Graphe N°3 Quantité d'écorces de <i>Prunus de Madagas car</i> travaillées.....	51
Graphe N°4 Graphe des échantillonnages et livraison du fournisseur F1 en 2004-2005	67
Graphe N°5 Graphe des échantillonnages et livraison du fournisseur F1 en 2006-2007	70
Graphe N°6 Graphe des échantillonnages et livraison du fournisseur F2 en 2006-2007	73
Graphe N°7 Tableau représentant le Kg de sec et le RS(%) en fonction du N°du lot.....	76
Graphe N°8 Tableau représentant la variation du % de sec dans les drogues épuisées	76
Graphe N°9 Graphe des résultats des analyses des extraits de la Fabrication	79

LISTE DES PHOTOS

Photo N°1 <i>Centella asiatica</i>	2
Photo N°2 Fruit de <i>Centella asiatica</i>	4
Photo N°3 Collecte des feuilles fraîches	31
Photo N°4 Livraison aux sous-collecteurs	32
Photo N°5 Réception, triage et séchage par le collecteur	33
Photo N°6 Magasin de stockage d'un collecteur.....	33
Photo N°7 Confection balle pressée de <i>Centella</i>	34
Photo N°8 Livraison <i>Centella</i> dans des sacs	34
Photo N°9 Pecolateurs	55
Photo N°10 Préconcentrateur EV1	59
Photo N°11 Concentrateur EV2.....	60

INTRODUCTION

Centella asiatica est une plante connue par ses nombreuses vertus thérapeutiques. L'utilisation traditionnelle est connue par les malagasy. De nombreuses études ont été réalisées depuis plusieurs décennies et ont abouti à l'isolement de quatre principaux principes actifs destinés à la fabrication de produits pharmaceutiques et cosmétiques. A ces derniers s'ajoutent deux autres récemment trouvés. Le Talapetraka étant le deuxième produit à l'exportation, l'essor de la demande en ***Centella asiatica*** nous a incités à cette étude de filière qui commence « **aux doigts des récolteurs** » et aboutis « **aux palans des exportateurs** ».

Dans ce mémoire seront exposés quatre chapitres dont une présentation du Talapetraka suite aux recueils d'études antérieures, l'étude de la filière, les résultats avec ses applications et l'étude des impacts environnemental et socio-économique.

Objectif

Il s'agit de la réponse à cette question : « Comment, quand pourrait on avoir des feuilles de Talapetraka de bonne qualité pour satisfaire la demande locale et à l'exportation ? »

Des feuilles de qualité répondant aux normes est toujours dans l'intérêt des deux parties vendeur et acheteur.

Contexte

L'exportation de ***Centella asiatica*** ou Talapetraka se présente sous deux formes : feuilles sèches ou extrait mou.

Les années d'expériences passées au sein d'une usine producteur d'extrait de plantes médicinales a permis d'accumuler de nombreuses données avec lesquelles nous avons pu établir une relation entre la teneur en dérivés terpéniques et le temps. Cette relation en fonction du temps a été mise au point suite à plusieurs descentes sur terrain et abouti à une méthode qui est maintenant appliquée par une Société exportatrice de ***Centella***. L'application de cette méthode à la récolte de feuilles conduit à livrer des feuilles de qualité meilleure destinées à l'exportation ou à des transformations et la pérennité de l'espèce.



Présentation du Talapetraka

***Centella asiatica* (L.) Urban**

Chapitre 1 Etudes bibliographiques antérieures sur *Centella asiatica*

1. Botanique

1.1. Dénomination

Le *Centella asiatica* (L.) Urban appartient à :

Famille : Ombellifères.

Genre : Centella

Espèce : *Centella asiatica*

Nom vernaculaire : Anamanitra, Ampetraka, Korokorona, Raivolesoka, Talapetraka, Silabola.

Nom vernaculaire Français : Cochlaeard du Pays (Réunion), Herbe boileau, Bévilaque.

1.2. Morphologie et physiologie

1.2.1. Appareil végétatif

1.2.1.1. Port

C'est une plante vivace, herbacée, polymorphe et stolonneuse, à rampant jusqu'à 1m de longueur.

1.2.1.2. Tiges

Les tiges sont entièrement rampantes, radicantes aux nœuds, grêles, dépassant souvent 50cm de longueur.



Photo N°1 *Centella asiatica*
Source PRONAMA :Janv. 2007

Couleur :

- Rouge violette lors bourgeonnement
- Vert brillant lors de la maturation
- Rouge signe de la forte exposition à l'ultraviolet

1.2.1.3. Feuilles

Les feuilles sont insérées en rosettes sur une tige plus ou moins courte.

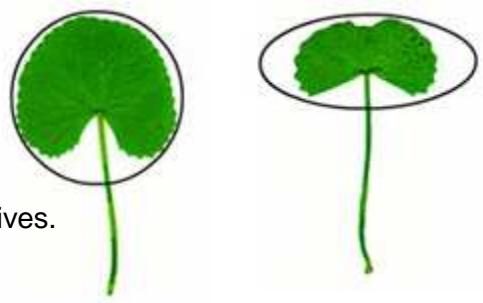
Elles sont à pétiole long vertical de 2 à 4cm sur les rameaux florifères, atteignant 10 à 12cm sur les rameaux stériles, donc pétiole en général 5 à 8 fois plus long que la feuille. Ce pétiole est terminé par un limbe non pelté, entier arrondi, muni d'une profonde échancrure (aspect du rein) d'où feuille orbiculaire ré uniforme régulièrement crénelé : large de 2 à 4cm.

Les feuilles sont donc réniformes et émarginées au sommet ou oblongues elliptiques à sinus basal très optu et plus ou moins longuement pétiolées.

Le pétiole et la face inférieure du limbe sont recouverts d'un tomentum plus ou moins abondant, parfois caduc, d'un brun argenté, puis rapidement roux. Cette teinte disparait partiellement sur les organes adultes.

La coloration rouge remarquable sur certaines feuilles très exposées résulte de la présence d'un anthocyane.

Elles sont à nervation palmée.



1.2.1.4. Racines

Les racines de *Centella asiatica* sont très nombreuses, adventives.

1.2.2.Appareil reproductive

1.2.2.1. Fleurs

1. Hermaphrodites

2. Couleurs jaunes

3. Présence de bourgeons axillaires, développés en bouquet de feuilles dressées et terminées par une petite inflorescence.

L'inflorescence est une ombelle simple, pauciflore ou en cyme ombelliforme à pédoncule variable plus courte que le pétiole.

Inflorescence très contractée

La fleur du centre est sessile et les fleurs latérales courtement pédicellées.

L'involucre est formé de deux bractées membraneuses, oblongues, linéaires, naviculées, glabres et pubescentes.

➤ 5 petites dents peu visibles au sommet de l'ovaire représentant le calice.

➤ Une corolle à 5 pétales bruns ou roses violacés, elliptiques ou obovales, obtus au sommet, imbriquées dans la pré floraison.

➤ 5 étamines alternes avec les pétales, épigynes, à filet court aplati, à anthère orbiculaire.

➤ Un ovaire infère à 2 carpelles, séparés, surmontés chacun d'un style court, terminé par des stigmates ovoïdes transparents. Cet ovaire est disciforme, comprimé, pubescent, surmonté d'un calice tronqué, très court et sans dents.

Fleur de type 1-1-3 (1 recouvrant-1recouvert-3mi-recouvrant-3 mi-recouvert) avec préfloraison imbriquée. [60]

1.2.2.2. Fruits

Le fruit est sec, large de 3 à 4mm, glabre, indéhiscent, monosperme, orbiculaire, disciforme, très comprimé latéralement, à méricarpe réticulé-rugueux et à côte assez saillants ?

C'est un akène.

L'ensemble des deux fruits accolés forme le diakène.



Photo N°2 Fruit de *Centella asiatica*

1.2.2.3. Graines

Elles sont presque arrondies de 2 à 3 mm de diamètre. Elles ont un péricarpe dur.

1.2.3. Espèces et Variétés

Espèce : ***Centella asiatica***

Variété : Il existe 3 variétés dans cette espèce très étendue et polymorphe dont :

- ***typica*** ;
- ***abyssinica*** ; [3]
- ***floridana***. [4]

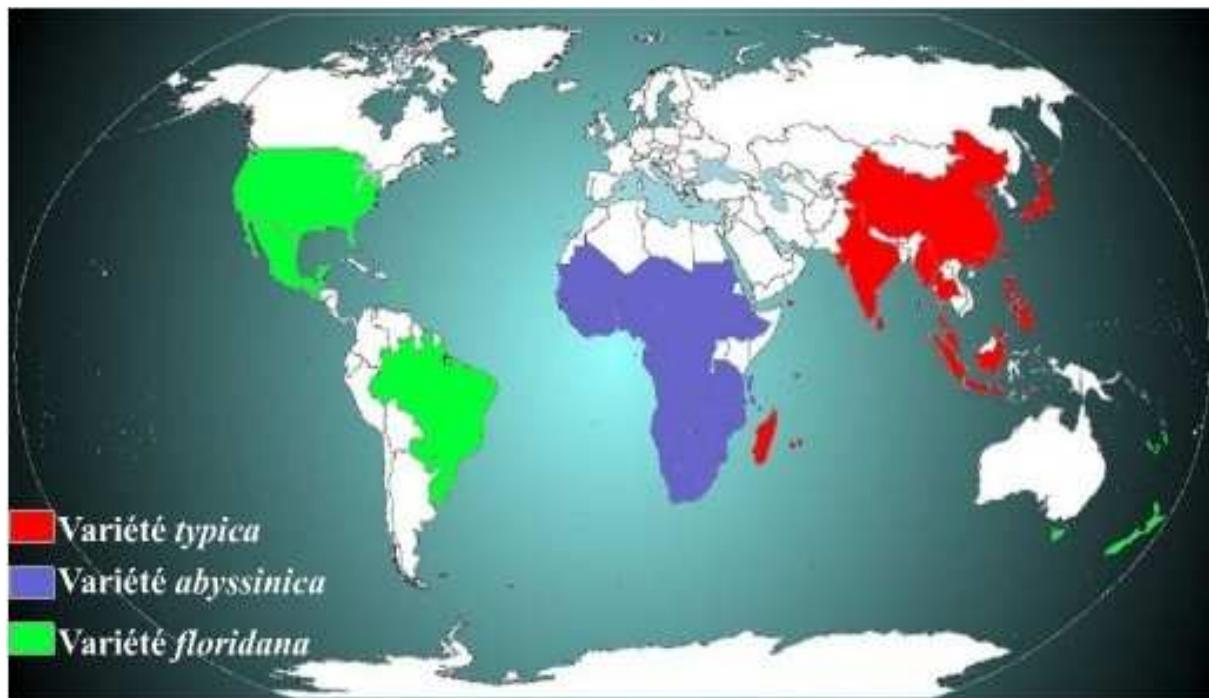
Variété	Description	Répartition
<i>typica</i>	Feuilles nettement réniformes, bien dentées, d'une contexture variable, plus ou moins molle, suivant l'habitat et l'époque de récolte/ les bractées de l'involucré sont glabres, relativement courtes.	S'étend de l'Asie méridionale à Madagascar dans les pays suivants : Chine méridionale, Indochine, Inde, Seychelles, Mayotte, La réunion, Maurice et surtout Madagascar.
<i>abyssinica</i>	Feuilles suborbiculaires à sinus moins marqué avec dent dents plus atténues. L'involucré, plus développé que dans la variété typica, est entièrement recouvert de poils longs.	Toute l'Afrique équatoriale et tropicale
<i>floridana</i>	Feuilles souvent plus longues que larges à sinus bien marqué, à faible pubescence et parfois subglabre, à dents marqués.	Amérique et Océanie tropicale.

Tableau N°1 Variétés de *Centella*

2. Ecologique

2.1. Répartition géographique

Carte N° 1 Répartition mondiale de *Centella*



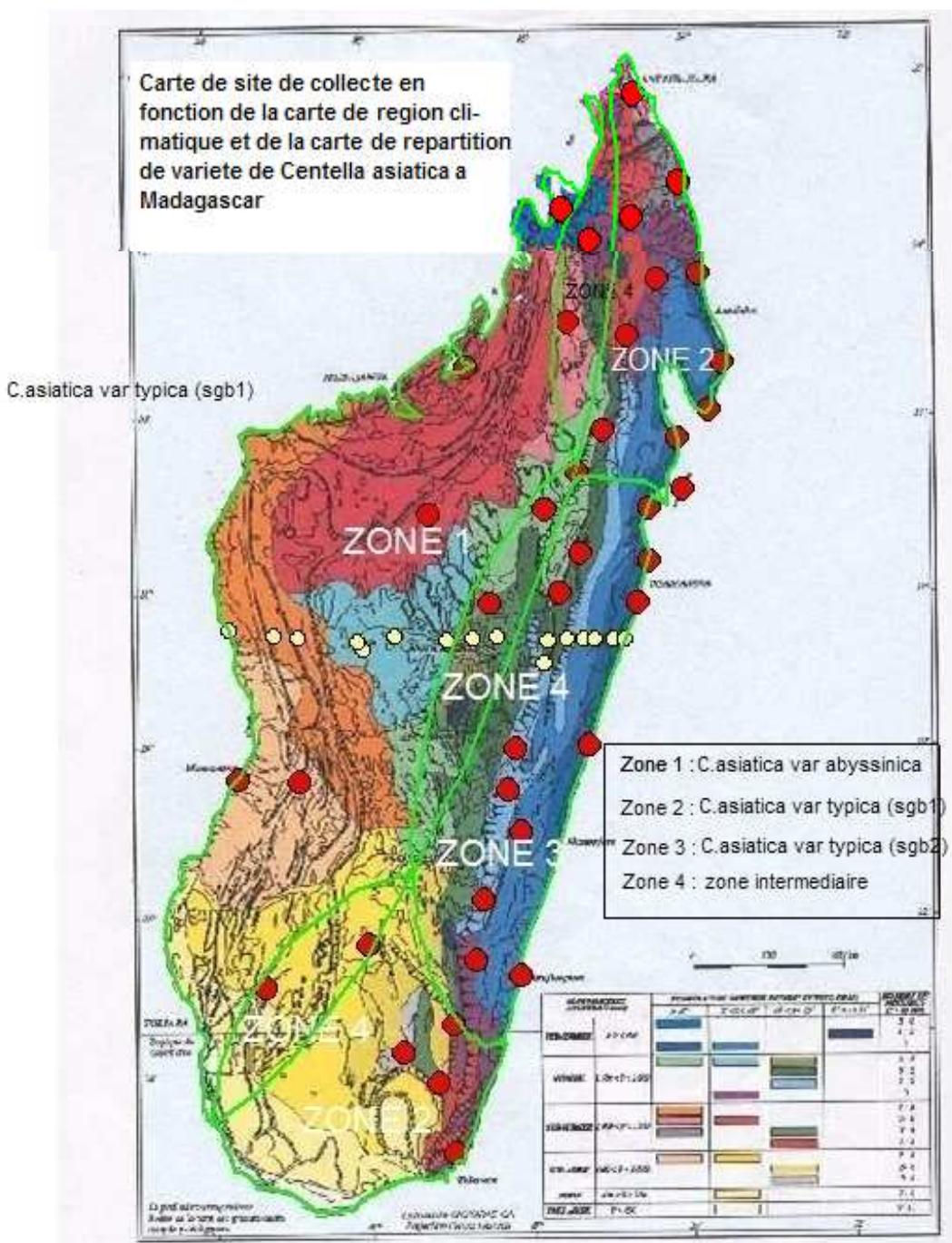
(Source : **CIRAD Madagascar**)

2.2. Répartition malgache

Les variétés **typica** et **abyssinica** sont rencontrées à Madagascar

La répartition divise Madagascar en deux suivant la longitude. Sur la partie Est se rencontre la variété **typica** et à la partie Ouest celle de **abyssinica**. Sur la région des hauts plateaux poussent des variétés intermédiaires.

Carte N° 2 Répartition *Centella* de Madagascar



(Source : **CIRAD Madagascar**)

2.3. Exigences climatiques

Le ***Centella asiatica*** qui pousse à l'état spontané, au bord des berges demande certaines conditions climatiques et édaphiques pour une production optimale.

2.3.1.La température

Une température fraîche favorise sa végétation 10-20°C.

Un excès de température $T > 25^\circ\text{C}$ ramollit la plante et l'empêche de se développer normalement.

Le froid et le gel ralentissent sa croissance.

2.3.2.L'eau

C'est le facteur limitant de sa culture. En effet, il exige plus de 4mm d'eau par jour tout au long de son cycle végétatif : donc besoin en eau élevée : plus de 1 000mm de pluie pendant les 06 mois de végétation soit plus de 2 000mm de pluie pendant une année si l'on considère la culture hivernale.

Par contre le ***Centella asiatica*** craint une trop forte pluviosité $P > 2 500\text{mm}$, qui peut provoquer une pourriture à la base du collet entraînant la mort de la plante.

Les eaux courantes sont le plus recommandées pour le ***Centella asiatica***. Les eaux stagnantes sont à proscrire car celles-ci favorisent la prolifération des microorganismes et l'attaque des maladies.

Elles refusent les eaux des tourbières riches en déchets organiques et germes pathogènes.

Pour la culture hivernale, l'irrigation par aspersion est obligatoire pour satisfaire son besoin en eau.

La température de l'eau doit être fraîche et son $\text{pH}=7$.

2.3.3.La lumière

L'ombrage favorise la formation de l'appareil végétatif.

Toutefois l'excès de l'ombrage nuit au développement du ***Centella asiatica*** qui demande suffisamment de lumière pour mieux assurer la photosynthèse.

2.4. Les exigences édaphiques

2.5. Le sol

Centella asiatica demande une terre argileuse, plutôt semi-argileuse pour une bonne rétention d'eau.

Elle veut alors des terrains bien drainés, qui ne se tassent pas, donc aérés qui se ressument assez vite après les fortes pluies ou des irrigations.

L'humidité stagnante lui est très nuisible (asphyxie des racines)

La couche de terre arable doit excéder de 20cm.

Les terres légères présentant un pourcentage élevé de silice ne lui convient pas.

Le pH du sol se situe entre 6,5 et 7,5.

2.6. Les besoins en éléments fertilisants

Centella asiatica répond parfaitement à un apport de fumure organique et minérale.

Comme les feuilles sont exigées pour la récolte, elle exige beaucoup d'éléments azotés. En effet, l'apport d'Azote supplémentaire au moment de la végétation et après chaque coupe favorise le développement végétatif et les repousses, améliorant ainsi le tonnage en matières fraîches.

3. Découverte des constituants chimiques

3.1. Historique des découvertes

L'usage de ***Centella asiatica*** semble être connu depuis très longtemps. Des récits malgaches décrivent des lémuriens blessés arrachant une plante à l'aspect de cresson ou de trèfle ayant une feuille arrondie en forme de haricot, connue sous le nom de « talapetraka » puis la broyant avant de l'appliquer sur leurs plaies. Albert Rakoto Ratsimamanga fit également cette observation et c'est sur la demande de Boiteau qu'ils envisagèrent d'approfondir les études sur cette fameuse plante à partir des années 40.

Pierre Boiteau identifia tout d'abord cette plante en 1936 parmi les six plantes utilisées à la léproserie de Manankavaly par le docteur Grimes [17].

En 1942, sur demande de Boiteau, Bontems réalise des extractions et isole l'**asiaticoside**, composant actif de *Centella* [7] [8].

Polonsky établit 10 ans plus tard la structure de l'**acide asiatique** et choisit cette molécule comme sujet de thèse [34].

L'**acide madécassique** est isolé [5] et sa structure est déterminée par Boiteau et Pinhas en 1967 [32] de même que l'**acide madasiatique** [31]

La même équipe découvre le **madécassoside** en analysant les eaux-mères d'extraction de l'asiaticoside.

3.2. Les terpénoïdes, composants actifs de *Centella asiatica*

3.3. Biogénèse

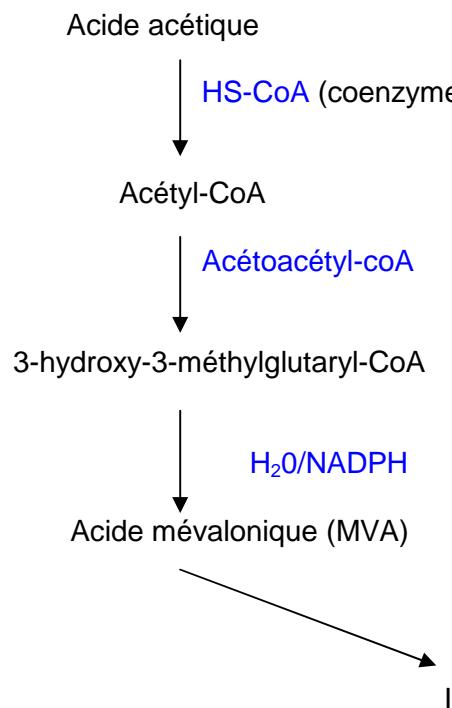
Les terpènes dérivent de l'isoprène actif qui peut être formé de deux manières : par la voie du mévalonate ou par la voie de Rohmer (Figure 1). [50]

La première est issue de « l'acétate activé » (condensation de molécules d'acétyl-CoA) tandis que la deuxième provient du pyruvate.

Le pyrophosphate d'isopentényle (IPP) aboutit au noyau squalène qui donne les triterpènes cycliques (C₃₀) mais aussi les stéroïdes.

Dans les plantes supérieures, la voie du mévalonate opère surtout dans le cytoplasme et dans les mitochondries et synthétise les stérols et les sesquiterpènes. Par contre, par la voie du pyruvate, sont élaborés les mono-, sesqui- et diterpènes avec les caroténoïdes [13].

Voie de l'acide mévalonique



Voie de Rohmer = Voie du MEP

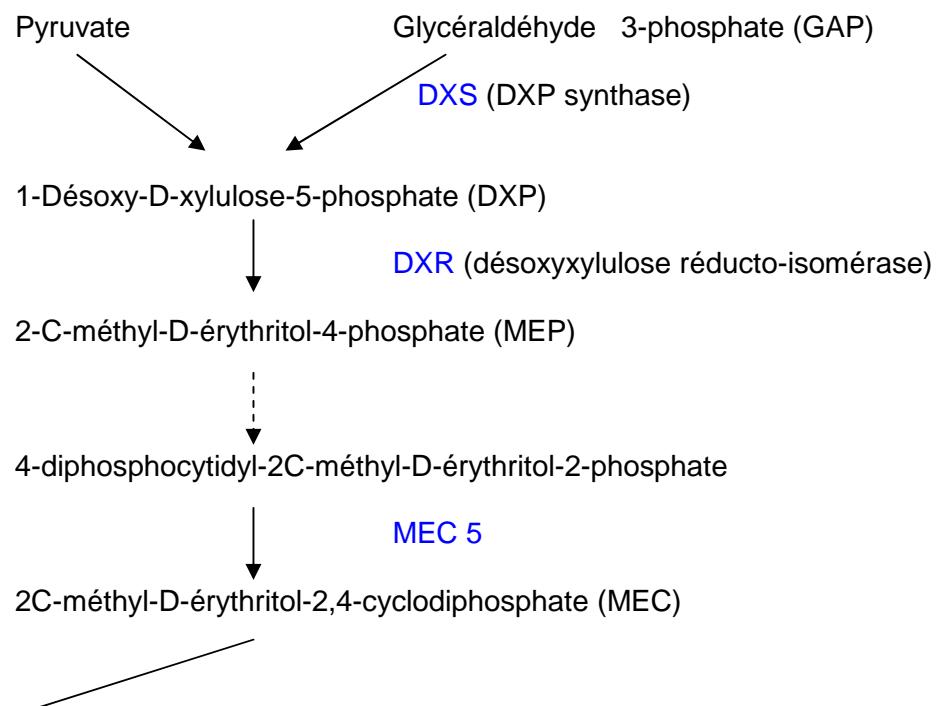


Figure 1 Formation de l'isoprène actif

[50]

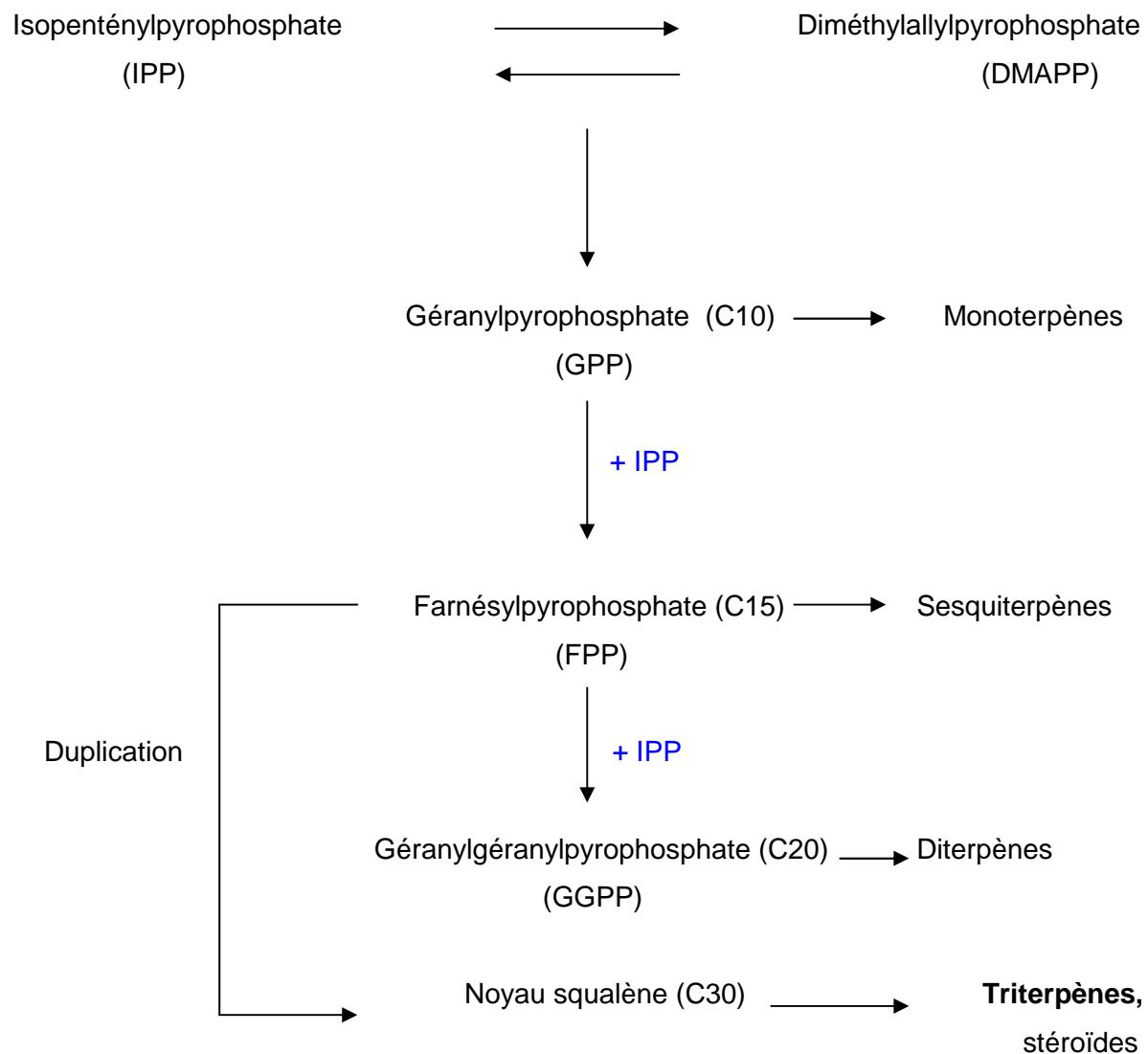


Figure 2 Biogénèse des triterpènes

[50]

3.4. Les composants actifs de *Centella asiatica*

Les molécules actives de *Centella asiatica* sont des triterpènes pentacycliques qui se trouvent à l'état de génines (acide asiatique et acide madécassique) et d'hétérosides (asiaticoside et madécassoside).

Le noyau de base de ces molécules est le suivant :

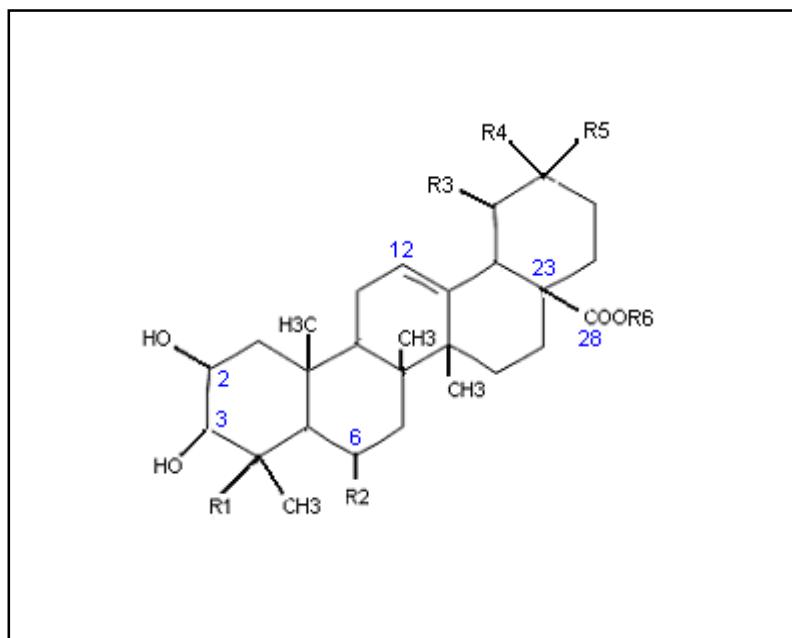


Figure 3 Noyau de base des composants actifs de *Centella asiatica*

Tableau N°2 Les composants actifs de *Centella asiatica*

Nom	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Asiaticoside [33]	CH ₂ OH	H	CH ₃	H	CH ₃	Glc-Glc-Rha
Madécassoside [32]	CH ₂ OH	OH	CH ₃	H	CH ₃	Glc-Glc-Rha
Acide asiatique [33]	CH ₂ OH	H	CH ₃	H	CH ₃	H
Acide madécassique [32]	CH ₂ OH	OH	CH ₃	H	CH ₃	H

Par hydrolyse acide, l'asiaticoside donne l'acide asiatique et une partie glucidique composée de deux glucose et d'un rhamnose. Le madécassoside donne après hydrolyse alcaline douce l'acide madécassique (différent de l'acide asiatique par la présence d'un hydroxyle) et une chaîne glucidique identique à celle de l'asiaticoside.

Remarque : le mode de liaison des sucres avec l'aglycone ainsi que leur mode d'enchaînement entre eux ont été déterminés par Polonsky *et al.* [35].

Les caractéristiques des hétérosides sont :

Tableau N°3 Hétérosides

	Asiaticoside	Madécassoside
Formule brute	C ₄₈ H ₇₈ O ₁₉	C ₄₈ H ₇₈ O ₂₀
Masse moléculaire	958	974
Nomenclature complète	1 - asiatate de [(O- α -L-rhamnopyranosyl-(1-4)-O- β -D Glucopyranosyl-(1-6)]-O- β -D Glucopyranose	[O- α -L-rhamnopyranosyl (1-4)-O- β -D Glucopyranosyl (1-6)]- O- β -D Glucopyranosyl

Les acides triterpéniques ont pour caractéristiques :

Tableau N°4 Acides triterpéniques

	Acide asiatique	Acide madécassique
Formule brute	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	C ₃₀ H ₄₈ O ₆
Masse moléculaire	488	504
Nomenclature complète	acide 2 α , 3 β , 23-trihydroxy- ursa-12-ène-28-oïque	acide 2 α , 3 β , 6 β , 23-tétrahydroxy- ursa-12-ène-28-oïque

3.5. « Autres composants »

- L'acide madasiatique

L'acide madasiatique [31] est le troisième acide triterpénique présent dans *Centella asiatica*.

Il est désigné par sa formule brute C₃₀ H₄₈ O₅ et sa masse moléculaire est égale à 488.

Il s'agit de l'acide trihydroxy 2 α , 3 β , 6 β -ursa-12-ène-28-oïque.

Le noyau de base est représenté figure 3 et les substituants sont :

Tableau N°5 Acide madasiatique

Nom	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Acide madasiatique [31]	CH ₃	OH	CH ₃	H	CH ₃	H

- Le terminoloside

Le terminoloside [26] est extrait des parties aériennes de *Centella asiatica* et a été découvert en mélange avec le madécassoside. Il n'a jamais été isolé avant ce brevet de 2004.

Cette molécule a pour nom général le 2 α , 3 β , 6 β , 23-tétrahydroxy oléa-12-ène 28-oate de

1 [O- α -L-rhamnopyranosyl-(1-4)-O- β -D-glucopyranosyl-(1-6)] glucopyranose.

La structure de son cycle terpénique est celui de l'acide terminolique.

Le terminoloside est un isomère de position du madécassoside.

Tableau N°6 Terminoloside

Nom	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Terminoloside [26]	CH ₂ OH	OH	H	CH ₃	CH ₃	Glc-Glc-Rha

Remarque : Le brevet indique que le mélange **terminoloside** et **madécassoside** peut être utilisé pour réguler les mécanismes inflammatoires et en composition cosmétique, il peut prévenir et retarder le vieillissement prématuré de la peau.

4. Aspects pharmacologiques

*En Inde, en Chine ou en Indonésie, les propriétés médicinales de **Centella asiatica** sont connues depuis plus de 2000 ans. En médecine occidentale, elle est apparue tardivement puisque son entrée dans le Codex date de 1884 et que le premier extrait sec n'a été réalisé qu'en 1941.*

Lors de la découverte de l'intérêt thérapeutique de cette plante, les recherches ont surtout concerné les propriétés dermatologiques de la plante.

Dans les années 80, des scientifiques se sont intéressés à son rôle dans les troubles veineux [1] mais plus récemment, ce sont ses effets comme anti-tumoral ou dans certaines pathologies du système nerveux central qui sont le plus étudiés.

4.1. Usages traditionnels dans le monde et à Madagascar

En **Inde**, cette plante est inscrite dans la pharmacopée depuis 1938 [54] pour ses propriétés régénératrices et pour le traitement de lésions cutanées telles que la lèpre, le lupus, l'eczéma et le psoriasis. Elle est également employée (ainsi qu'en Asie) pour améliorer la mémoire, favoriser la longévité ou encore soigner l'épilepsie. Ils l'utilisent aussi dans l'insuffisance veineuse.

En **Thaïlande**, *Centella asiatica* est bu à l'apéritif en tant que stimulant (depuis peu il existe en Occident, des boissons énergisantes contenant un extrait des feuilles).

A **Madagascar**, la plante est essentiellement utilisée en décoction dont voici quelques exemples [64]:

-pour certaines maladies de l'estomac (il faut noter que la médecine traditionnelle malgache ne connaît pas les différentes affections touchant l'estomac), on prépare le « ranonampango » en versant de l'eau sur la croûte formée au fond de la marmite de riz après évaporation complète de l'eau de cuisson. Le tout est chauffé et au moment de l'ébullition, la poudre de feuilles séchées de **Centella** est ajoutée.

Remarque : le « ranonampango » est une boisson chaude de couleur ambrée avec un goût « torréfié » et est couramment préparée au repas malgache.

-pour d'autres maux d'estomac ou contre l'insomnie, une décoction peut être préparée à base de « talapetraka », de jeunes pousses «d'anantsinahy » (légume utilisé en bouillon ou cuit avec la viande) et « d'anampoza ». La boisson est refroidie et plutôt prise avant le repas.

En prévention de la syphilis, la plante est cuite en bouillon avec de la viande et est prise le matin par la femme en cours de grossesse ce qui permettrait de purifier le sang et le fœtus.

Elle est aussi employée dans la nourriture par exemple crue en tant qu'herbe aromatique ou mélangée au « vary amin'anana » (soupe de riz) pour agir sur l'appareil digestif.

Séchée puis broyée, elle peut être appliquée directement sur une plaie.

Associée au Curcuma, elle « permettrait d'avoir des enfants ».

4.2. Propriétés antitumorales

Le tableau 7 présente les différents travaux récents concernant les propriétés antitumorales et indique que ***Centella asiatica*** pourrait être une plante intéressante dans la thérapeutique anticancéreuse. En effet, elle touche divers organes (sein, colon, foie, peau) mais elle agit sur les deux mécanismes de mort cellulaire. Elle induit la mort des cellules cancéreuses essentiellement par **apoptose** (mécanisme provoquant un afflux d'histiocytes qui se transforment en macrophages et résorbent les débris cellulaires) mais également par **nécrose** (mécanisme déclenchant le processus inflammatoire et permettant de dégrader de manière aléatoire l'ADN des cellules cancéreuses). Ces deux mécanismes sont complémentaires et l'implication de cette plante dans chacun de ces phénomènes permettrait un meilleur ciblage au niveau du traitement.

Tableau N°7 Propriétés antitumorales de ***Centella asiatica***

Molécules actives ou type d'extrait de plante	Organe(s), ou type de cancer ciblé par la plante	Résumé de l'article	Références bibliographiques
Acide asiatique	Peau	Induction de la mort cellulaire par apoptose via la iNOS (monoxyde d'azote synthase inducible) et la COX-2 (cyclo-oxygénase) qui ont un rôle dans la première étape de la croissance tumorale.	[30]
	Colon, Glioblastome	Induction de la mort cellulaire par apoptose mais surtout par nécrose par augmentation du calcium intracellulaire .	[12]
	Colon	Potentialise l'anticancéreux CPT-11 (chlorhydrate d'irinotecan).	[9]
	Sein	Induction de la mort cellulaire par apoptose par implication d'une kinase et de la protéine p38 .	[20]
	Hépatome	Induction de la mort cellulaire par apoptose par augmentation du calcium intracellulaire et du niveau de la protéine p53 .	[24]
Asiaticoside		Induction de la mort cellulaire par apoptose . Augmentation de l'activité cytotoxique de la vincristine.	[21]
Extrait méthanolique	Adénocarcinome gastrique, Mélanome	Inhibition de la croissance cellulaire cancéreuse.	[45]
Extrait aqueux	Colon	Induction de la mort cellulaire par apoptose . Effet chimioprotecteur sur la croissance tumorale.	[10]

4.3. Effets sur le SNC (Système Nerveux Central)

Le tableau 8 montre l'intérêt de ***Centella asiatica*** dans l'amélioration des troubles de la maladie d'Alzheimer. Cette maladie peut être définie comme une démence organique primitive neurodégénérative conduisant progressivement à la perte de mémoire et des fonctions cognitives. Or, cette plante agit sur la mémoire ainsi que sur la neurodégénérescence. Elle a également un rôle neuroprotecteur sur les effets oxydatifs du glutamate (libéré en quantité excessive au cours de la maladie et entraînant des dommages neuronaux) et sur la toxicité neuronale induite par les amyloïdes (protéines déposées entre les neurones et formant les plaques séniles).

Ces études récentes montrent aussi ses effets dans la dépression (elle inhibe la MAO = Mono Amine Oxydase, ce qui augmente le taux de sérotonine et de noradrénaline diminué en cas de dépression), l'anxiété et l'épilepsie.

Tableau N°8 Effets de *Centella asiatica* sur le SNC

	Molécules actives ou type d'extrait de plante	Résumé de l'article	Références bibliographiques
Régénérant nerveux	Extrait éthanolique de <i>C.asiatica</i>	Augmentation de la croissance nerveuse de certaines cellules (SH-SY5Y) en présence du facteur de croissance nerveux (NGF = Nerve Growth Factor).	[39]
	Acide asiatique	Accroissement axonal par augmentation du nombre d'axones et de leur calibre.	[39]
Rôle dans l'apprentissage et la mémoire		Stimulation de la croissance des dendrites des neurones de l'hippocampe (région concernée par l'apprentissage et la mémoire).	[28]
	Molécules actives ou type d'extrait de plante	Résumé de l'article	Références bibliographiques

Démence	3 dérivés de l'acide asiatique	Amélioration de la mémoire affaiblie en cas de démence.	[23]
	3 dérivés de l'acide asiatique	Neuroprotection vis à vis des dommages oxydatifs induits par une exposition importante au glutamate .	[24]
Démence et maladies du SNC en général	Acide asiatique	Inhibition de la démence induite par la scopolamine. Effet antagoniste sur les récepteurs sérotoninergiques souvent impliqué dans les maladies du SNC.	[66]
Maladie d'Alzheimer	3 dérivés de l'acide asiatique et l'asiaticoside	Inhibition de la mort cellulaire induite par les β-amyoïdes . Réduction de la mort cellulaire induite par H ₂ O ₂ . Diminution du taux intracellulaire de radicaux libres. Intérêt pour protéger les neurones de la toxicité des β-amyoïdes.	[29]
Dépression	Madécassoside	Inhibition de la MAO (Mono Amine Oxydase).	[25]
Epilepsie	Fraction d'extrait acétate d'éthyle de <i>Centella asiatica</i> (EACA)	Intéressant comme adjuvant dans le traitement de l'épilepsie (observation d'une plus grande marge thérapeutique de la gabapentine).	[42]
Anxiété	Extraits méthanoliques, (EACA)	Activité anxiolytique. N'entraîne pas d'effet sédatif.	[43]

4.4. Propriétés antioxydants

Les travaux récents cités dans le tableau 9 indiquent que ***Centella asiatica*** contient des composants potentiellement intéressants dans la prévention du stress oxydatif induit par les radicaux libres (aussi bien au niveau cardiaque que neurologique).

Tableau N°9 Propriétés antioxydantes de *Centella asiatica*

	Résumé de l'article	Références bibliographiques
Cardioprotecteur	L'extrait aqueux étudié réduit la toxicité induite par l'adriamycine (agent intercalant utilisé en chimiothérapie) sur les cellules myocardiques. L'extrait est antioxydant et minimise les cardiomyopathies mitochondrielles. Intérêt dans le traitement et la prévention de la cardiotoxicité.	[16]
Neuroprotecteur	L'extrait est antioxydant et protège le cerveau des dommages oxydatifs liés à l'âge. Remarque : la vieillesse se caractérise par un déséquilibre entre la production de radicaux libres et le mécanisme de défense antioxydante ce qui conduit à la mort cellulaire.	[40]
	Effet neuroprotecteur de <u>3 dérivés de l'acide asiatique</u> vis à vis des dommages oxydatifs induits par une exposition importante au glutamate (voir tableau précédent concernant la démence dans la maladie d'Alzheimer).	[24]
	Effet antioxydant dû aux <u>composants autres que les triterpénoïdes</u> (flavonoïdes, quercétine, catéchine, rutine). Action par diminution de la peroxydation des lipides lors d'un stress oxydatif induit par H ₂ O ₂ .	[22]

4.5. Propriétés antimicrobiennes

Les études décrites dans le tableau 10 montrent que les composants actifs de la plante améliorent la circulation veineuse de retour en protégeant les veines grâce à une stimulation de la synthèse de collagène (voir « propriétés dermatologiques »). Le Madécassol ® a d'ailleurs prouvé son intérêt dans les troubles circulatoires puisque la forme comprimée est indiquée dans l'insuffisance veinolymphatique [65].

Tableau N°10 Effets de *Centella asiatica* sur les troubles circulatoires

Résumé de l'article	
Microangiopathie diabétique	La fraction triterpénique totale de <i>Centella asiatica</i> (FTTCA) protège des détériorations de la microcirculation et diminue la perméabilité capillaire.
Varices, hémorroïdes, jambes lourdes	La FTTCA est efficace dans ces troubles veineux en application locale par amélioration de la tonicité vasculaire.
Hypertension veineuse, oedème	La FTTCA améliore les symptômes de ces troubles en agissant sur la microcirculation. Cet extrait protège l'endothélium veineux et agit au niveau du tissu conjonctif (meilleure synthèse de collagène).

4.6. Propriétés antimicrobiennes

Centella asiatica a démontré son rôle antibactérien sur *Staphylococcus aureus* et *Propionobacterium acnes* (tableau 11), germes principaux de la flore saprophyte cutanée et responsables des infections de l'acné. Cette plante permettrait ainsi d'utiliser moins d'antibiotique dans cette affection.

Tableau N°11 Propriétés antimicrobiennes de *Centella asiatica*

Molécules actives ou type d'extrait de plante	Bactéries ou virus touchés par la plante	Références bibliographiques
Extrait méthanolique (à partir des feuilles)	<i>Staphylococcus aureus</i> résistant à la méthicilline, <i>Staphylococcus aureus</i>	[46]
Asiaticoside	<i>Herpes Simplex Virus 1 (HSV 1)</i> , <i>HSV 2</i>	[44]
Acide asiatique, acide madécassique	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus</i> (groupe B), <i>Propionobacterium acnes</i> , <i>Neisseria gonorrhoeae</i>	[26]

4.7. Autre propriété

Actuellement, de nombreuses études cherchent de nouvelles applications thérapeutiques de ***Centella asiatica***.

Ainsi, en mai 2007, SATAKE T. et al. ont montré qu'une molécule extraite de cette plante, l'acide 3,5 -di-O-cafféoyl- quinique (qui n'est pas un terpénoïde) était anti-thrombotique.



La filière Talapetraka

Chapitre 2 La filière Talapetraka

A. Feuilles séchées

1. Première forme de l'exportation

Une des formes présentée au marché local et à l'exportation est la feuille séchée de Talapetraka. En effet, c'est la seconde plante à l'exportation en termes de quantité, après le *Catharanthus roseus*.

1.1. La collecte de feuilles de Talapetraka

Le *Centella asiatica* communément connu sous le nom de « Talapetraka » est une des plantes à vertu médicinal utilisé par les tradipraticiens malagasy. La collecte de ses feuilles est devenue une activité d'appoint voire secondaire pour la population du monde rural pendant la période de soudure dans les régions Alaotra Mangoro et Analamanga..

La présente étude de la collecte de *Centella asiatica* vise à montrer les responsabilités des différentes parties prenantes dans son exploitation : de la récolte des feuilles à la livraison de feuilles destinées pour l'exportation. Ainsi que leur implication dans la production de feuilles de bonne qualité, respectant les normes exigées par les clients importateurs. Et, les avantages économiques enregistrés par les différents acteurs de la filière *Centella*. Ces avantages seront exposés dans le dernier chapitre. Cette étude portera sur le cas de la société PRONAMA qui est une société individuelle récemment créée qui a accepté notre étude.

1.1.1. Enquêtes : Société enquêtée



PRONAMA, PROduits NAturels MAlagasy est une Société individuelle dont les activités sont dans les collectes, la transformation et l'exportation de plantes médicinales et aromatiques de Madagascar. Elle a été créée en 2008. Son siège est au lot AB170 ter/III Antananarivo 102.

La majeure partie des plantes sont endémiques à Madagascar.

Elle possède une équipe de spécialistes ayant opérés pendant une vingtaine d'années dans le domaine des plantes médicinales et aromatiques.

Les plantes sont vendues sous sa forme naturelle séchée, ou transformée en huile essentielle ou huile raffinée :

- forme naturelle séchée : *Centella asiatica**, *Drosera ramentacea**, *Kalanchoe pinnata** (feuilles) et *Medemia nobilis** (graines) ;
- transformée en huile essentielle : *Curcuma longa* (Rhizome), *Helychrisum gymnacephallum** (feuilles), *Psiadia altissima* (feuilles) ;
- huile raffinée : *Calophyllum inophyllum* (graines), *Dilobeia thouarsii** (graines).

(*) : Plantes endémiques

1.1.2. Enquêtes Fokontany

Notre étude a concerné 3 fokontany : Sandranika, Ambohijanaharikely et Anosivolakely dont la situation administrative est résumée dans le tableau qui suit :

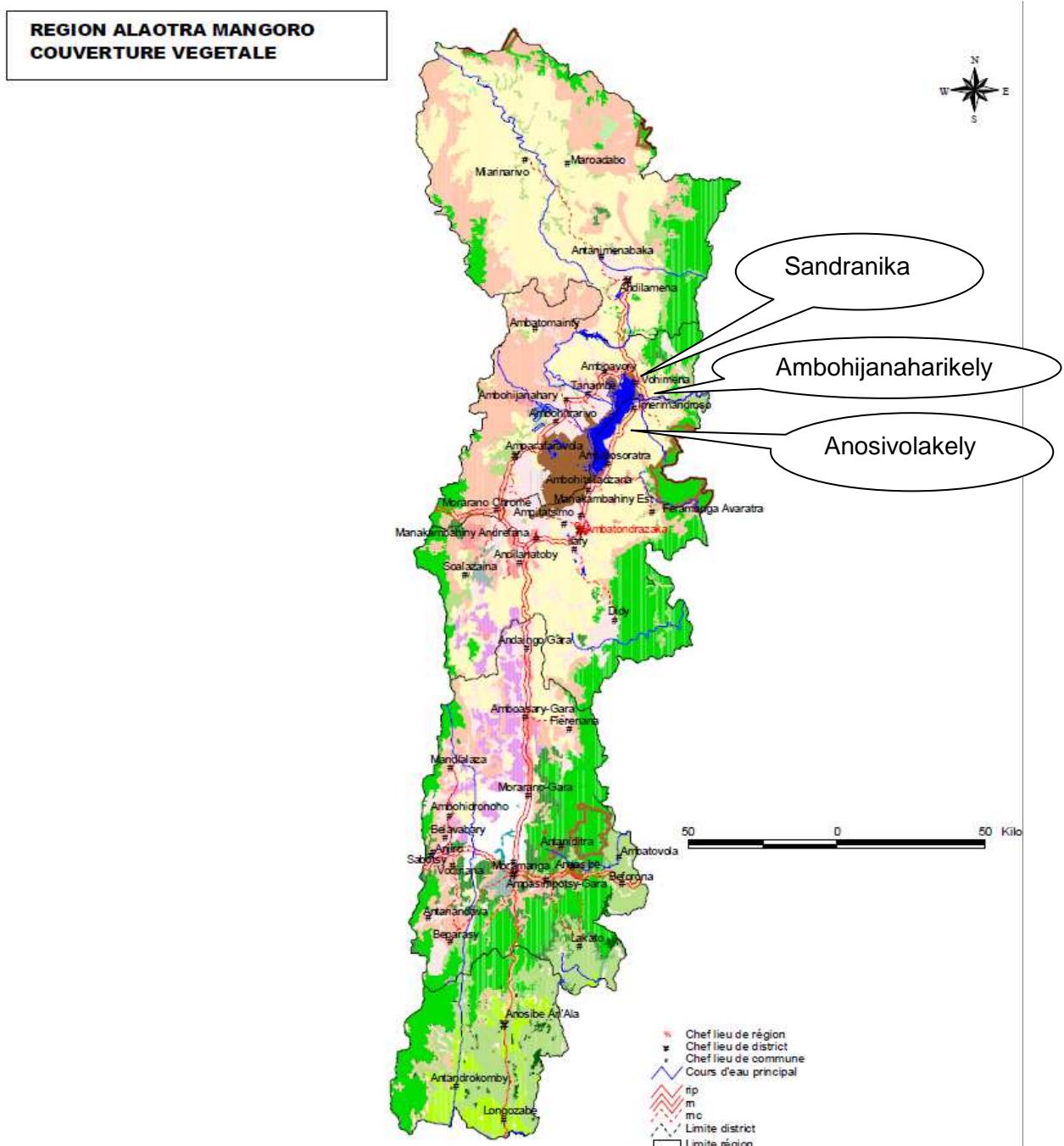
Tableau N°12 Tableau des zones enquêtées

Fokontany	Sandranika	Ambohijanaharikely	Anosivolakely
Commune	Andromba	Imerimandroso	Manakambahiny Est
District	Ambatondrazaka	Ambatondrazaka	Ambatondrazaka
Région	Alaotra Mangoro	Alaotra Mangoro	Alaotra Mangoro

Le fokontany Sandranika se trouve à 75km du chef lieu de la région, celui d'Ambohijanaharikely à 60Km. Ce sont des sites accessibles toute l'année. Les ménages vivent principalement de la riziculture. L'occupation des femmes sont tissage de natte, les cultures maraîchères et la préparation de poissons ou anguilles séchés. Les femmes du fokontany d'Anosivolakely ne travaillent pas le poisson étant donné qu'elles sont plus loin du lac. Ce fokontany est plus proche de la Forêt.

La collecte de feuilles de Talapetraka est devenue une activité secondaire d'environ le tiers de ménages en période de soudure.

Carte N°1 Zones enquêtées Alaotra Mangoro



- Formations marécageuses
- Mosaïque de cultures, jachères, lambeaux forestiers, formations graminéennes
- Peuplements d'Eucalyptus
- Peuplements de Pins
- Peuplements mélangés
- Plans d'eau
- Prairies côtières, savanes et/ou pseudosteppes avec éléments ligneux
- Prairies côtières, savanes et/ou pseudosteppes sans éléments ligneux
- Riz
- Savanes et/ou pseudosteppes avec éléments ligneux
- Savanes et/ou pseudosteppes sans éléments ligneux

- Forêts denses humides sempervirentes de basse altitude
- Forêts denses humides sempervirentes de basse altitude dégradées et/ou secondaires
- Forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude
- Forêts denses humides sempervirentes de moyenne altitude dégradées et/ou secondaires
- Forêts denses sèches-série à *Dalbergia*, *Commiphora* et *Hi*
- Forêts denses sèches-série à *Dalbergia*, *Commiphora* et *Hi* - dégradées et/ou secondaires



Edition : UCDD/DIE/ONE, mai 2006
Sources : BD 500 FTM, ANGAP, ONE

1.2. Fiche technique de *Centella asiatica*

1.2.1. Les critères de qualité

Il existe deux critères de qualité dont les critères hors laboratoire qui s'effectuent pendant la préparation et les analyses du laboratoire.

1.2.1.1. Du point de vue communauté

Le séchage est le point clé pour avoir un produit sain sans moisissure, de même pour le triage qui est effectué depuis les paysans récolteurs aux collecteurs.

Le contrôleur de qualité vérifie périodiquement les sous collecteurs en effectuant des prélèvements d'échantillons pour s'assurer de la stabilité du titre en principe actif d'une part et la qualité de séchage par vérification du taux d'humidité. La méthode des quarts (voir annexe) est adoptée à chaque échantillonnage.

Les critères de qualité hors laboratoire sont de visu :

- Feuilles bien sèches ;
- Sans moisissures ni pourritures ;
- Couleur verte après séchage, les autres couleurs sont dues à un mauvais séchage ou stockage ;
- Stolons n'excédant pas 1,5cm ;
- Pas de racines;
- Pas de mauvaises herbes ;
- Pas de terre.

1.2.1.2. Du point de vue laboratoire (chimique)

Les critères de qualité exigés aux fournisseurs sont propres pour chaque client. Nous pouvons récapituler par tableau indiquant les critères de qualité exigés pour les feuilles de *Centella asiatica* qui est le tableau d'indena MADAGASCAR S.A.

Tableau N°13 Critères de qualités *Centella asiatica*

Contrôle	Unité de mesure	Spécification
Aspect macroscopique caractéristique	-	Conforme
Identification par CCM (Chromatographie sur Couches Minces)	-	Conforme
Matières Etrangères	% (P/P)	≤ 5
Perte en Poids (60°C, t=15 heures)	% (P/P)	≤10
Taux de Cendres Totales	% (P/P)	≤12
Rendement en extrait Sec	% (P/P)	Pour Information
Asiaticoside	% (P/P)	≥4.0
Madécassoside	% (P/P)	≥4.0
Acide asiatique	% (P/P)	≥0.5
Acide madécassique	% (P/P)	≥0.5
Dérivés triterpéniques totaux	% (P/P)	≥9.0

Source : **indena MADAGASCAR S.A**

1.2.2. Les contrôles qualité

Le contrôle de qualité est effectué par chaque acteur de l'organigramme, par le récolteur, le sous collecteur et le collecteur.

Contrôle avant emballage, étiquetage et stockage : dernier contrôle

Il est effectué au magasin de stockage du collecteur par le responsable de qualité du Siège avant la mise en sac et le pesage. Il vérifie d'abord tous les critères de qualité hors laboratoire (\$ 1.2.1.1) Il vérifie ensuite que le produit est bien emballé, chaque étiquette est bien remplie et le stockage est à l'abri de l'humidité.

Chaque étiquette renferme :

- Le nom du Fournisseur ;
- Nom du produit ;
- Date de récolte ;
- Date de mise en sac ;
- Le poids ;
- La référence du lot(*) .

1.2.3. La traçabilité des produits

Tout produit livré doit répondre aux exigences du client sur sa traçabilité. Il est alors du devoir du collecteur de déterminer précisément sa zone de collecte. Le tableau des échantillonnages périodiques nous indiquent que toutes les zones de collecte sont répertoriées (*).

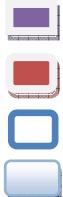
(*) Sur l'étiquette de chaque produit doit être mentionné l'origine du produit (tout lot de produits est répertorié par ses références et provenaient d'une zone bien déterminée)

Le produit validé par le contrôleur de qualité sera acheminé par camion par lot de 5 tonnes vers le magasin du client ou dans des conteneurs de 20 pieds pouvant contenir 7,5 tonnes vers le port d'embarquement.

Organisation de la collecte

La collecte de feuilles de **Centella asiatica** est effectuée par différents acteurs que nous désignerons par :

- a. Paysans récolteurs ;
- b. Sous collecteurs ;
- c. Collecteurs ;
- d. Fournisseurs.



L'organigramme de collecte se présente comme suit :

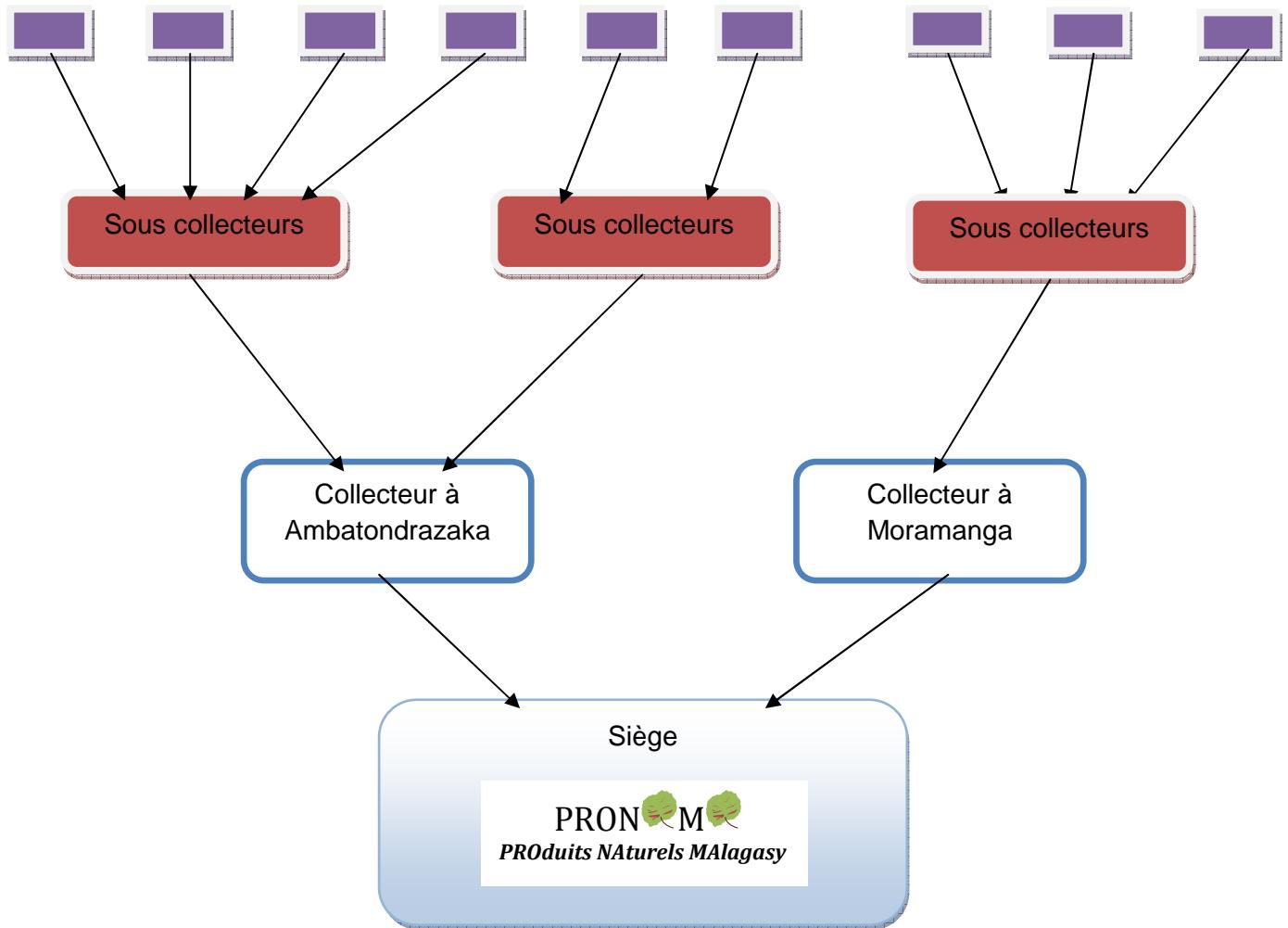


Figure 4 Organigramme PRONAMA

1.2.4. Rôles des entités/ intervenants concernés par la collecte

1.2.4.1. Paysans récolteurs

Tôt le matin, les paysans récolteurs, composés majoritairement de femmes, collectent les feuilles de ***Centella asiatica*** du mois d'octobre à avril. Pendant cette période, le titre en principe actif est maximum. Les récolteurs travaillent sur des terrains domaniaux ou terrains privés avec l'accord du propriétaire.



Photo N°3 Collecte des feuilles fraîches

Ils récoltent les feuilles fraîches de ***Centella asiatica*** et effectuent un premier triage pour exclure les mauvaises herbes et les terres. Ils procèdent au pré séchage, par étalage sur des nattes, pour éviter la moisissure et la pourriture et à l'ajustement de la longueur des tiges pour certaines qui ne l'ont pas fait pendant la récolte.

Source : *Enquête, 06 mai 2010*

Il y a **deux techniques de collecte** en fonction de la hauteur de l'herbe dans laquelle ***Centella*** pousse. Si l'herbe est courte, les feuilles de ***Centella*** se situent quasiment à ras le sol. Dans ce cas, la paume de la main est dirigée vers le bas. Le pouce et l'index fonctionnent d'une manière similaire à un peigne. Les deux mains travaillent simultanément. Quand l'herbe est plus haute, entre 10 et 20 centimètres, la paume de la main est dirigée vers le haut. Le pouce et l'index d'une main coupent tige après tige tandis que l'autre main écarte les mauvaises herbes.

Il n'y pas de différence de rendement entre ces deux techniques. Dans les zones où l'herbe est basse, le sol est quasiment tapis de ***Centella***, mais les feuilles sont petites. Souvent elles mesurent moins d'un ou deux centimètre de largeur. Dans les zones où l'herbe est haute, les feuilles de ***Centella*** sont espacées de quelques centimètres mais elles sont plus larges, 2 à 3 centimètres. Les collecteurs ne semblent pas avoir de préférence de zones de collecte en fonction de la hauteur de l'herbe et donc de la configuration de la plante (petites ou grandes feuilles) mais en fonction de la possibilité de collecter le maximum de biomasse. La méthode de collecte est illustrée par la séquence [vidéo N°1](#) et [vidéo N°2](#) de mai 2010.

Le séchage se passe l'après midi du jour de collecte et dure 3 à 4 heures. Un deuxième séchage de 3 heures est indispensable, le jour suivant. En effet, si le récolteur conserve les feuilles fraîches de ***Centella asiatica*** une nuit sans effectuer aucun séchage, un changement de couleur est inévitable. La couleur verte vire au marron ou même noire et s'entassent sous forme de feuilles pourries. Notons que le séchage ne permet plus de récupérer les feuilles mal séchées ou pourries.

Le séchage peut durer plusieurs jours en étalant les feuilles à l'abri des intempéries si les conditions météorologiques sont défavorables. Les feuilles séchées sont livrées aux sous collecteurs pour la vente.

Les femmes livrent elles-mêmes les feuilles séchées de ***Centella asiatica*** mais dans le cas où le village est assez éloigné du collecteur, les hommes assurent la livraison par bicyclette.

1.2.4.2. Sous collecteurs

Les sous collecteurs assurent l'achat direct des feuilles aux paysans récolteurs en étant le dépositaire des fonds des collecteurs. Ils sont souvent l'épicier du village.

Les sous collecteurs stockent en vrac leurs achats dans leur magasin. Ils continuent le séchage journalier pour éviter les moisissures et la pourriture et procèdent à un nouveau triage. Quand le stock est suffisant et l'approvisionnement en espèces est épuisé, ils font la livraison aux collecteurs.

Il s'occupe du séchage au soleil et à l'air en étalant les feuilles soit sur une natte pendant une à 2 heures au soleil soit dans son magasin. Il assure, en outre, le triage, le pesage, le stockage, la mise en sacs et la livraison aux collecteurs.



Photo N°4 Livraison aux sous-collecteurs

Vérification

« **Comment connaître si le produit est sec ?** »

Par expérience, l'agitation donne un son de feuilles sèches de l'***Apholia theaformis*** ou « Ravim-boafotsy » qui est la feuille qui servira de thé pour les Malgaches.

Le frais de livraison est partagé entre le collecteur et le sous collecteur suivant leur accord.

1.2.4.3. Collecteurs

Les collecteurs assurent l'approvisionnement des avances pour les achats. Ils continuent le séchage, le triage, le pesage et le stockage des produits reçus des sous collecteurs.

La société fournit des matériels pour chaque collecteur contrairement aux sous collecteurs. Ces équipements sont composés de :

- Balance de 50kg de portée avec une précision de 250g;
- Natte de 10m x 4m ;
- Magasins de stockage ;
- Sacs de 200Kg pour l'envoi ;
- Sacs de 200Kg pour la collecte.



Photo N°5 Réception, triage et séchage par le collecteur

Source : *Enquête mars 2009*

Les ouvriers du collecteur étalement sur une natte, au soleil le contenu des sacs livrés par les sous collecteurs. Ils laissent au soleil au minimum 2 heures pour diminuer la perte en poids.

Ils procèdent, par la suite, à la vérification de la longueur de tiges, à l'exclusion de tous les matériaux étrangers (mauvaises herbes, terre...).

Dans le cas de pourcentage d'impuretés supérieur à 15% pour un échantillon de 500g / sac, le produit est refusé et le frais de triage est à la charge des sous collecteurs. Si le produit est accepté, les collecteurs procèdent au pesage, à la mise en sac et au stockage.

[Vidéo N3](#)



Photo N°6 Magasin de stockage d'un collecteur

Source : *Enquête déc. 2008*

Si les conditions météorologiques ne permettent pas cela, toutes ces opérations sont effectuées au magasin du collecteur.

Trois ouvriers travaillent en permanence pour le collecteur à raison de 5heures par jour pour assurer le séchage et les manutentions des produits.

Notons que la différence de poids des produits livrés par les sous collecteurs et ceux contre-pesés par les collecteurs est de l'ordre de 10%. Cette perte de poids est proportionnelle à la durée de stockage.

Quand le stock est suffisant pour être livré à la société, les collecteurs procèdent aux préparations finales avant l'expédition. Ces dernières préparations consistent à:

- La mise en sac ;
- Le réglage des poids ;
- L'étiquetage ;
- Manutention et chargement du camion ;
- La livraison au client.

Le contrôleur de qualité vérifie la conformité du produit à expédier (\$ 1.2.1.1) avec le collecteur. [Vidéo N°4](#)

1.2.4.4. Opérateurs

Il existe plus de huit sociétés qui opèrent dans la collecte de feuilles de **Centella asiatica**. Citons par exemple SOTRAEX-Mad, CODIMEX, IMRA (SOAMADINA), CAPROMA, PRONAMA ...

SOTRAEX-Mad, CAPROMA, CODIMEX et PRONAMA sont des fournisseurs de feuilles de **Centella asiatica** chez INNOVEXX S.A (ancien indena Madagascar S.A) dont l'usine de transformation est sise à Fianarantsoa.

Toutes ces sociétés sont exportatrices de feuilles emballées dans des sacs en plastiques ou sous forme de balles pressées.



Photo N°7 Co nfection balle pressée de
Centella

Source: **PRONAMA jui.2010**



Photo N°8 _Livraison *Centella* dans des sacs
en plastique

Source: **PRONAMA mar. 2009**

1.2.4.5. Les débouchés/ les destinataires

Chaque opérateur a son propre client. Ce sont des clients à l'extérieur de Madagascar ou des clients locaux tel que la société INNOVEXX S.A.

2. Importance de l'échantillonnage périodique

2.1. La méthode des quarts

Pour un lot encore en vrac dans le magasin de stockage, cette méthode consiste à :

- Bien mélanger le lot pour le rendre homogène ;
- Prélever d'une façon aléatoire une quantité suffisante pour couvrir une surface carré d'environ 1m² ;
- Etaler cette quantité pour former une couche fine ;
- Former quatre parties en divisant le carré suivant les deux diagonales ;
- Les deux parties opposées forment l'échantillon.

On obtient un échantillon d'environ 1Kg.

2.2. Formation des échantilleurs

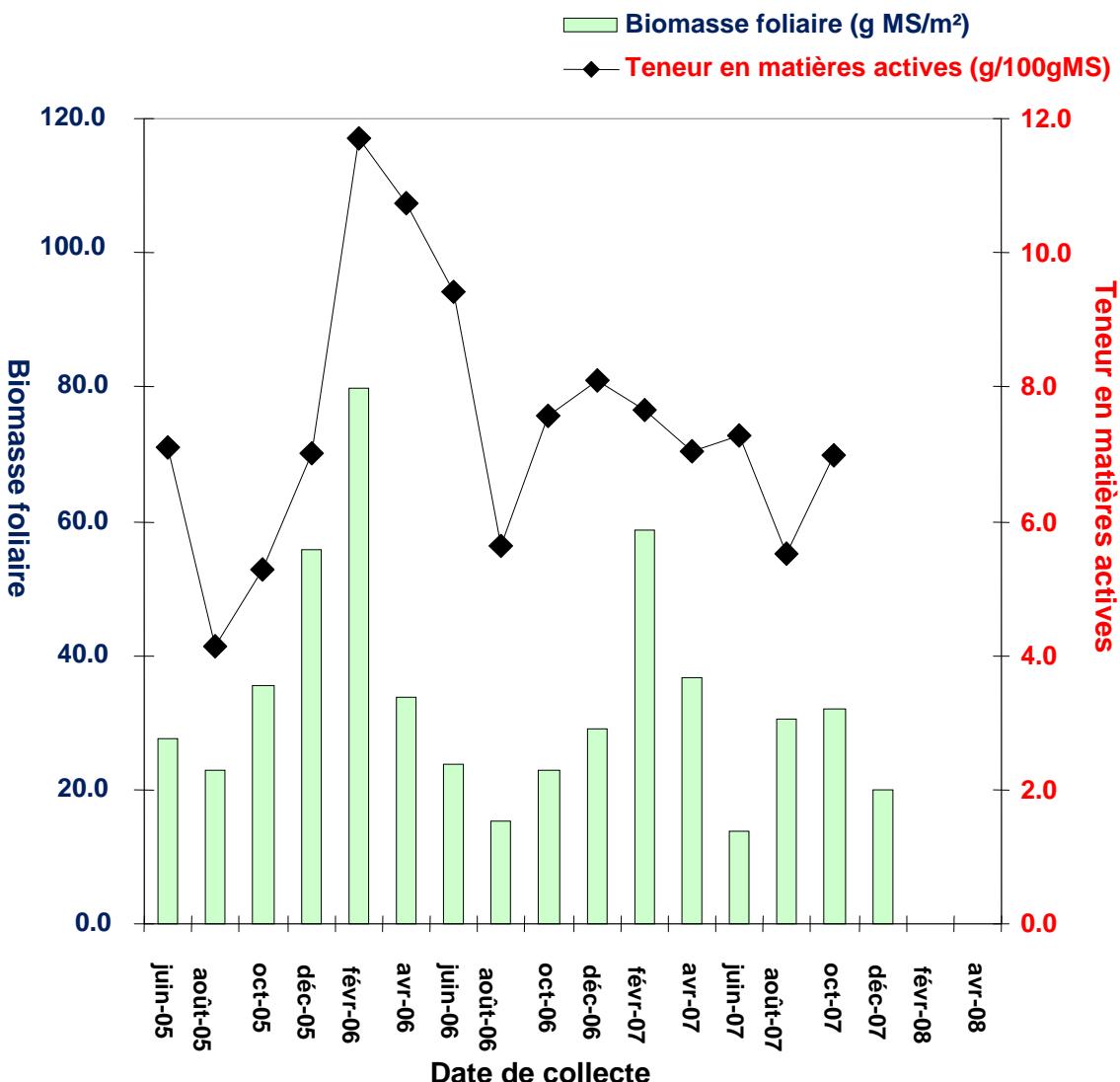
Tous les fournisseurs d'indena MADAGASCAR S.A ont été formés sur la procédure d'échantillonnage et respecte cette dernière. Le but de cette formation est l'application d'une même méthode afin de pouvoir comparer les résultats des analyses des lots livrés et celui des échantillons.

2.3. Résultat du CIRAD

Le CIRAD a effectué depuis 2005 la variation saisonnière de la biomasse et la variation de la teneur en principe actif.

Nous pouvons déduire à partir de la courbe d'évolution des titres en principes actifs que **la période idéale de collecte se situe entre le mois de décembre à mars**. De même, c'est pendant la période des pluies que la biomasse est maximum.

Variation saisonnière de la biomasse foliaire sèche et de la teneur en matières actives



Graphe N° 1 Variation de la biomasse sèche et de la teneur en matières actives

Source : **CIRAD Madagascar**

2.4. Tableau des échantillons de feuilles de Talapetraka

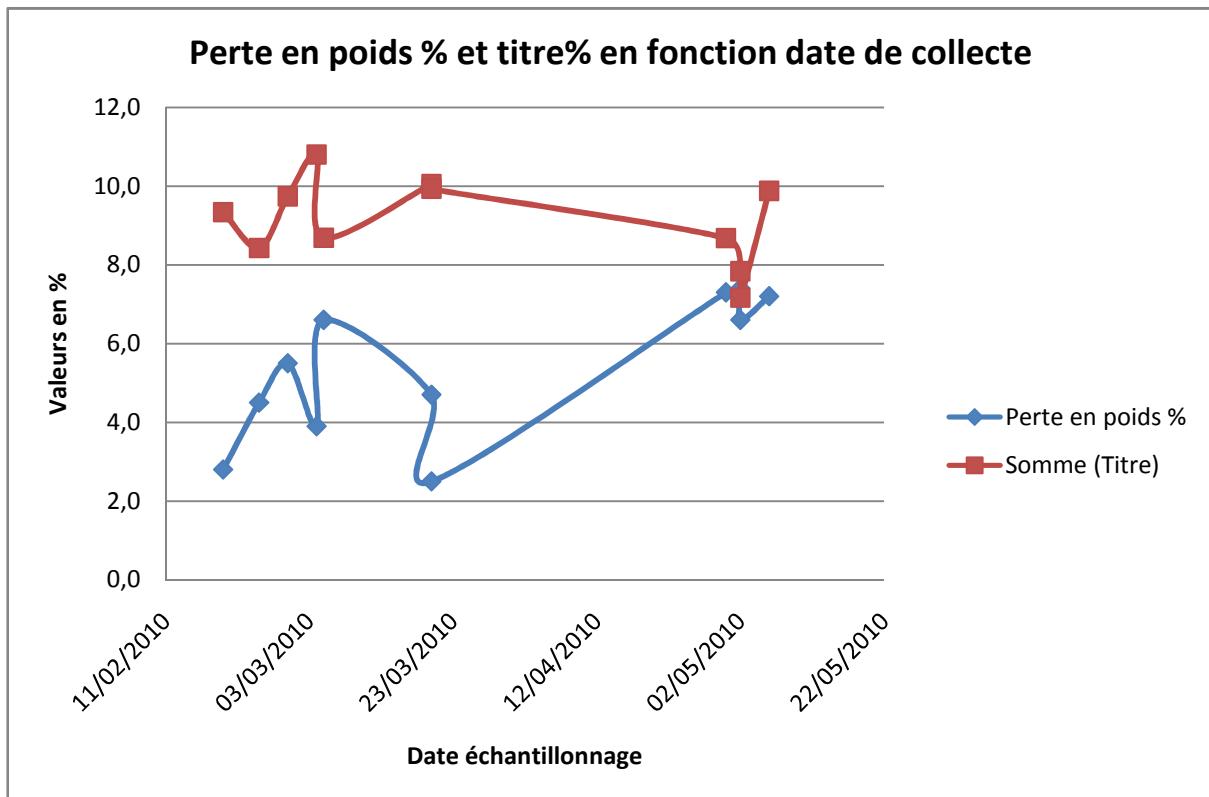
Tableau N°14 Résultats d'analyse : Echantillons *Centella asiatica* feuilles

Date de collecte	Sous collecteurs	Date résultats analyses	n°BE	Spécifications		Perte en poids %	Rendement % P/P	7 < S < 9		% Asia. (HPLC)	% Madéc (HPLC)	% Ac.Asi (HPLC)	% Ac.Mad (HPLC)	Jugement	n°BA	Observation
				Poids (g)	Référence			≤ 10	≥ 9							
19/02/2010	Andreba	22/04/10	20100881	150,0	AND 03/10/1	2,8	28,1	9,34		3,87	3,31	1,10	1,06	Approuvé	31444	Limite d'acceptation/Analyse HPTLC
24/02/2010	Moramanga	22/04/10	20100882	160,0	MNG 04/10/1	4,5	27,3	8,43		3,39	3,02	1,00	1,02	Approuvé	31445	Limite d'acceptation/Analyse HPTLC
28/02/2010	Moramanga	22/04/10	20100877	150,0	MNG 04/10/2	5,5	29,2	9,74		4,55	3,58	0,82	0,79	Approuvé	31440	Limite d'acceptation/Analyse HPTLC
04/03/2010	Morarano	22/04/10	20100883	150,0	MRR 04/10	3,9	32,6	10,80		5,12	4,23	0,74	0,71	Approuvé	31446	Limite d'acceptation/Analyse HPTLC
05/03/2010	Andreba	22/04/10	20100878	120,0	AND 03/10/2	6,6	29,4	8,69		3,34	3,15	1,15	1,05	Approuvé	31441	Limite d'acceptation/Analyse HPTLC
20/03/2010	Anosivolakely	22/04/10	20100879	200,0	ANS 03/10	4,7	28,3	10,05		4,45	3,68	1,04	0,88	Approuvé	31442	Limite d'accéptation/Analyse HPTLC
20/03/2010	Manakambahi ny	22/04/10	20100880	350,0	MNK 03/10	2,5	30,4	9,93		4,49	4,00	0,73	0,71	Approuvé	31443	Limite d'accéptation/Analyse HPTLC
30/04/2010	Mangoro	29/05/10	20101117	50,0	MGR 05/10/2	7,3	33,4	8,68		4,29	3,94	0,20	0,25	Approuve	31592	Limite d'accéptation/Analyse HPTLC
02/05/2010	Ouest	29/05/10	20101119	100,0	Ouest 05/10/03	7,4	27,4	7,84		3,04	3,10	0,80	0,90	Approuve	31594	Limite d'accéptation/Analyse HPTLC
02/05/2010	Est	29/05/10	20101120	100,0	Est 05/10/1	6,6	24,1	7,17	2,60	2,75		0,83	0,99	Non approuvé	31595	Titres en Osides hors spécification limite
06/05/2010	Manakambahi ny	29/05/10	20101118	100,0	MNK 04/10/3	7,2	33,3	9,88		4,45	4,13	0,68	0,62	Approuve	31593	Limite d'accéptation/Analyse HPTLC

2.5. Interprétation des résultats

Tableau N°15 Résultats d'analyse : Livraison 2010 *Centella asiatica feuilles*

Spécifications	7 < S < 9		Limite d'accéptation			
	≤ 10	≥ 9	≥ 4,0	≥ 4,0	≥ 0,5	≥ 0,5
DATE	B.E.	B.A.	Kg.	pp%	R.S.%	Somme %Titre
31/03/10	20100713	31294	5 087	9,7	30,9	9,31
22/04/10	20100876	31447	5 187	7,8	29,8	8,37



Graphe N°2 Echantillons de *Centella* en 2010

Le tableau N°14 nous montre la variation du titre des échantillons prises entre le mois de février et mai 2010. Le graphe N°2 correspond à ce tableau.

2.5.1. Perte en poids

La colonne 7 du tableau 14 des pertes en poids nous vérifie et confirme les jugements empiriques mentionnés par le contrôleur de qualité au § 1.2.4.2 effectués au niveau des sous collecteurs et § 1.2.4.3 des collecteurs. En effet, la perte en poids moyenne livré au client est de 8% pour la valeur requise dans la spécification qui est <10%.

Dans le tableau 15, résultats des analyses des produits livrés, nous pouvons déduire une perte en poids moyenne de 8.75%.

2.5.2. Les titres en principe actif

Nous pouvons diviser en deux groupes le graphe N°2 : février-mars et avril-mai. L'allure nous montre une décroissance des titres en dérivés terpénoïques.

➤ Mois de février-mars :

Deux sur sept échantillons ont un titre inférieur à 9%, la collecte dans ces deux zones a été temporairement suspendue.

Tous les produits ont été jugés conformes suivant les avis du laboratoire.

Les échantillons ont un titre moyen de 9,57%, ce qui nous a permis de collecter 5 085Kg de feuilles et de les livrer 31 mars 2010 avec les résultats d'analyses du tableau N° 15. Le lot livré a un titre égal à 9,31%.

➤ Mois d'avril-mai

A partir du mois de mai, les titres ont décroît nettement. La moyenne est de 8,39%. Ceci l'indication de la fin de saison.

Le quota n'est pas encore atteint, il a été décidé de continuer pour honorer la commande. Par conséquent, PRONAMA a été pénalisé en fonction du poids de principe actif manquants lors du paiement. Le second lot de 5 187Kg livré a un titre égal à 8,37%. (Tableau N°15)

2.5.3. La traçabilité des produits

La zone de collecte (Colonne2 tableau N°14) de chaque échantillon est déterminée par chaque référence (colonne 6 tableau N°14). Chaque lot correspond à une zone bien déterminée, donc l'origine tout produit est identifié. Sur l'étiquette de chaque sac sont indiquées les spécifications du § 1.2.2

Dans le cas d'exportation, ces indications sont marquées sur l'étiquette de chaque sac et retrouvées dans la liste de colisage accompagnant l'ensemble du lot à livrer et le bulletin d'analyse.

2.5.4. La communication dans la collecte

Depuis l'arrivée des téléphones portables, la communication entre chaque acteur de la filière est plus facile. Il en résulte une rapidité de circulation des informations, beaucoup d'avantages par l'application des conclusions ci-dessus dans l'organisation de l'opérateur :

L'annonce du début de collecte ;

La variation du titre en principe actif en pleine campagne pour l'arrêt ponctuel de la collecte et la reprise.

Le niveau de stock au niveau des sous collecteurs ;

Les difficultés de séchage dans le cas de mauvais temps ponctuellement ;

Le retard de livraison du aux difficultés d'évacuation.

Bien que beaucoup d'avantages soient reflétés par ces résultats, l'envoi et le coût des analyses des échantillons restent des charges non négligeables pour les Sociétés collectrices.

2.6. Tableau de livraison des feuilles de Centella

Le tableau représentant les deux livraisons en 2010 nous montre la fiabilité des échantillonnages et des résultats pour aboutir à une qualité de produit bien déterminée. En effet, les échantillons de titre moyen 9,57% prises entre février et mars ont abouti à la livraison de 5 087Kg de titre 9,31%. D'autre part, les échantillons d'avril-mai de titre moyen 8,39% ont donné un lot de 5 187Kg à 8,37%.

Cette fiabilité a été vérifiée empiriquement depuis 2002 pendant les livraisons des fournisseurs de **Centella** d'indena MADAGASCAR. Nous verrons ces valeurs dans le prochain paragraphe des extractions industrielles.

3. Perspectives

Les feuilles de Talapetraka, par ses vertus thérapeutiques ont certainement un grand avenir et donc une stabilité de la demande.

Effectivement, après la récente découverte de **l'acide madasiatique** et du **terminoloside**, ses applications à la régulation des mécanismes inflammatoires et en composition cosmétique entraîneront un essor très important du marché des extraits végétaux, surtout en Europe et aux Etats-Unis.

Il serait recommandable de créer un système de contrôle des titres localement.

4. Conclusion

Les travaux de CIRAD Graphe N°2 montrent que **les pics maximaux de la quantité de biomasse et les titres maximum se situent entre décembre et février**. Cette période étant en pleine saison de pluies, le séchage est très difficile et peut durer jusqu'à 4 jours. Certains villages ou Fokontany sont isolés. Le moyen de livraison des marchandises est à dos d'homme. Ce qui est un manque à gagner pour les récolteurs à cause de l'augmentation de temps de travail.

Désormais, nous pouvons conclure qu'il est nécessaire de faire un échantillonnage périodique pour plusieurs raisons :

C'est la **méthode scientifique et rationnelle** qui détermine la qualité du produit.

C'est le principal outil de décision sur l'ouverture et la fermeture de la campagne de collecte.

C'est un **outil de suivi** de l'évolution du titre en principe actif et contrôle du taux d'humidité surtout dans le cas de mauvaises conditions météorologiques. Il permet de **maîtriser les étapes de la préparation du matériel végétal** (en particulier, le séchage)

A partir de la courbe d'évolution des titres en principes actifs, nous pouvons élargir **la période pratique de collecte. Elle se situe entre le mois d'octobre et avril**, mais seuls les résultats des analyses des échantillons pourront confirmer ce choix.

L'idéal pour chaque acheteur de feuilles de ***Centalla asiatica***, c'est un produit de qualité de titre en dérivés terpéniques totaux supérieur à 9%, premier critère exigé pour la fabrication d'extrait. Le taux d'humidité inférieur à 10% est le second critère pour un meilleur stockage et éviter la formation de moisissure.

Enfin, nous encourageons chaque fournisseur de matière première de continuer à **assurer la traçabilité de ses produits.**

B. Extrait mou

1. La seconde forme d'exportation de *Centella asiatica*

La seconde forme de l'exportation consiste à la production industrielle d'extrait mou de *Centella asiatica* à partir de feuilles par une extraction par de l'alcool éthylique.

1.1. Etudes théoriques

1.1.1. Extraction Solide-Liquide

Généralité

L'extraction solide-liquide est utilisée pour séparer à l'aide d'un solvant certains composants (solides ou liquides) contenus dans un solide hétérogène. L'ensemble des constituants solubles est appelé soluté. L'addition du solvant au mélange à traiter fait apparaître dans le système une phase nouvelle appelée solution : un transfert de matière se produit du solide vers la solution, rendant possible la séparation désirée.

Le solvant, qui peut être un mélange de plusieurs substances, doit posséder certaines qualités. L'extraction résulte parfois d'une réaction chimique entre un des composants du solide et l'un des constituants du solvant.

L'extraction solide-liquide est souvent réalisée à la température ordinaire. Un accroissement de température augmentant en général la solubilité d'une substance donnée dans un solvant, il peut y avoir intérêt à éléver la température de l'opération. Mais l'augmentation de la température est limitée, non seulement par le point d'ébullition du solvant, mais encore par la fragilité de certaines substances à la chaleur et par la possibilité de provoquer l'apparition de réactions secondaires.

Comme toute extraction par solvant, une extraction solide-liquide nécessite un certain nombre d'opérations successives :

- Mise en contact aussi intime que possible du solide hétérogène et du solvant pendant un temps suffisant pour atteindre l'équilibre de dissolution ;
- Séparation mécanique de la solution obtenue et du solide restant (sédimentation, filtration, centrifugation...) ;
- Récupération du solvant contenu dans la solution (ce qui permet d'obtenir aussi le soluté) ainsi que celle du solvant de lavage, qui, même après essorage, imprègne le solide restant.

Les applications industrielles de l'extraction solide-liquide sont assez nombreuses. C'est ainsi que l'on retire le cuivre de ses minerais pauvres par action d'une solution d'acide sulfurique, et l'or par lessivage de certaines roches aurifères au moyen d'une solution de cyanure de sodium. La même opération sert à extraire par l'eau chaude, le saccharose des betteraves sucrières et le tanin de quelques écorces ; on retire de la même manière l'huile de certaines graines oléagineuses (arachide, soja, coton...) au moyen de divers solvants. Enfin, l'obtention des parfums et des produits pharmaceutiques élaborés par les plantes s'effectue aussi par extraction solide-liquide.

1.1.2. Méthodes d'extraction

Les méthodes générales d'extraction par solvant s'appliquent à l'extraction solide-liquide qui peut s'effectuer selon le cas :

- Par simple contact en un seul étage lorsqu'on mélange la charge à extraire et le solvant et que l'on recueille séparément la solution obtenue et le résidu solide ;
- Par simple contact en plusieurs étages (on dit aussi par courants parallèles avec étages multiples). On peut par cette méthode soit épuiser totalement un solide, soit enrichir une solution. L'épuisement du solide s'obtient en traitant le résidu laissé par une première opération par une charge de solvant frais et en recommençant le traitement un certain nombre de fois. Les solutions obtenues à chaque étage sont de moins en moins concentrées. On les rassemble en vue de la récupération du solvant et de la substance dissoute. Pour enrichir une solution, on traite successivement avec une même solution un certain nombre de charges de solide frais.

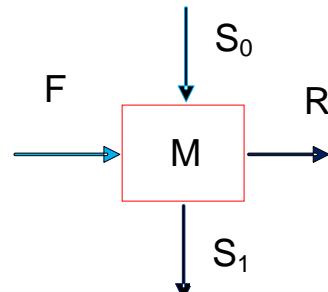
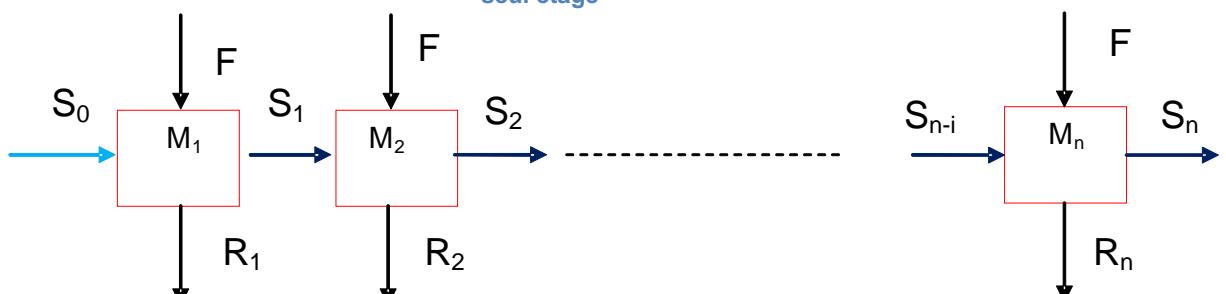


Figure 5 Extraction solide-liquide par simple contact en un seul étage



Où : F, alimentation en solide ; S₀, solvant ; S₁, S₂, ... S_n, solutions; R₁, R₂, ... , R_n, résidu.

On obtient ainsi une solution très diluée que l'on enrichit progressivement et méthodiquement en la faisant circuler sur des charges solide de moins en moins épuisé. Le principe de cette méthode est représenté sur la figure 6. Notons qu'on numérote les extracteurs selon le sens de parcours du solide, et que, dans ces conditions, la solution circule dans l'ordre décroissant du numérotage.

1.1.3. Techniques

Ce sont les dimensions du solide qui conditionnent la technique à mettre en œuvre pour réaliser l'un des modes d'extraction précédemment décrits.

Lorsque le solide se présente sous forme de fragments plus ou moins gros, il est difficile de les maintenir en suspension au sein d'un liquide, mais on peut en former des couches(ou lits) d'une certaine épaisseur que le solvant peut aisément traverser. On opère alors par percolation, c'est-à-dire que le solvant traverse la couche de solide. Le passage du liquide s'effectue le plus souvent de haut en bas, mais parfois aussi en sens contraire. La percolation peut se pratiquer soit sur une couche immobile de solide (extraction en lit fixe), soit sur un solide entraîné par un transporteur convenable (extraction en lit mobile).

Cette dernière technique est toujours continue. Quant à l'extraction en lit fixe, elle s'effectue en discontinu dans un appareil qui extrait une charge donnée de solide. En associant plusieurs de ces appareils en série on peut réaliser une extraction méthodique et obtenir ainsi un courant pratiquement ininterrompu de solution.

1.1.4. Appareillages

Les nombreux appareils utilisés en extraction solide-liquide peuvent être classés d'après la technique retenue pour favoriser le contact des deux phases, en percolateurs et en agitateurs. On distingue parmi les premiers les appareils d'extraction en lit fixe et ceux qui fonctionnent en lit mobile. Les agitateurs, employés surtout pour la mise en suspension dans un liquide de solides pulvérulents peuvent dans certains cas servir au traitement des matières en fragments.

1.1.5. Extracteurs fonctionnant par percolation

Percolateurs en lit fixe

Fonctionnement par simple contact. Lorsque le solvant peut sans inconvénient d'aucune sorte être maintenu au contact de l'atmosphère (c'est le cas de l'eau), on utilise un extracteur ouvert.

Le plus simple de ces appareils est constitué par un bac ouvert muni d'un faux fond perforé dans lequel on introduit une charge de solide en fragments que l'on recouvre d'une couche de solvant. On laisse celui-ci filtrer à travers le solide et l'on recueille la solution à la partie inférieure de l'appareil. Lorsque l'écoulement du liquide est terminé, on peut introduire une nouvelle charge de solvant et recommencer jusqu'à épuisement complet du solide. L'évacuation du résidu s'effectue par une ouverture pratiquée dans la paroi latérale de l'appareil, soit manuellement, soit à l'aide d'un puissant jet d'eau.

On utilise parfois cet extracteur d'une façon un peu différente ; on introduit le solvant sous pression par le bas de l'appareil, le solide traverse le liquide de bas en haut et l'on recueille la solution qui s'écoule par un trop-plein.

Lorsque le solvant est volatil, inflammable ou toxique, il convient d'opérer en système clos. Si l'extraction est réalisable à froid, on peut utiliser un bac froid, on peut utiliser un bac analogue au précédent muni d'un couvercle étanche.

1.1.6. Colonne de distillation

Définitions générales :

Toute colonne de distillation constitue un système physique de séparation, contenu et progressif, par transfert de matière entre deux phases, liquide et vapeur, travaillant à contre-courant. L'énergie nécessaire pour provoquer la résolution du mélange en ses constituants, au degré de pureté désiré, est fournie sous forme de chaleur véhiculée par les phases en présence. Deux sources de chaleur, de potentiels différents, situées aux extrémités de la colonne, assurent le transfert de l'énergie : à la base, le bouilleur fournit les calories qui sont absorbées en tête de colonne au moyen d'un condenseur. Les échanges de matière se font sur des étages de mise en contact, appelés plateaux, répartis régulièrement le long de la colonne.

Une colonne classique comporte deux sections juxtaposées, de fonctionnements semblables, différencier par leur affection. Leur plan de raccordement définit la position d'introduction de l'alimentation.

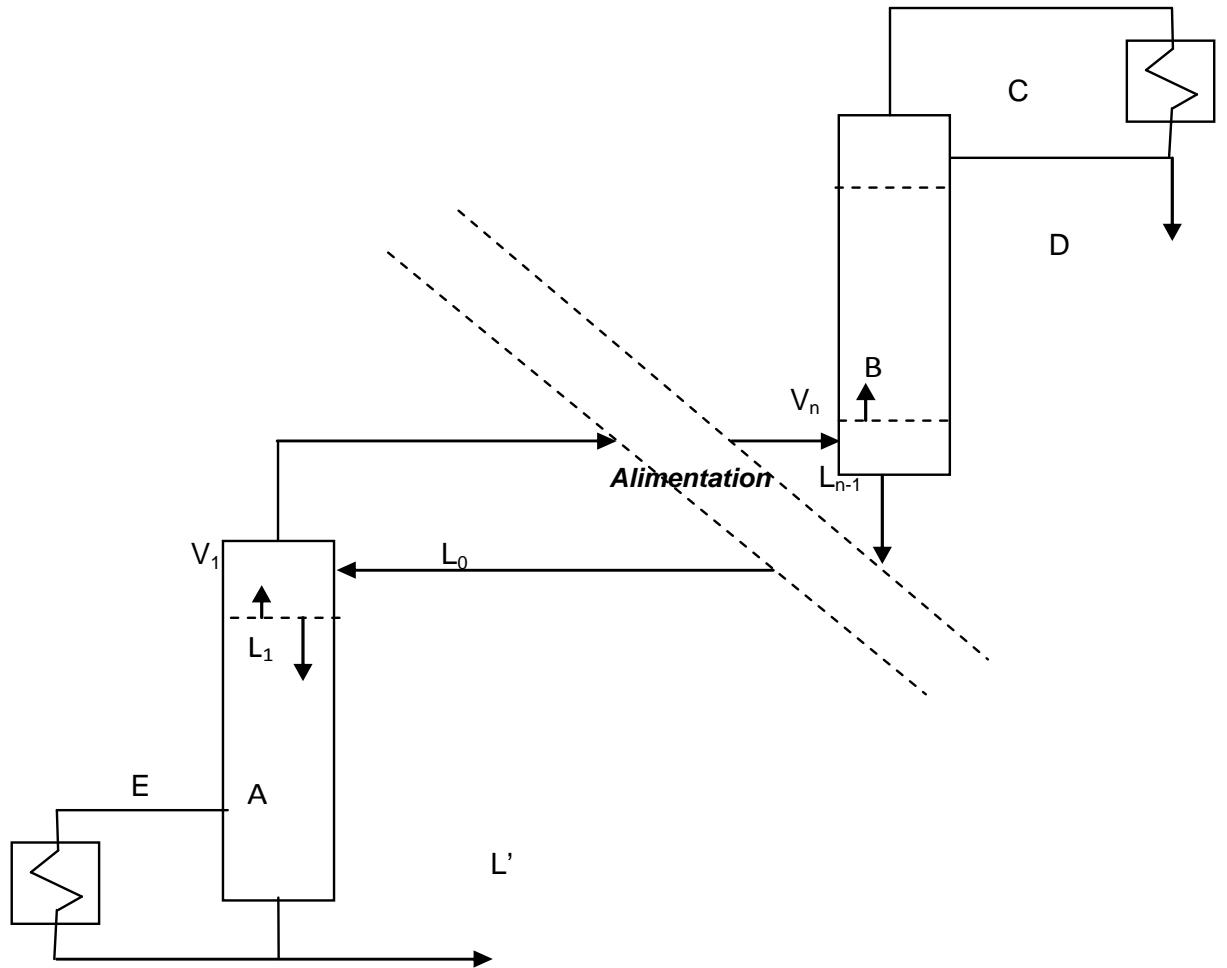


Figure 7 Principe colonne de rectification

La section d'épuisement A, alimentée en phase liquide L_0 à sa partie supérieure, sépare :

- A la base, le constituant le moins volatil (ou *lourd*) L' dans l'état de pureté désiré, en phase liquide,
- A sa partie supérieure, des vapeurs mixtes en équilibre avec le liquide qui s'écoule du plateau correspondant.

L'énergie de séparation est fournie par un évaporateur E qui recycle une partie du constituant lourd, sur la base de la colonne, à l'état de vapeur.

La section de concentration B, alimentée à sa base par des vapeurs mixtes, sépare :

- A la partie supérieure, le constituant le plus volatil (*léger*) D sous forme de vapeur, dans l'état de pureté désiré,

- A la partie inférieure, un refus de liquide mixte en équilibre avec les vapeurs émises par le plateau correspondant.

L'énergie de séparation est assurée par le condenseur C qui recycle une partie des vapeurs du constituant volatil pur sous forme de condensat liquide, appelé aussi *reflux* ou *rétrogradation*.

1.2. La transformation industrielle de *Centella asiatica*

1.2.1. Historique de la Société

Ce chapitre nous donne des renseignements généraux sur la société INDENA MADAGASCAR, c'est-à-dire il nous informe sur l'historique, l'identité et l'activité de cette société.

Un projet industriel pour traitement de plantes médicinales a été soumis par un opérateur malgache en 1976 au Gouvernement malgache.

Pour réaliser ce projet, l'opérateur a présenté la société italienne Inverni Della Beffa (IDB) au Gouvernement comme une des sociétés possédant le savoir-faire le plus avancé dans le domaine.

Dans les années 80, l'Etat Malagasy a lancé un appel d'offres sur la construction d'une usine de transformation de plantes médicinales. Le Groupe IDB Holding (Inverni Della Beffa) a réalisé ce projet s'élevant à 10 millions de dollars en fournissant l'engineering, le savoir-faire, les installations, la machinerie, l'outillage. Suite à un désaccord, le partenariat a été rompu et en 1985, la société SOPRAEX a été administrée par la Société SODIP avec un système de location-gérance et assistance technique jusqu'en 1999.

La société SOPRAEX-SODIP a été privatisée en 1999 et IDB Holding a été l'adjudicataire de l'appel d'offres lancé par le Gouvernement malgache.

IDB est une société italienne à capitaux privés, elle a été créée en 1921 avec la dénomination sociale Inverni della Beffa. L'activité de la société s'est orientée dans le domaine de la production d'extraits de plantes médicinales destinés à la formation galénique par les pharmaciens d'abord, ensuite utilisés par l'industrie pharmaceutique, celle cosmétique et l'industrie alimentaire.

La proposition d'achat effectuée par IDB HOLDING dans le cadre de la privatisation de SOPRAEX-SODIP a été complétée par un vaste programme industriel visant à augmenter la capacité de l'usine, et compte tenu du volume d'investissement, le groupe a

demandé une attestation d'agrément au titre du régime de zone franche que la loi malgache prévoit pour les investissements dans des activités tournées vers l'exportation.

Il convient de noter qu'après son acquisition, l'usine de Fianarantsoa fut intégrée dans le système de qualité du groupe

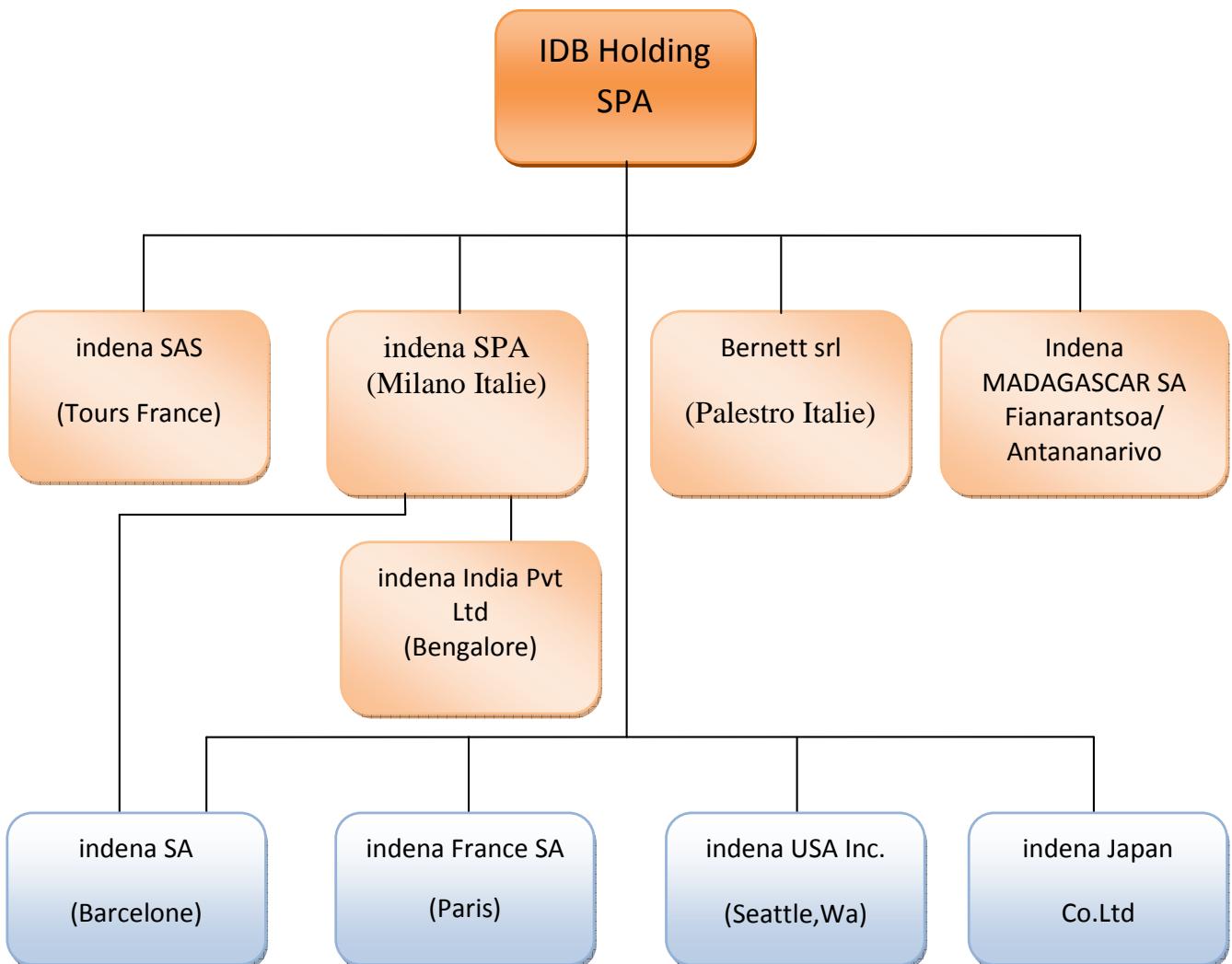


Figure 8 Organigramme du groupe IDB Holding
Source : **indena MADAGASCAR**

La production des principes actifs comportera le respect des normes internationales de bonne pratique de fabrication.

De cet aperçu historique, on peut tirer la conclusion selon laquelle la société INDENA MADAGASCAR est une filiale de groupe Internationale, dont la maison mère est connue sous le nom de IDB HOLDING et qu'elle est soumise au régime de zone franche car les productions sont destinées à l'exportation, et les filiales se trouvent presque dans les grands pays tels que les Etats-Unis, France, Espagne, Inde, entre autres.

Après la privatisation, IDB fut l'actionnaire majoritaire en détenant 80% du capital et les autres porteurs nationaux à 20%. Mais peu de temps après, ces 20% restants sont tous cédés à IDB.

En février 2008, indena MADAGASCAR S.A a été cédée au groupe BIONEXX S.A et l'usine prend maintenant la dénomination INNOVEXX S.A

1.2.2. Présentation de l'usine

L'usine indena MADAGASCAR S.A possérait deux unités, dont celle qui traite les plantes médicinales, telles que ***Prunus africana*, *Centella asiatica***, et une autre traitant les plantes aromatiques, dont la vanille et le girofle. Cette usine est implantée à Fianarantsoa, et le processus de fabrication est illustré par la figure N°9.

L'énergie électrique utilisée est alimentée directement par la station de Namorona. La tension à l'arrivée de 63KV est transformée à 380V et 220V afin d'être utile. L'usine possède un central thermique à gas-oil pour la production de vapeur, un traitement des eaux qu'elle puise à partir de la rivière de Matsiatra qui passe près d'elle. Un groupe frigorifique et des tours de refroidissement servent à obtenir de l'eau froide pour la condensation nécessaire à la récupération des solvants, ainsi qu'un atelier pour l'entretien de toute l'usine. Les eaux usées, généralement issues des lavages des appareils utilisés sont traitées suivant les normes. Le service entretien est le responsable de toutes ces unités sous le contrôle d'un Ingénieur.

Un laboratoire de contrôle qualité dont le responsable a suivi des formations spécifiques en Italie. Cette unité effectue, pour toutes matières premières et solvants entrant dans l'usine, tout produit intermédiaire et produit fini, un contrôle de qualité requise par le cahier des charges.

Un autre service est confié à quatre Ingénieurs qui sont responsables de la production.

La relation humaine est assurée par le service administratif et personnel.

Le service comptabilité est sous la responsabilité du financier qui travaille au siège à Antananarivo.

L'usine est dirigée par un Directeur qui est le garant du transfert de la technologie.

L'usine de Fianarantsoa emploie 80 personnes. Outre le siège d'Antananarivo qui compte 9 personnes.

La Direction générale assure le bon fonctionnement de la société, gère les moyens financiers, prend les décisions adéquates en cas de problèmes ou de menaces affectant les activités de la société, procède au recrutement du personnel au siège. Elle est aussi le

centre de tous les différents flux dans la société, tels le contrat entre fournisseurs, le contrat d'études et de recherches.

L'Administration s'occupe de toutes les transactions de la société, vu que l'activité est basée sur le traitement de plantes médicinales destinées à l'exportation et aussi sur l'importation de quelques matières premières, ainsi que tous les règlements concernant l'administration :

- la déclaration de la taxe sur valeur ajoutée (TVA),
- la déclaration des impôts sur le salaire,
- le dédouanement à l'exportation et l'importation des marchandises ainsi que

les matériels pour l'usine.

La Finance et comptabilité assure la comptabilisation des opérations courantes de la société, le paiement des fournisseurs, les relations avec les établissements bancaires et institutions financières. Ce service est très important au niveau de la société, car il maîtrise les flux monétaires et l'appréciation du niveau de crédit de la société.

1.2.3. Les matières premières

Les matières premières se présentent sous forme :

- de racines comme le ***Catharanthus Roseus*, *Coleus Barbatus*** ;
- d'écorces : ***Prunus Africana*** ou ***Pygeum africanum*** ;
- de feuilles : ***CENTELLA Asiatica*** ;
- de gousses : ***Vanilla planifolia*** ;
- de graines : ***Eugenia jambolona***.

Les matières premières telles que ***Prunus Africana*** (la majeure partie depuis quelques années), le ***Coleus Barbatus***, sont importées respectivement de l'Afrique, de l'Inde, les restes sont des produits locaux. D'autres produits étaient en perspectives par exemple l'***Artemisia annua***, ***clous de girofle***. En effet, 2tonnes de Thé vert, 15tonnes d'***Artemisia annua*** et 8,5tonnes de concrète de girofle sont extraits en 2007.

Le ***Prunus Africana*** occupe une place importante dans les activités de la société. En effet, le besoin annuel en écorce est de 400 à 600tonnes. Le tableau16 nous montre son importance (80%) vis à vis des autres plantes. L'approvisionnement en écorces de Pygeum de Madagascar décroît (voir courbe) depuis l'année 2000 et devient insuffisante depuis que les opérateurs n'ont plus de permis d'exploitation ce qui explique la nécessité d'une importation massive. La PRONATEX et la SOTRAEX-Mad qui ont les agréments de l'état sont ses principaux fournisseurs locaux.

Tableau N°16 Quantité d'écorces de *Prunus africana* processées

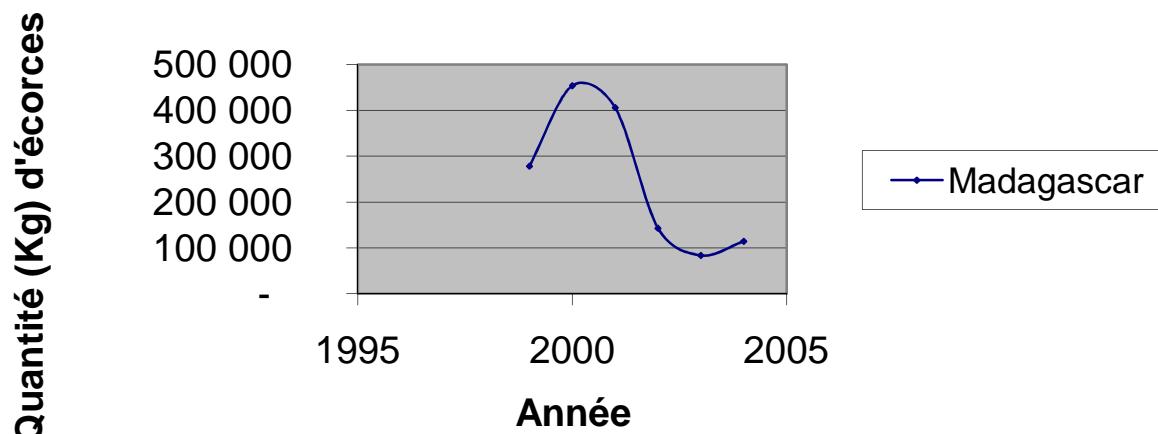
INDENA MADAGASCAR S.A.

Usine Fianarantsoa

Quantités (Kg) de plantes processées et d'extrait (Kg) obtenus

Année	Origine	PRUNUS AFRICANA					
		Madagascar		Cameroun		R.D.Congo	
		Matières premières	Extrait	Matières premières	Extrait	Matières premières	Extrait
1999		277 998	1 660	48 841	200	-	-
2000		453 603	2 600	59 693	231	-	-
2001		405 902	2 300	-	-	-	-
2002		142 736	900	-	-	-	-
2003		83 449	542	5 343	20	-	-
2004		114 306	739	29 159	126	164 998	476
2005		104 300	392	18 241	96,4	145 325	667,4
Total		1 582 294	9 133	161 277	673	310 323	1 143,4
Rendement		0,577		0,418		0,368	

Ecorces de Prunus de Madagascar travaillées



Graphe N°3 Quantité d'écorces de Prunus de Madagascar travaillées

Le processus de transformation est basé sur une extraction par des solvants importés suivie de la préparation de l'extrait. Le laboratoire qui s'occupe des contrôles des matières premières, des produits en cours de production et des produits finaux pour l'exportation. Ce dernier livre un bulletin d'analyse pour chaque étape. Ce n'est qu'après un avis favorable du contrôleur de qualité qu'on procède au conditionnement et à l'emballage de l'extrait.

Le tableau N°16 nous montre la quantité de ***Prunus africana*** traité ainsi que les produits finis correspondants.

Le graphe de la production de ***Centella asiatica*** nous montre le besoin en matière première de l'usine qui peut atteindre jusqu'à 78tonnes/an. Cette quantité correspond à 29tonnes d'extrait mou.

Le tableau N°17 nous résume les autres plantes traitées de 1999 à 2007.

Tableau N° 17 Tableau des plantes processées

Origine Année	CENTELLA		COLEUS		VANILLE			
	Madagascar		Inde		Madagascar			
	Matières premières	Extrait	Matières premières	Extrait	Matières premières	Extrait F	Extrait C	Extrait PhS
1999	31 249	11 520	89 985	3 623	-	-	-	-
	57 211	22 288	-	-	-	-	-	-
	78 937	29 461	40 000	1 572	1 310	405	224	62
	25 313	10 001	39 784	1 720	7 487	2 060	1 023	763
	15 024	6 339	21 440	1 276	2 487	653	320	246
	43 227	16 068	40 000	2 632	2 013	716	331	125
	28 673	10 434	-	-	10 945	4 040	1 749	608
	32 603	12 372	-	-	-	-	-	-
	62 008	19 694	-	-	9 985	3 617	1 604	492
	374 245	138 177	231 209	10 823	34 227	11 491	5 251	2 296
Rendement	36,9		4,7		33,6		15,3	6,7

Source : *indena MADAGASCAR*

1.2.4. Le Process

1.2.4.1. Aperçu générale de la production

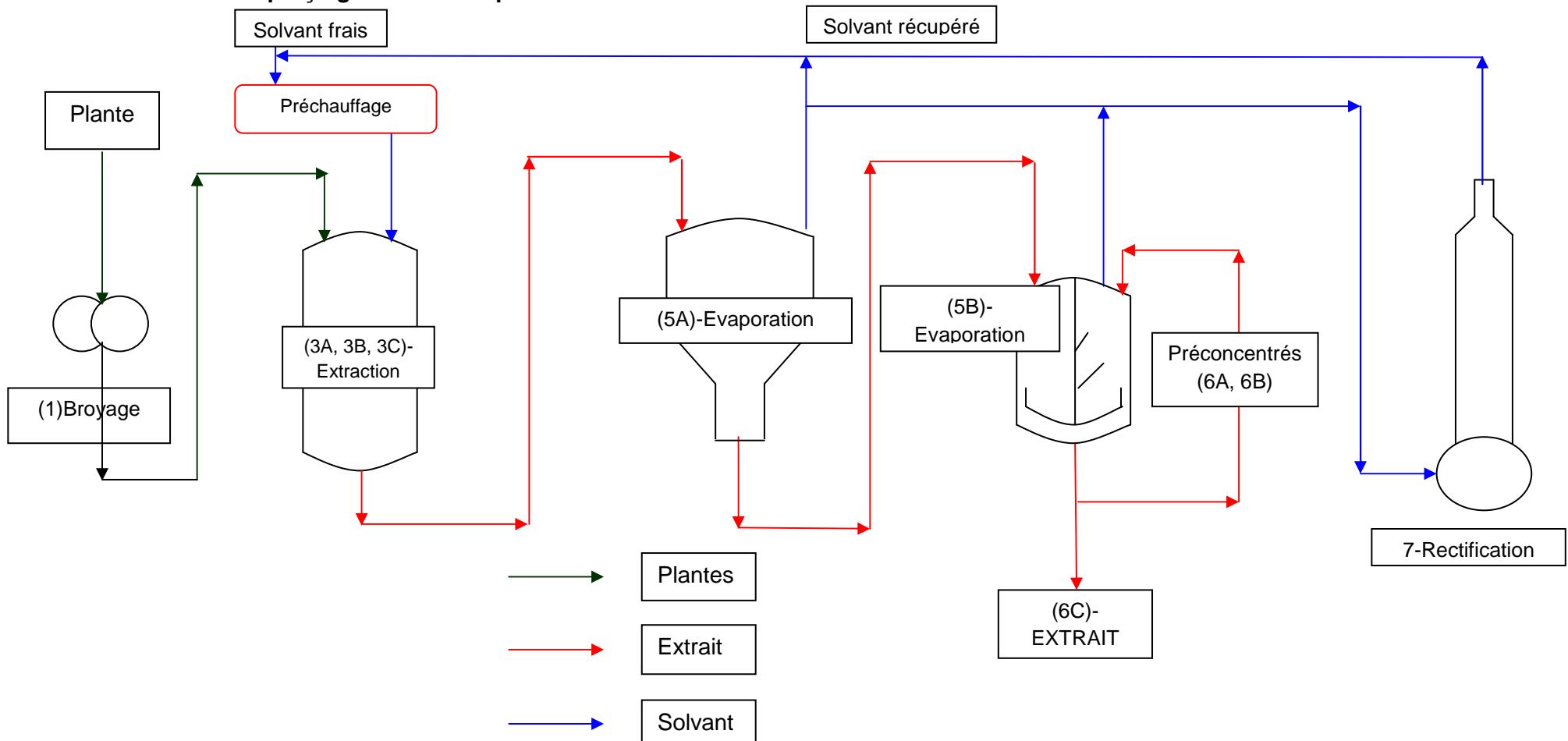


Figure 9 Vue synoptique du procédé d'extraction

1.2.4.2. Le broyage de matière première

La première étape de la production, suivant les résultats du laboratoire, consiste au **séchage** dans un séchoir; suivi du **broyage** (phase 1).

Si le résultat est conforme aux normes, la plante sera directement broyée dans un broyeur à marteaux sans passer au séchoir.

La performance de ce broyeur à marteaux est de 1 tonne/h pour les feuilles de ***Centella asiatica*** et a besoin de deux ouvriers pour le faire fonctionner.

1.2.4.3. La percolation

L'**extraction** est effectuée suivant la méthode de production (phase 3A, 3B et 3C) avec du solvant importé et approprié. Pour le cas de la ***Centella asiatica***: alcool éthylique supérieur à 90°et à ébullition avec rendement moyen de 32% p/p.

Il y a quatre percolateurs en série (voir le Principe de l'unité d'extraction et Cycle de percolation). Avec un vis d'Archimède, 800Kg drogue broyée mélangée avec de la balle de riz à 20%, humectées avec du solvant sont chargées chaque percolateur.

La balle de riz n'a pas de réaction avec l'alcool éthylique. Servant de filtre, on charge 20Kg de balle de riz dans le fond et sur la drogue broyée chargée dans chaque percolateur.

La balle de riz permet au solvant de ne pas créer des chemins préférentiels dans la drogue broyée. Ce qui permet d'effectuer une extraction maximum de la drogue.

L'alcool utilisé est soumis à des contrôles de laboratoire avant d'être utilisé (Annexe Méthode de contrôle des solvants).

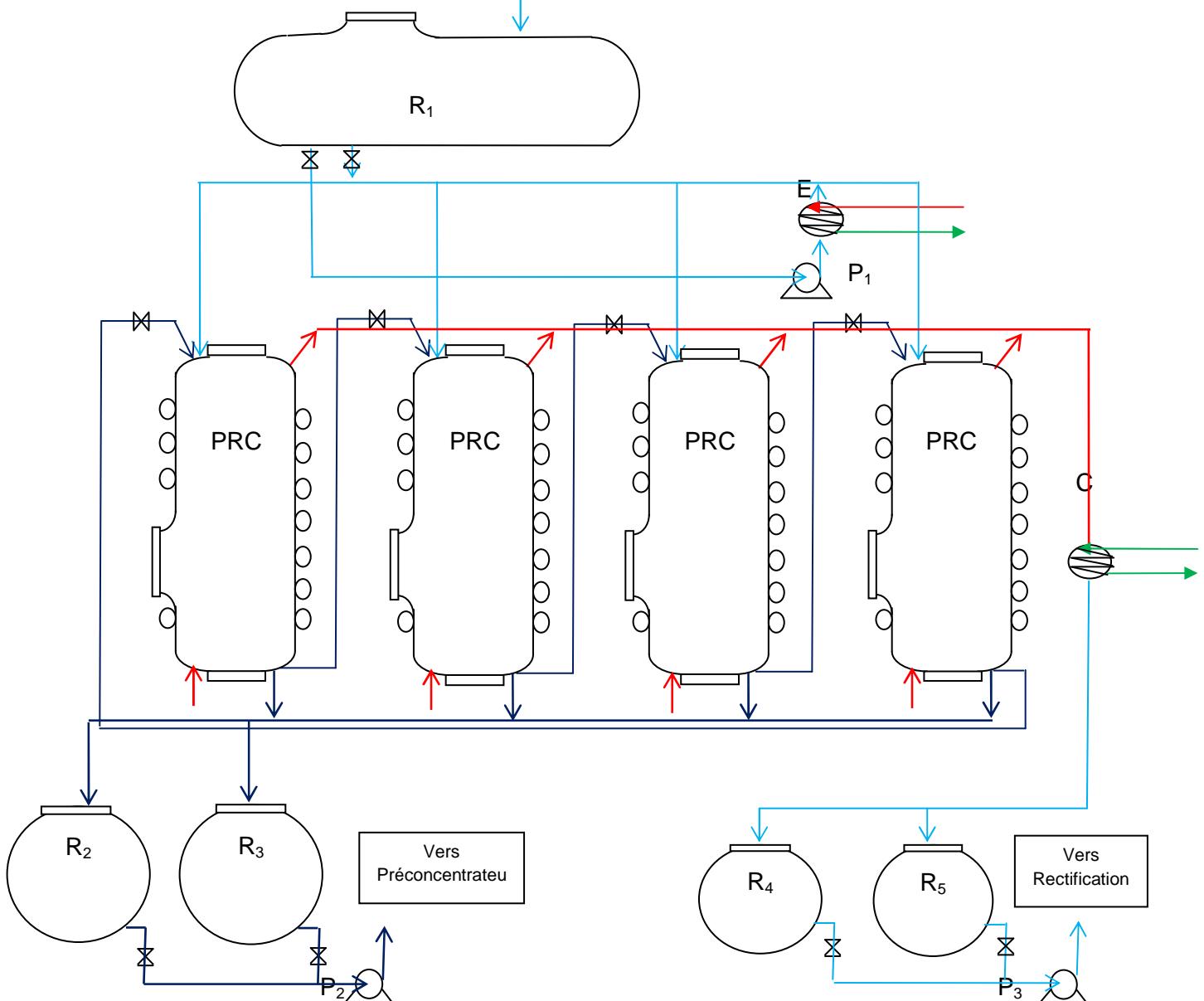
Le solvant préchauffé par un échangeur est injecté dans le percolateur à une vitesse préalablement déterminée suivant le cycle de percolation schématisé ci-dessous. Le percolat ainsi obtenu est récolté dans deux réservoirs et sera envoyé à un préconcentrateur pour être évaporé.



Photo N°9 Pecolateurs

Source: *indena MADAGASCAR (Sept 2006)*

PRINCIPE DE L'UNITE D'EXTRACTION



Légende :

PRC : Percolateur

R_1 : Réservoir d'alimentation

R_2 , R_3 : Réservoirs percolats

R_4 , R_5 : Réservoirs de récupération alcool bas degré

E : Echangeur préchauffage

C : Condenseur

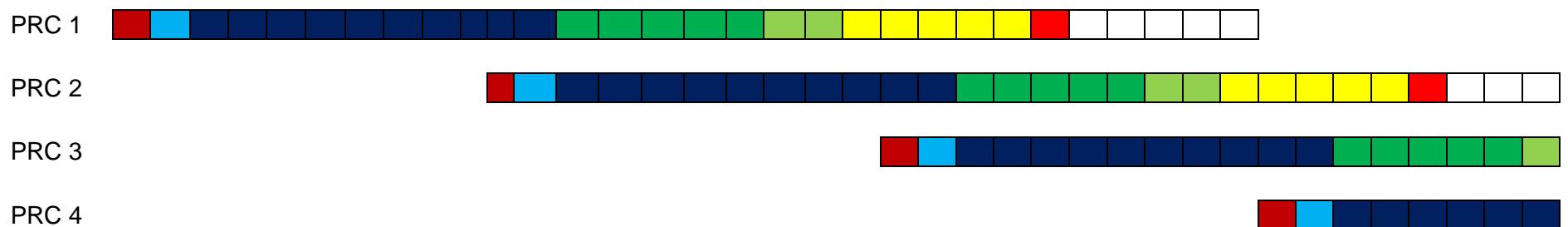
P_1 , P_2 , P_3 : Pompe

- Circuit solvant
- Circuit percolat
- Circuit vapeur
- Circuit eau froide

Figure 10 Principe de l'unité d'extraction

CYCLE DE PERCOLATION

Heure	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Phase	1	3A																																			



- █ Chargement de la drogue
- █ Remplissage
- █ Percolation
- █ Epuisement
- █ Egouttage
- █ Distillation par courant de vapeur
- █ Déchargement de la drogue épuisée, lavage

Figure 11 Cycle de percolation

1.2.4.4. La distillation des drogues épuisées

Cette opération consiste à distiller par un courant de vapeur directe la drogue qui ne contient presque plus d'extract. Elle a pour but la récupération de solvant résiduel dans la drogue. L'alcool récupéré se divise en deux parties. La première partie haut degré est directement réutilisée dans la percolation ($DA > 90\%$). La seconde récupération à bas degré est envoyée à la rectification pour rehausser le degré alcoolique afin d'être réutilisé. La distillation par courant de vapeur s'arrête quand le distillat ne contient que de l'eau en d'autre terme $DA = 0$.

1.2.4.5. Les concentrations

On procède ensuite à **l'évaporation sous vide** des 8 000l de percolât dans l'évaporateur EV1 jusqu'à 500Kg,

En passant par un filtre à sac de 5μ , les 8 000l de percolats sont aspirés sous vide vers l'évaporateur EV1 jusqu'à obtenir 500Kg de préconcentrés, avec les paramètres décrits dans la méthode de production. (phase 5A)

Les 500Kg préalablement filtrés par deux filtres à cartouches, seront réduits à $300 \div 250\text{Kg}$ dans le concentrateur EV2 de capacité 1 500l. Les paramètres de travail sont dans la méthode de production. (phase 5B)

Un échantillon issu du préconcentré de EV2 est envoyé au laboratoire pour les éventuelles analyses de contrôle (Tableau N°18).

PRINCIPE DU PRECONCENTRATEUR EV1

Figure N°12

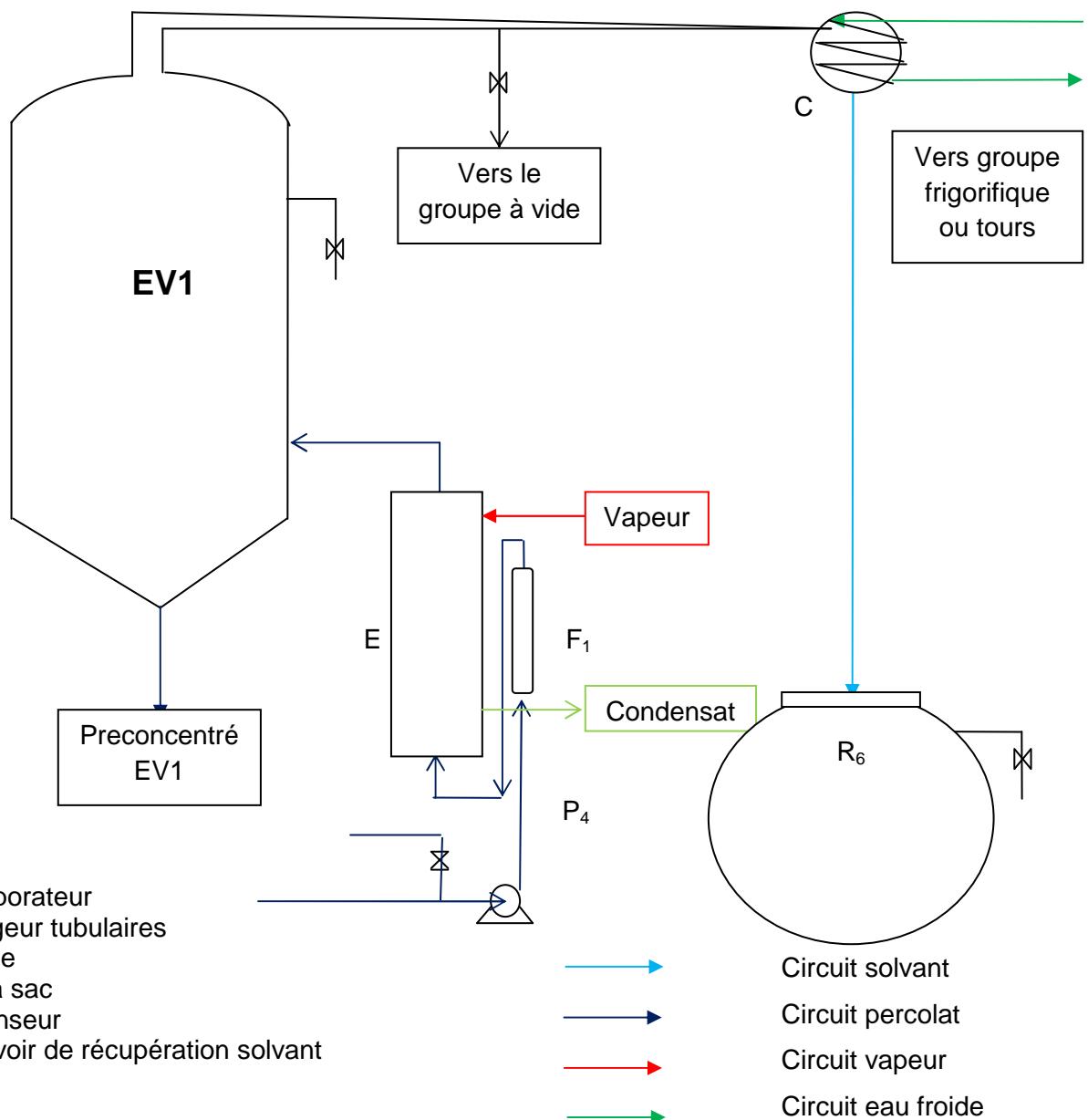


Figure 12 Principe du préconcentrateur EV1



Photo N°10 Préconcentrateur EV1

Source: *indena MADAGASCAR (Sept 2006)*

PRINCIPE DU PRECONCENTRATEUR EV2

Figure N°13

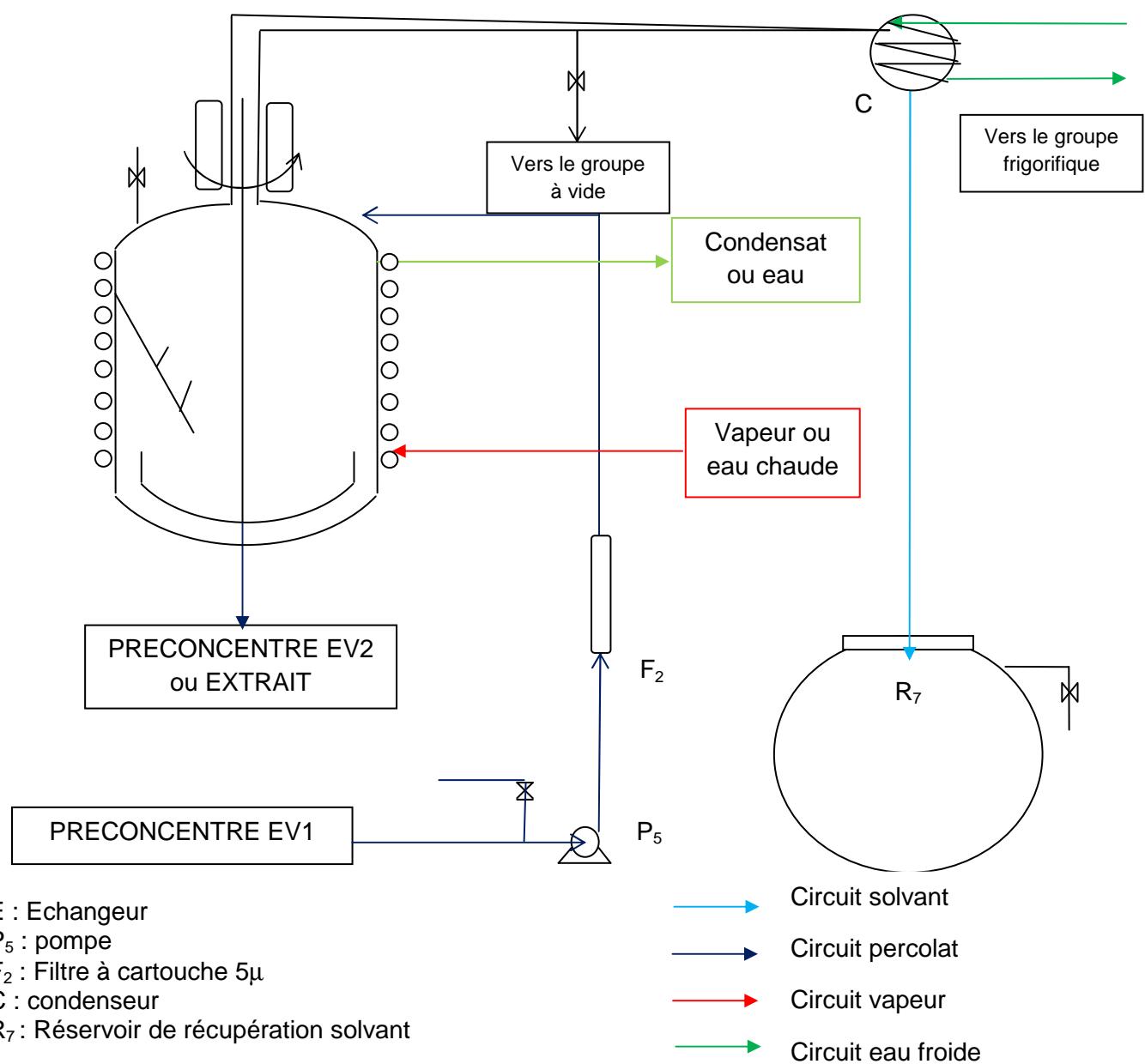


Figure 13 principe du concentrateur EV2



Photo N°11 Concentrateur EV2
Source: *indena MADAGASCAR (Sept 2006)*

1.2.4.6. La préparation de l'extrait et les conditionnements

Quand la quantité est suffisante pour former un lot, les 4 ou 6 préconcentrés de EV2 sont concentrés ensemble dans le concentrateur EV2. On doit avoir un RS de 83÷85%. On ajoute de l'alcool de façon à avoir un extrait à 70%. C'est la préparation de l'extrait final. (phase 6A, 6B, 6C)

L'extrait ainsi préparé est échantillonné et déchargé dans des bidons métalliques normalisés. Ces derniers sont remis au magasin de stockage.

Les échantillons sont analysés au laboratoire pour pouvoir établir le bulletin d'analyse.

2. Analyses : contrôle de qualité

Tableau N°18 Liste des contrôles pour chaque phase de la production.

<i>Phase</i>	<i>Contrôle de Production</i>	<i>N. Méthode de Contrôle</i>
2	Perte en poids de la drogue	CEAS001/CD
2	Teneur HPLC en Asiaticoside, Madecassoside, Ac. Asiatique et Madecassique de la drogue	CEAS002/CD
2	Rendement % de la drogue	CEAS003/CD
4	Epuisement de la drogue	CEAS004/CI
5B	Résidu sec des préconcentrés	CEAS005/CI
5B	Teneur HPLC en Asiaticoside, Madecassoside des préconcentrés	CEAS006/CI
6A	Résidu sec de l'extrait	CEAS007/CI
6A	Degré alcoolique de l'extrait	CEAS008/CI
6C	Résidu sec de l'extrait	CEAS009/CPF
6C	Degré alcoolique de l'extrait	CEAS0010/CPF
6C	Teneur HPLC en Asiaticoside, Madecassoside, Ac. Asiatique et Madecassique de l'extrait	CEAS0011/CPF
6C	Teneur en eau de l'extrait	CEAS0012/CPF

Les méthodes d'analyses de contrôle de production sont annexées dans cette étude.

2.1. Perte en poids de la drogue

Annexe I

2.2. Degré alcoolique de l'extrait alcoolique de l'extrait

Annexe II

2.3. Résidu sec des préconcentrés

Annexe III

2.4. Résidu sec de l'extrait

Annexe IV

2.5. Teneur en eau Karl Fisher de l'extrait

Annexe V

Résultats et discussions

Chapitre 3 Résultats et discussions

Dans ce chapitre, la première partie consiste à quelques résultats de l'application de l'échantillonnage périodique par deux fournisseurs agréés d'indena MADAGASCAR dans la collecte des feuilles de ***Centella asiatica***. Ces derniers ont effectués des échantillonnages périodiques avant de faire la collecte et c'est à partir des résultats des analyses qu'ils ont collecté leurs produits.

Cette théorie a été adoptée afin de livrer des produits de qualité et surtout pour éviter les pénalisations dans le cas de manque de titre (somme titre<9%) et dépassement du taux limite de l'humidité ($P/P\% = 10\%$).

Dans la seconde partie sera exposée l'étude d'une fabrication d'extrait mou de ***Centella***. Les matières premières utilisées dans cette fabrication sont parmi les feuilles de Talapetraka livrées par ces fournisseurs agréés en 2006.

1. Application des échantillonnages périodiques à la récolte de feuilles de Talapetraka

Depuis 2004 jusqu'à 2007, entre ses fournisseurs et indena MADAGASCAR ont été réalisés des échantillonnages périodiques dans le but d'une stabilité et d'amélioration la qualité de feuilles livrées destinées à la fabrication d'extrait de *Centella asiatica*.

Ces échantillonnages sont effectués par deux fournisseurs F1 et F2 dans des zones où ils font leur collecte.

En réalité, chaque exploitant envoi quatre échantillons par mois. Donc, le nombre d'analyse est de 208 par an, ce qui est très coûteux pour le fournisseur sans collaboration avec un partenaire comme indena.

1.1. Fournisseur F1

Les zones E1A, E2A, E3A et E5A sont sélectionnées à cause de la régularité de la périodicité des échantillons. Nous avons réduit le nombre d'analyses qui étaient de deux fois par mois. A ces résultats correspond un ou plusieurs lots à la livraison, par exemple au tableau N°19, F1 a livré les lots du tableau N°20 de l'année 2004-2005.

Sur le graphe N°4 nous voyons que le lot N°1 livré en décembre, a un titre compris entre 8,96 et 11,51%, la qualité du produit est meilleure. En effet, la récolte a été réalisée depuis le mois de novembre de l'année.

Sur le même graphe, le lot N°2 a un titre inférieur voire même médiocre avec un maximum de 8,31% et qui descend jusqu'à 6,64%. bien que la période de collecte est en décembre après le lot N°1.

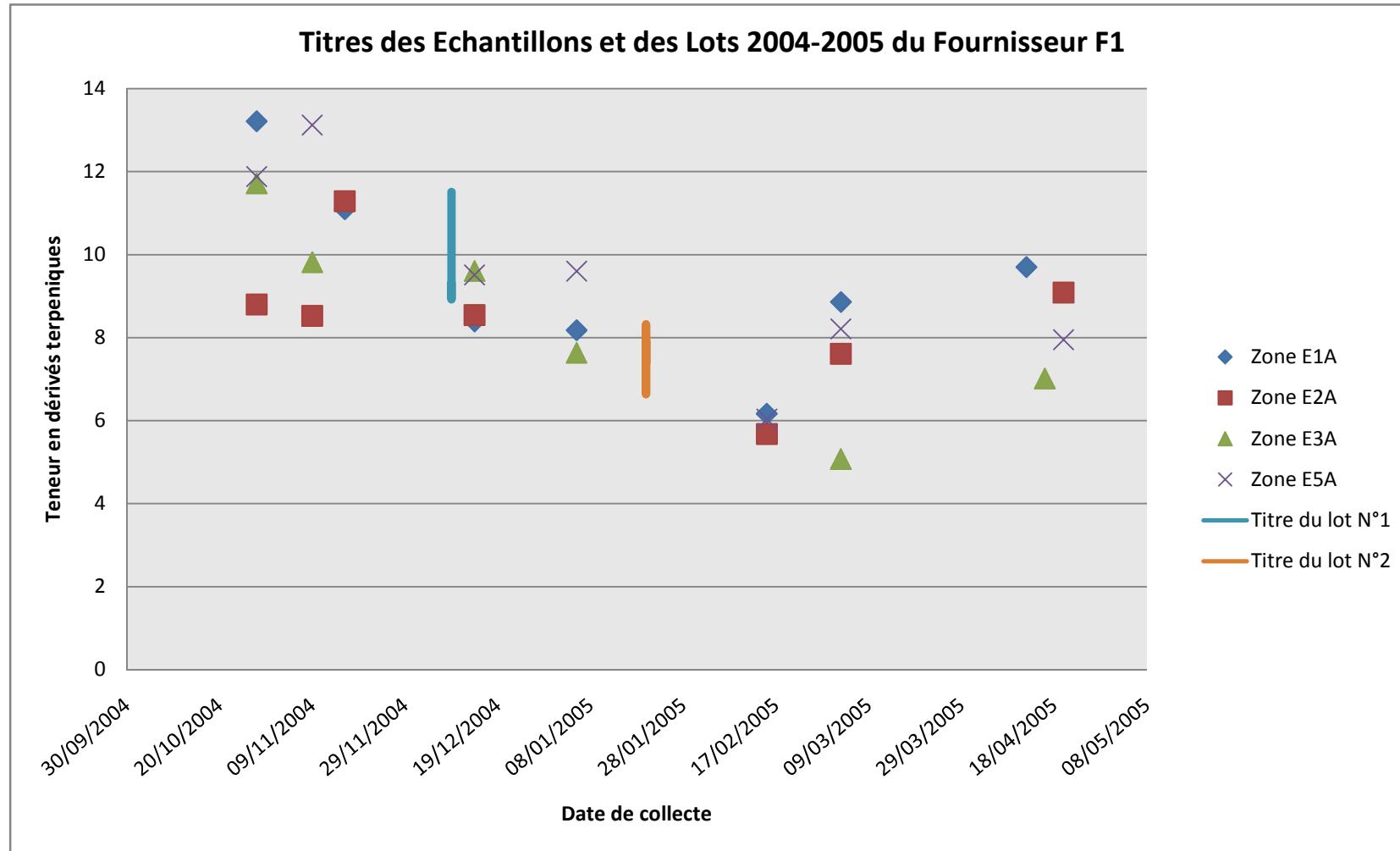
Sur ces mêmes zones, en 2006-2007, les échantillonnages continuent en donnant le lot N°1. Les résultats sont catastrophiques (titre moyen de 6,33%) bien que les résultats des analyses des échantillons sont très impressionnantes. La principale raison est la date de sortie des résultats des analyses qui a été retardée ; le laboratoire a été saturé à cette période.

Tableau N°19 Tableau d'échantillonnage par zone du fournisseur F1 en 2004-2005

Date d'arrivée	Référence	n°BE	Perte en poids (% P/P)	Rendement (% P/P)	Asiaticoside (% P/P)	Madécassoside (% P/P)	Acide Asiatique(% P/P)	Acide Madécassique (% P/P)	Somme (Titre%)	Jugement	n°BA
28/10/2004	E1A	20042287	12,60	39,50	6,12	6,07	0,50	0,52	13,21	Approuvé	19180
16/11/2004	E1A	20042460	11,10	37,10	5,34	4,54	0,62	0,59	11,09	Approuvé	19250
14/12/2004	E1A	20042727	8,30	34,30	3,50	3,85	0,51	0,53	8,39	Refusé	19563
05/01/2005	E1A	20050026	8,00	35,00	3,47	3,67	0,51	0,53	8,18	Refusé	19614
15/02/2005	E1A	20050370	9,50	36,20	2,57	2,88	0,36	0,36	6,17	Refusé	19793
03/03/2005	E1A	20050593	9,20	32,70	3,64	4,09	0,53	0,60	8,86	Refusé	19931
12/04/2005	E1A	20050949			4,07	4,76	0,39	0,48	9,7	Approuvé	20297
28/10/2004	E2A	20042288	12,20	43,50	4,08	4,04	0,33	0,35	8,8	Refusé	19181
09/11/2004	E2A	20042398	3,90	29,60	3,57	4,08	0,42	0,46	8,53	Refusé	19227
16/11/2004	E2A	20042461	8,60	32,00	5,43	4,93	0,42	0,51	11,29	Approuvé	19251
14/12/2004	E2A	20042728	7,40	39,50	4,03	3,69	0,41	0,42	8,55	Refusé	19564
15/02/2005	E2A	20050371	5,70	28,80	2,26	2,76	0,33	0,33	5,68	Refusé	19794
03/03/2005	E2A	20050594	10,00	28,20	2,85	3,82	0,41	0,53	7,61	Refusé	19932
20/04/2005	E2A	20051025	13,00	35,40	3,74	4,77	0,26	0,32	9,09	Approuvé	20339
28/10/2004	E3A	20042289	12,60	42,70	6,12	5,05	0,29	0,26	11,72	Approuvé	19182
09/11/2004	E3A	20042399	6,40	38,20	4,23	5,06	0,26	0,27	9,82	Approuvé	19228
14/12/2004	E3A	20042729	6,30	37,70	4,34	4,44	0,41	0,42	9,61	Approuvé	19565
05/01/2005	E3B	20050030	8,70	33,10	3,12	3,69	0,41	0,42	7,64	Refusé	19618
03/03/2005	E3A	20050595	10,40	26,10	2,07	1,85	0,59	0,57	5,08	Refusé	19933
16/04/2005	E3A	20050953	8,50	34,00	3,29	3,17	0,27	0,29	7,02	Refusé	20301
28/10/2004	E5A	20042291	7,90	43,80	6,53	4,75	0,30	0,30	11,88	Approuvé	19184
09/11/2004	E5A	20042401	7,80	44,30	6,00	6,82	0,14	0,16	13,12	Approuvé	19230
14/12/2004	E5A	20042730	8,20	38,10	4,24	4,44	0,41	0,42	9,51	Approuvé	19570
05/01/2005	E5A	20050028	6,30	38,30	4,02	4,75	0,41	0,42	9,6	Approuvé	19616
15/02/2005	E5A	20050373	8,90	34,30	2,62	2,92	0,25	0,25	6,04	Refusé	19796
03/03/2005	E5A	20050596	6,20	28,80	3,43	4,46	0,14	0,18	8,21	Refusé	19934
20/04/2005	E5A	20051027	10,40	33,40	3,69	3,53	0,35	0,38	7,95	Refusé	20341

Tableau N°20 Tableau de livraison du fournisseur F 1 en 2004-2005

DATE	B.E.	B.A.	Kg livrés	pp%	R.S.%	Sec.Kg.	Asiaticoside (% P/P)	Madécassoside (% P/P)	Acide Asiatique(% P/P)	Acide Madécassique (% P/P)	Somme (Titre%)
09/12/2004	20042682	19385	2919	6,7	36,1	1053,8	4,04	4,20	0,50	0,58	9,32
09/12/2004	20042683	19386	1042	6,4	39,0	406,4	4,13	3,94	0,45	0,44	8,96
09/12/2004	20042684	19387	723	5,5	36,8	266,1	4,49	4,71	0,55	0,52	10,27
09/12/2004	20042685	19388	342	7,7	36,6	125,2	5,37	5,29	0,44	0,41	11,51
20/01/2005	20050148	19600	1206	7,9	31,6	381,1	3,02	3,32	0,51	0,53	7,38
20/01/2005	20050149	19601	1071	7,7	30,8	329,9	2,83	3,96	0,55	0,57	7,91
20/01/2005	20050150	19602	949	7,4	26,6	252,4	2,68	2,92	0,51	0,53	6,64
20/01/2005	20050151	19603	728	9,2	36,8	267,9	3,56	3,91	0,41	0,43	8,31
20/01/2005	20050152	19604	423	6,7	31,0	131,1	3,03	3,33	0,51	0,53	7,40



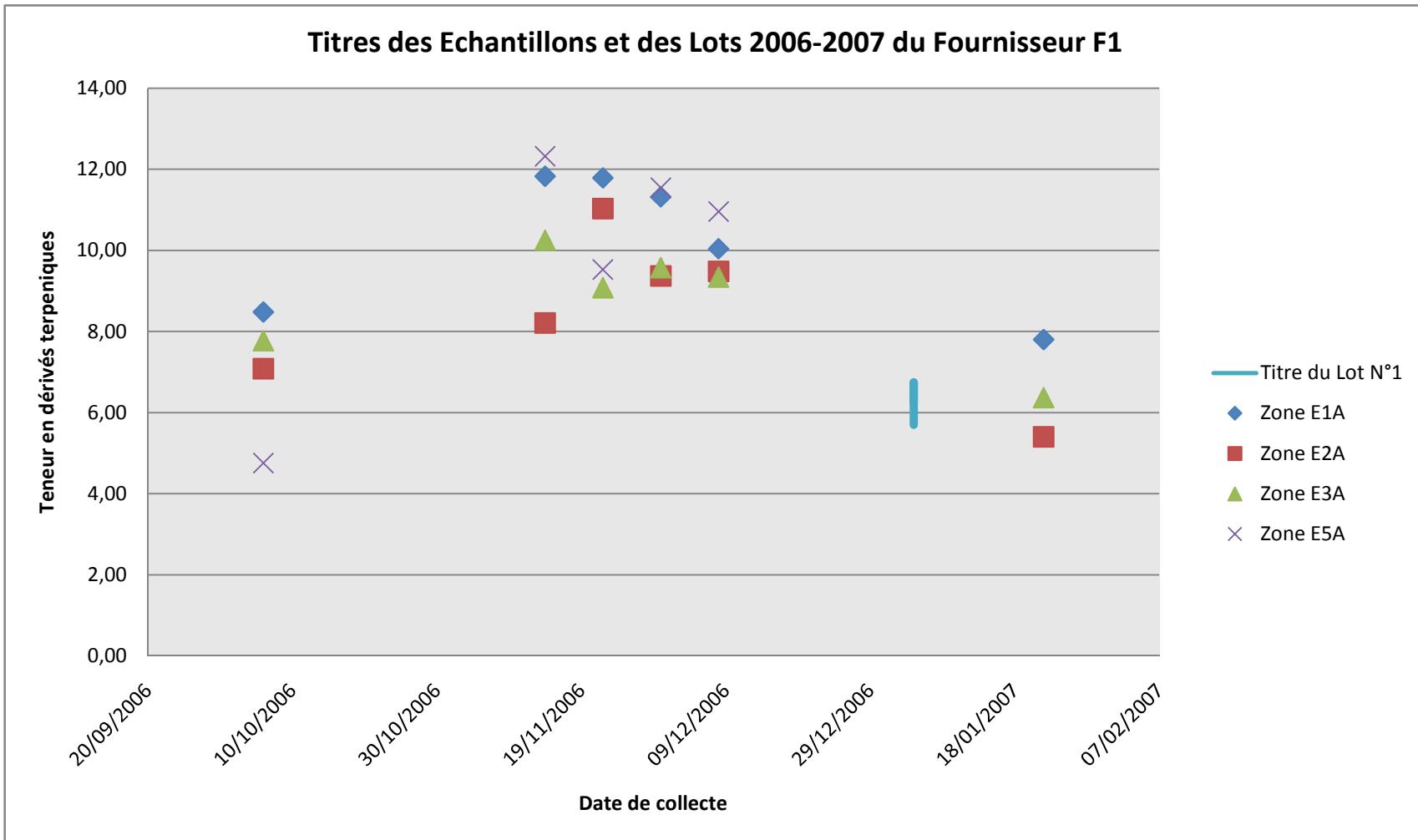
Graphe N°4 Graphe des échantillonages et livraison du fournisseur F1 en 2004-2005

Tableau N°21 Tableau d'échantillonnage par zone du fournisseur F1 en 2006-2007

Date d'arrivée	Référence	n°BE	Perte en poids (% P/P)	Rendement (% P/P)	Asiaticoside (% P/P)	Madécassoside(% P/P)	Acide Asiatique(% P/P)	Acide Madécassique(% P/P)	Somme (Titre%)	Jugement	n°BA
06/10/2006	E1A	20062247	5,8	31,6	4,10	3,41	0,52	0,45	8,48	Refusé	22734
14/11/2006	E1A	20062587	3,2	38,3	5,57	5,85	0,17	0,24	11,83	Approuvé	22924
22/11/2006	E1A	20062648	4,0	35,5	5,53	5,62	0,3	0,34	11,79	Approuvé	23008
30/11/2006	E1A	20062708	11,2	40,80	5,29	5,09	0,47	0,47	11,32	Approuvé	23073
08/12/2006	E1A	20062771	8,7	39,50	4,85	4,23	0,47	0,49	10,04	Approuvé	23133
22/01/2007	E1A	20070113	4,4	29,90	3,12	2,77	0,97	0,94	7,80	Refusé	23359
06/10/2006	E2A	20062249	6,9	29,5	3,48	2,57	0,53	0,50	7,08	Refusé	22736
14/11/2006	E2A	20062589	3,5	32,7	3,56	3,40	0,58	0,67	8,21	Refusé	22926
22/11/2006	E2A	20062650	4,9	37,2	5,07	5,26	0,33	0,37	11,03	Approuvé	23010
30/11/2006	E2A	20062710	11,6	37,00	4,42	4,11	0,42	0,42	9,37	Approuvé	23075
08/12/2006	E2A	20062773	8,8	39,90	4,34	4,12	0,50	0,52	9,48	Approuvé	23135
22/01/2007	E2A	20070115	4,3	24,70	1,87	1,87	0,83	0,83	5,40	Refusé	23361
06/10/2006	E3A	20062251	6,4	29,0	3,55	3,20	0,54	0,48	7,77	Refusé	22738
14/11/2006	E3A	20062591	3,0	32,2	5,45	4,30	0,26	0,24	10,25	Approuvé	22928
22/11/2006	E3A	20062652	2,9	28,3	4,11	3,68	0,69	0,60	9,08	Approuvé	23012
30/11/2006	E3A	20062712	10,0	38,50	4,42	3,98	0,58	0,59	9,57	Approuvé	23077
08/12/2006	E3A	20062775	10,2	37,70	4,25	4,12	0,47	0,50	9,34	Approuvé	23137
22/01/2007	E3A	20070117	2,3	29,30	2,45	2,00	0,98	0,94	6,37	Refusé	23363
06/10/2006	E5A	20062253	5,2	20,4	2,13	1,74	0,51	0,38	4,76	Refusé	22740
14/11/2006	E5A	20062593	4,9	38,1	6,08	5,66	0,3	0,28	12,32	Approuvé	22930
22/11/2006	E5A	20062654	2,4	32,50	4,14	3,70	0,87	0,82	9,53	Approuvé	23014
30/11/2006	E5A	20062714	11,2	37,50	5,35	5,13	0,56	0,50	11,54	Approuvé	23079
08/12/2006	E5A	20062777	10,3	39,50	4,85	4,43	0,84	0,84	10,96	Approuvé	23139

Tableau N°22 Tableau de livraison du fournisseur F 1 en 2006-2007

DATE	B.E.	B.A.	Kg livrés	pp%	R.S.%	Sec.Kg.	Asiaticoside (% P/P)	Madécassoside (% P/P)	Acide Asiatique(% P/P)	Acide Madécassique (% P/P)	Somme (Titre%)
04/01/2007	20070002	23267	1 909	2,6	27,1	517,3	2,55	2,32	0,70	0,71	6,28
04/01/2007	20070003	23268	1 360	3,9	26,0	353,6	2,77	2,57	0,63	0,78	6,75
04/01/2007	20070004	23269	1 332	4,7	25,3	337,0	2,67	2,56	0,66	0,63	6,52
04/01/2007	20070005	23270	151	4,1	27,0	40,8	2,29	2,05	0,66	0,70	5,70



Graphe N°5 Graphe des échantillonages et livraison du fournisseur F1 en 2006-2007

1.2. Fournisseur F2

Tableau N°23 Tableau d'échantillonnage par zone du fournisseur F2 en 2006-2007

Date d'arrivée	Référence	n°BE	Perte en poids (% P/P)	Rendement (% P/P)	Asiaticoside (% P/P)	Madécassoside (% P/P)	Acide Asiatique(% P/P)	Acide Madécassique (% P/P)	Somme (Titre%)	Jugement	n°BA
10/10/2006	IME	20062298	4,8	31,6	4,33	4,09	0,16	0,13	8,71	Refusé	22754
15/11/2006	IME 04/10	20062602	7	39,2	5,63	5,53	0,21	0,31	11,68	Approuvé	
14/12/2006	IME Lot 01/12	20062855	7,8	29,6	3,4	3,42	0,84	0,94	8,60	Refusé	
26/01/2007	IME 02/01	20070181	13,6	32,4	4,13	3,71	0,62	0,68	9,14	Accepté	
31/01/2007	IME 0302	20070210	12,6	34,4	3,48	3,1	0,5	0,5	7,58	Refusé	
09/03/2007	IME 03/02	20070545	9,6	32	4,14	3,31	0,59	0,55	8,59	Refusé	
15/11/2006	ABK 04/10 ABK1 Lot 01/12	20062599	5,5	34,9	4,99	3,9	0,73	0,76	10,38	Approuvé	22947
08/12/2006		20062778	12,7	36,9	3,38	3,41	0,83	0,83	8,45	Refusé	22948
15/11/2006	ABT 04/10 ABT1 Lot 01/12	20062600	9,1	33,9	4,54	3,76	0,5	0,41	9,21	Approuvé	23160
08/12/2006		20062781	6,4	29,7	3,4	3,43	1	1,05	8,88	Refusé	23213
21/12/2006		20062904	----	28,5	3,4	2,57	0,4	0,41	6,78	Refusé	23260
28/02/2007	ABT 02/02	20070442	5,0	29,5	3,1	3,1	0,62	0,64	7,46	Refusé	23410
15/11/2006	AB5/ABS 03/10	20062598	7,7	30,4	4,19	3,48	0,38	0,35	8,40	Réfusé	
15/11/2006	AB5/ABS 04/10	20062605	2,9	34,8	5,34	4,67	0,4	0,39	10,80	Approuvé	
15/11/2006	ABS 04/10	20062609	5,0	36,5	5,98	5,42	0,5	0,57	12,47	Approuvé	
31/01/2007	ABS 0201	20070206	15,6	32,3	3,74	3,11	0,55	0,75	8,15	Refusé	23452
31/01/2007	ABS 0301	20070207	14,7	30,4	3,56	3,1	0,74	0,77	8,17	Refusé	23453
28/02/2007	ABS 02/02	20070441	5,0	29,8	3,32	3,1	0,55	0,62	7,59	Refusé	23456

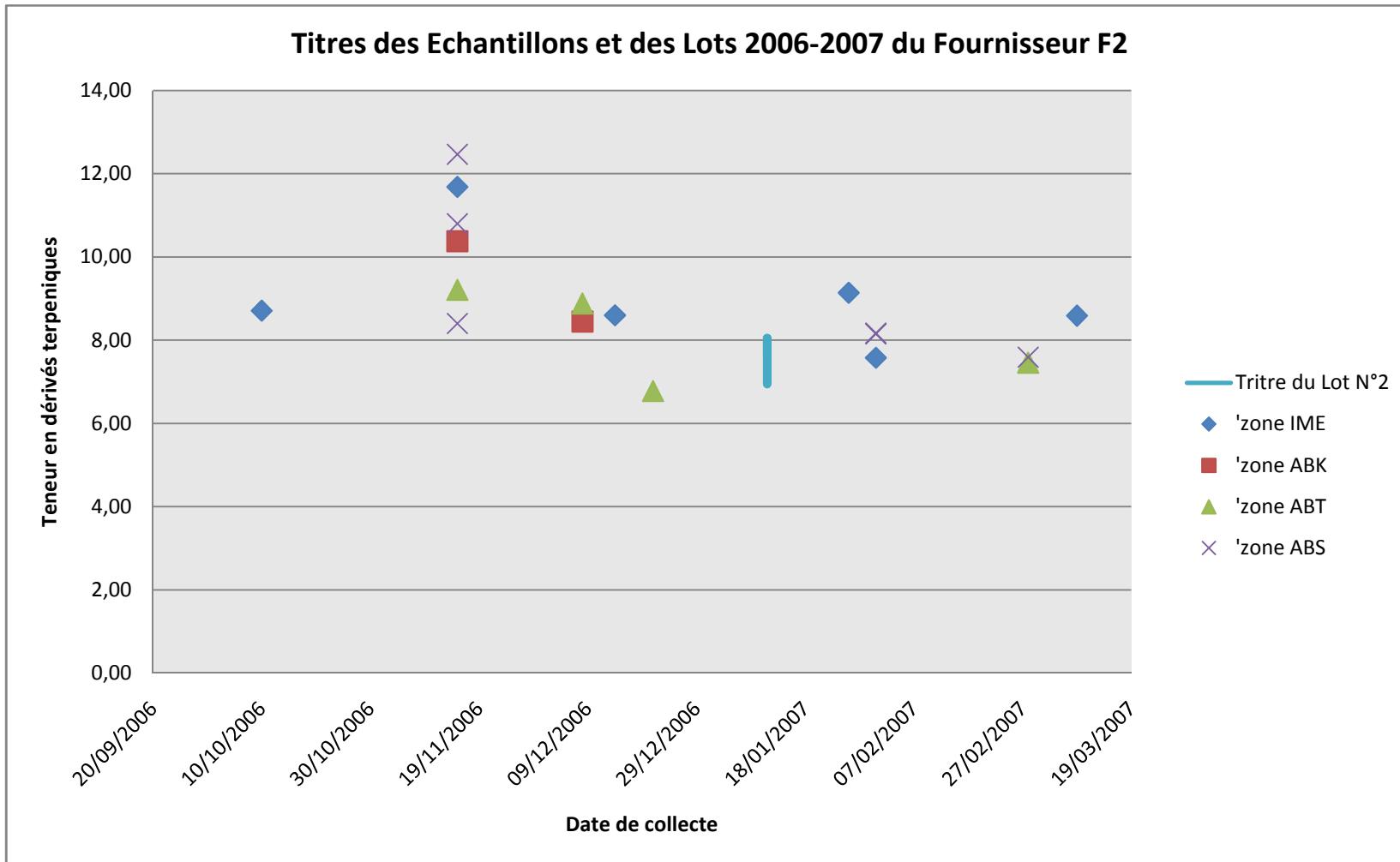
Tableau N°24 Tableau de livraison du fournisseur F 2 en 2006-2007

DATE	B.E.	B.A.	Kg livrés	pp%	R.S.%	Sec.Kg .	Asiaticoside (% P/P)	Madécassosi de(% P/P)	Acide Asiatique (% P/P)	Acide Madécassisque (% P/P)	Somme (Titre%)
11/01/2007	20070032	23282	1 841	6,5	30,9	568,9	3,41	3,22	0,71	0,71	8,05
11/01/2007	20070033	23283	910	7,7	25,8	234,8	3,18	2,56	0,60	0,63	6,97
11/01/2007	20070034	23284	900	9,3	29,7	267,3	3,18	2,88	0,60	0,63	7,29
11/01/2007	20070035	23285	411	7,1	32,1	131,9	3,17	3,07	0,50	0,56	7,30
11/01/2007	20070036	23286	893	10,1	31,9	284,9	3,38	3,19	0,72	0,75	8,04
11/01/2007	20070037	23287	545	9,5	34,8	189,7	3,41	3,22	0,47	0,50	7,60

Les échantillonnages sont réalisés d'octobre 2006 à février 2007 et la livraison en janvier 2007 sur 4 zones sélectionnées. Les résultats confirment la qualité du produit collecté (graphe N°6) En effet, F2 a fait la collecte en décembre et livré les feuilles en janvier. Les titres sont compris entre 6,97% et 8,05%. Les résultats du fournisseur F1 sont expliqués parce que la période et les zones de collecte sont côte à côte et même identiques pour les lots. Une autre raison à ne pas négliger est alors la fréquence de coupe qui ne laisse à l'espèce de se développer.

1.3. Conclusion

L'échantillonnage périodique s'avère indispensable pour une meilleure qualité de feuilles de Talapetraka. Il permet aux exploitants une meilleure organisation sur le programme de travail, sur le choix de l'ouverture de campagne et la zone de collecte. Le retard des résultats des analyses pourrait entraîner de mauvaises surprises sur la qualité des produits. De difficultés se présentent à partir du mois de mai à cause de la période de moisson du riz, de plus c'est le début de la saison sèche, le titre en principe actif peut atteindre une valeur inférieure à 5% du mois de juillet à septembre.



Graphe N°6 Graphe des échantillonages et livraison du fournisseur F2 en 2006-2007

2. Résultats d'une fabrication d'extrait mou de *Centella asiatica*

2.1. Feuilles

Tableau N°25 Récapitulation des résultats des analyses des feuilles de *Centella asiatica* utilisées pour la Fabrication

Date de livraison	B.E.	B.A.	Kg Feuilles	pp %	Rendement %	Kg sec	Asiatico side %	Madecassoside %	Acide Asiatique %	Acide Madecassique %	Somme titre %	Asiaticoside Kg	Madecassicoside Kg	Acide Asiatiq ue Kg	Acide Madecas sique Kg	Somme de titre Kg	
06/03/2006	20060407	21433	2 763	8,6	36,4	1 005,7	4,1	3,7	0,69	0,65	9,14	113,3	102,2	19,1	18,0	253	
08/03/2006	20060442	21450	1 323	10,0	23,9	316,2	2,38	2,53	0,63	0,59	6,13	31,5	33,5	8,3	7,8	81,1	
08/03/2006	20060443	21451	1 136	10,0	25,9	294,2	3,13	3,03	0,81	0,73	7,7	35,6	34,4	9,2	8,3	87,5	
08/03/2006	20060444	21452	662	10,0	28,2	186,7	3,27	3,4	0,84	0,76	8,27	21,6	22,5	5,6	5,0	54,7	
08/03/2006	20060445	21453	1 095	8,0	24,5	268,3	3,17	3,07	0,82	0,74	7,8	34,7	33,6	9,0	8,1	85,4	
08/03/2006	20060446	21454	596	7,7	23,9	142,4	2,75	2,45	0,56	0,5	6,26	16,4	14,6	3,3	3,0	37,3	
08/03/2006	20060447	21455	328	10,0	30,5	100,0	4,0	3,89	0,86	0,77	9,52	13,1	12,8	2,8	2,5	31,2	
08/03/2006	20060448	21456	59	10,0	35,7	21,1	4,03	3,92	0,45	0,51	8,91	2,4	2,3	0,3	0,3	5,3	
16/03/2006	20060518	21518	3 096	7,5	27,3	845,2	2,34	2,37	0,71	0,78	6,2	72,4	73,4	22,0	24,1	192,0	
16/03/2006	20060520	21520	498	7,7	27,0	134,5	2,31	2,24	0,82	0,88	6,25	11,5	11,2	4,1	4,4	31,1	
16/03/2006	20060521	21521	143	6,1	33,0	47,2	4,3	4,62	0,6	0,57	10,09	6,1	6,6	0,9	0,8	14,4	
16/03/2006	20060522	21522	49	8,1	23,6	11,6	1,76	2,7	0,73	0,76	5,95	0,9	1,3	0,4	0,4	2,9	
05/04/2006	20060750	21683	337	3,8	30,5	102,8	5,4	5,94	0,42	0,46	12,22	18,2	20,0	1,4	1,6	41,2	
05/04/2006	20060751	21684	1 675	4,9	21,3	356,8	2,23	2,65	0,72	0,83	6,43	37,4	44,4	12,1	13,9	107,7	
05/04/2006	20060752	21683	2 191	4,2	24,4	534,6	3,03	3,42	0,68	0,8	7,93	66,4	74,9	14,9	17,5	173,7	
05/04/2006	20060753	21686	668	4,4	21,1	140,9	1,97	2	0,61	0,56	5,14	13,2	13,4	4,1	3,7	34,3	
05/04/2006	20060754	21687	283	4,3	21,8	61,7	2,24	2,37	0,5	0,54	5,65	6,3	6,7	1,4	1,5	16,0	
16/03/2006	20060519	21519	1 442	8,1	27,3	393,7	2,72	3,02	0,73	0,92	7,39	39,2	43,5	10,5	13,3	106,6	
04/01/2007	20070002	23267	1 909	2,6	27,1	517,3	2,05	2,32	0,7	0,71	5,78	39,1	44,3	13,4	13,6	110,3	
04/01/2007	20070003	23268	1 360	3,9	26,0	353,6	2,77	2,57	0,63	0,78	6,75	37,7	35,0	8,6	10,6	91,8	
04/01/2007	20070005	23270	151	4,1	27,0	40,8	2,29	2,05	0,66	0,7	5,7	3,5	3,1	1,0	1,1	8,6	
TOTAL			21 764			5 875,3							620,5	633,7	152,2	159,5	1 565,7

2.2. Extrait

2.2.1. Contrôle préconcentrés de EV2 et drogues épuisées

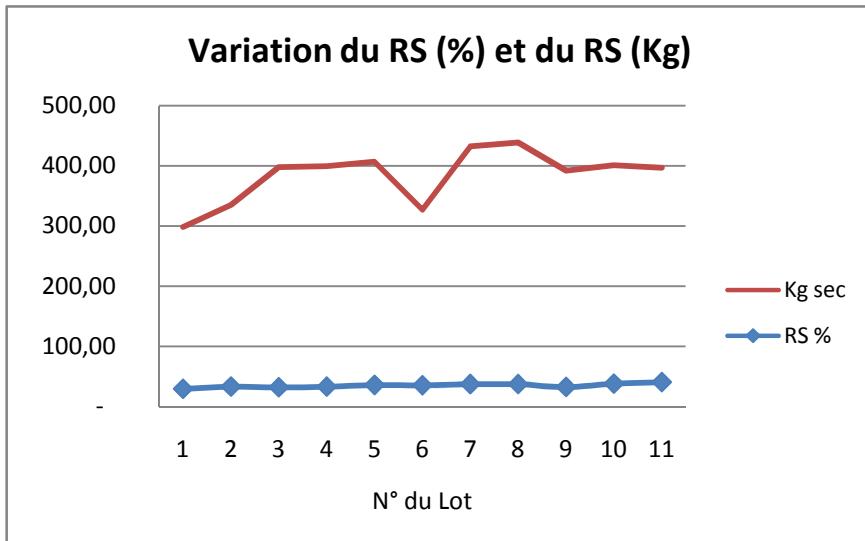
Des contrôles intermédiaires sont effectués pendant la production. Ils consistent à analyser chaque préconcentré issu de EV2. Le tableau N° 26 représente le nombre d'extraction, le Résidu sec **RS(%)** et le poids d'extrait sec contenu dans le préconcentré (**Kg sec**) en fonction du **N°du lot**.

Un lot est composé de deux chargements de 1 000Kg. On obtient 2 préconcentrés de EV2 par lot. Chaque ligne du tableau N°26 peut être interprétée comme suit :

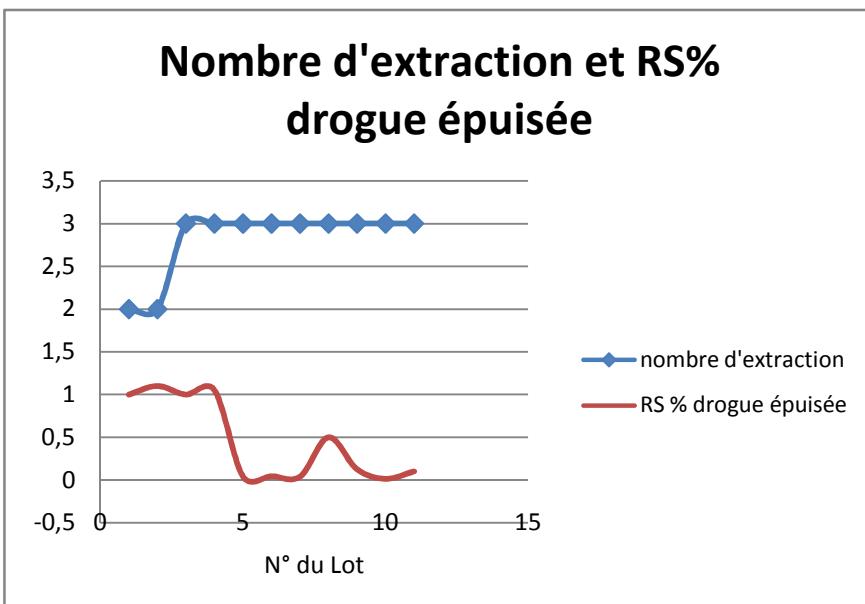
Le lot N°1 est composé de 2 chargements avec lesquels nous avons pu extraire 1015Kg de préconcentrés de résidu sec 29,39% soit 298,39Kg d'extrait sec. Ce lot est issu de 1920Kg de feuilles de **Centella** qui après extraction ne contiennent plus que 1,00% d'extrait sec c'est-à-dire 19,2Kg d'extrait sec restant.

Tableau N°26 Tableau des contrôles intermédiaires d'extraction

N°Lot	Nombre d'extraction	Kg Préconcentré	RS %	Kg sec	Kg de drogue	RS % Drogue Epuisée	Kg sec dans la DE
1	2	1 015	29,39	298,29	1920	1,00	19,2
2	2	1 010	33,19	335,18	1791	1,10	19,7
3	3	1 244	31,97	397,75	1968	1,00	19,7
4	3	1 211	32,97	399,26	1987	1,05	20,9
5	3	1 135	35,85	406,91	1006	0,04	0,4
6	3	924	35,36	326,74	2056	0,05	0,9
7	3	1 161	37,23	432,25	2026	0,04	0,8
8	3	1 180	37,16	438,55	2038	0,50	10,2
9	3	1 207	32,44	391,55	1658	0,13	2,1
10	3	1 052	38,12	400,97	1659	0,02	0,2
11	3	977	40,58	396,44	1678	0,10	1,7



Graphe N°7 Tableau représentant le Kg de sec et le RS(%) en fonction du N°du lot



Graphe N°8 Tableau représentant la variation du % de sec dans les drogues épuisées

La courbe RS(%) en fonction du Nombre d'extraction nous montre la régularité des opérateurs dans la concentration des préconcentrés.

La courbe des extraits secs contenu dans les préconcentrés commence par 298Kg pour augmenter jusqu'à une moyenne de 400Kg. A chaque début de campagne, dans le 1^o percolateur, il n'y a que 8 000 litres de solvant qui a percolé. Les épuisements de PRC1 ne commencent qu'à PRC2 pour compléter les 20 000 litres mentionnés dans la méthode de production. Ceci est plus facile à lire dans le § 1.2.4.3 Cycle de percolation.

Le poids d'extrait chute à 326Kg au 6^e lot mais ceci a été rattrapé au 7^e lot par une augmentation. Nous pourrons expliquer ceci par le lot de drogue qui n'est pas homogène.

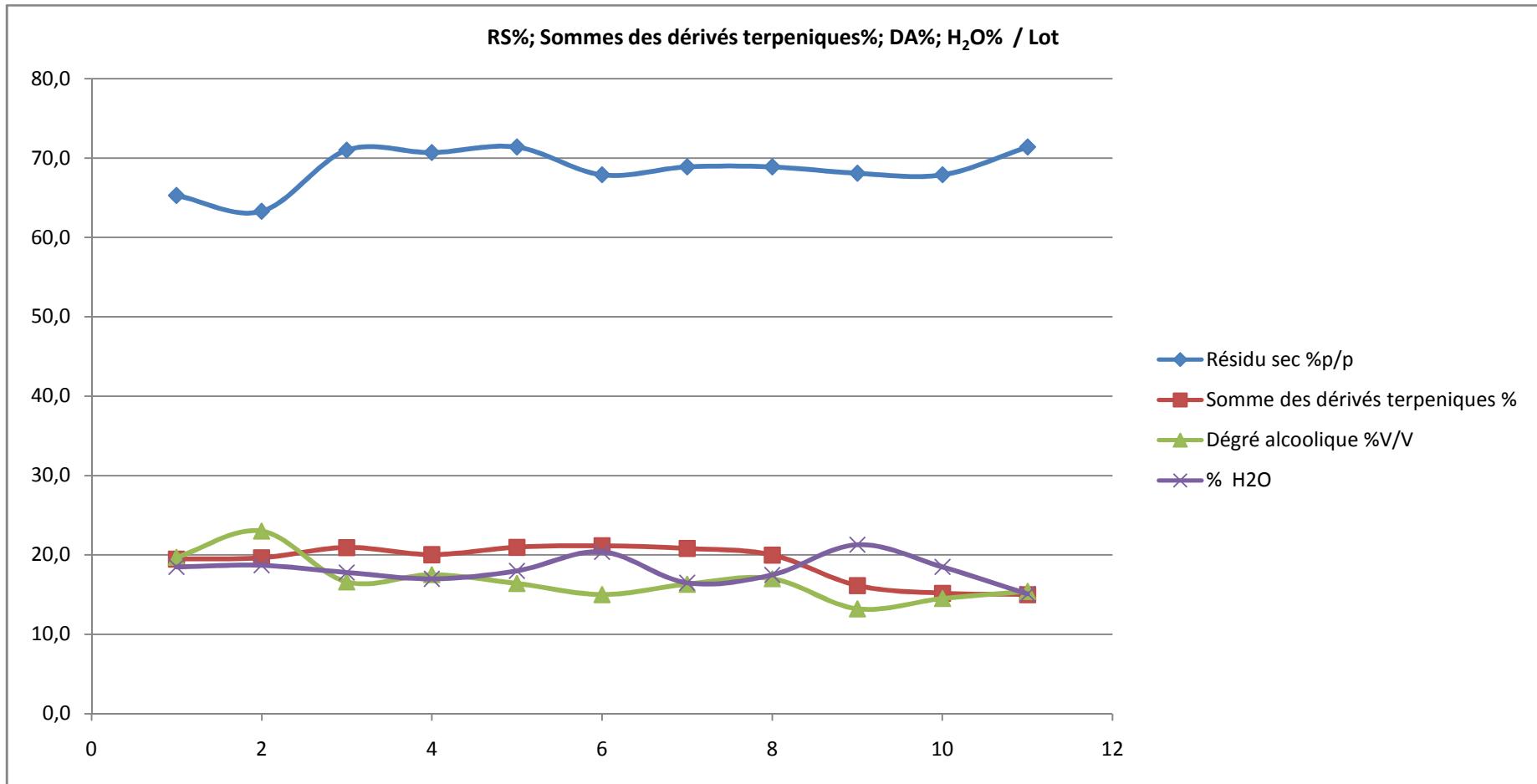
A une teneur en extrait inférieure à 1%, la drogue est considérée comme épuisée. Dans le graphe RS% drogue épuisée en fonction du N° lot, nous voyons que du 1^e au 4^e lot les drogues ne sont pas totalement épuisées. A partir du 2^e chargement du 3^e lot, il a été décidé d'augmenter le nombre de percolation à trois. Le résultat montre la très nette diminution du RS% des drogues épuisées sur le graphe. Cette anomalie suivie de la correction du nombre de percolation a été mentionnée dans le batch record de fabrication. \$2.2.3.2

Nous concluons que les analyses des préconcentrés et des drogues épuisées qui sont les suivis en permanence durant la fabrication des extraits demeurent désormais nécessaire sur la prise de décision au nombre de percolation à faire pour chaque chargement. Pour des matières premières de qualité supérieure, le nombre d'extraction reste de 2 par chargement.

2.2.2. Résultat des extraits

Tableau N°27 Tableau récapitulant les résultats de s analyses des extraits le la Fabrication

Lot N°	Kg	Résidu sec %p/p	Kg RS	Asiatico. (% P/P) (HPLC)	Madécas. (% P/P) (HPLC)	Acide Asia. (% P/P) (HPLC)	Acide Madécas. (% P/P) (HPLC)	Somme des titres %	Densité	Degré alcoolique %V/V	Volume d' alcool absolu L	Poids d' alcool absolu Kg	% H ₂ O	BOA
1	450	65,3	293,9	8,02	7,19	2,15	2,13	19,49	1,0824	19,7	81,9	65,1	18,5	23779
2	550	63,3	348,2	8,05	7,09	2,20	2,30	19,64	1,1510	23,0	109,9	87,3	18,7	23780
3	600	71,0	426,0	8,61	7,74	2,22	2,37	20,94	1,1488	16,6	86,7	68,9	17,8	23805
4	599	70,7	423,5	8,19	7,58	2,03	2,24	20,04	1,1788	17,5	88,9	70,6	17,0	23806
5	600	71,4	428,4	8,58	7,95	2,09	2,35	20,97	1,1646	16,4	84,5	67,1	18,0	23845
6	622	67,9	422,3	8,76	8,11	2,03	2,26	21,16	1,0922	15,0	85,4	67,9	20,4	23846
7	640	68,9	441,0	8,41	7,87	2,16	2,38	20,82	1,1601	16,3	89,9	71,4	16,5	23847
8	721	68,9	496,8	8,11	7,51	2,10	2,27	19,99	1,1963	17,0	102,5	81,4	17,5	23861
9	572	68,1	389,5	5,59	6,01	2,03	2,51	16,14	1,1877	13,2	63,6	50,5	21,3	23911
10	619	67,9	420,3	5,39	5,79	1,79	2,19	15,16	1,1512	14,5	78,0	62,0	18,5	23912
11	622	71,4	444,1	5,13	5,84	1,77	2,26	15,00	1,1868	15,4	80,7	64,1	15,1	23919
	6 595	68,6	4534					19,03	1,1545	16,8			18,1	



Graphe N°9 Graphe des résultats des analyses des extraits de la Fabrication

Interprétation de ces tableaux et de ces graphes :

Le tableau N°25 des matières premières nous permet de faire une prévision sur les extraits que l'on devrait obtenir. Les 21764Kg de feuilles donneront théoriquement 5875.3Kg d'extrait sec avec une teneur en principe actif de 1565.7Kg. Il est alors à prévoir un rendement d'extraction de 80 à 83%(valeur empirique issu de plusieurs fabrications).

Remarquons d'abord que la somme des titres des 9°, 10° et 11° lot est en moyenne de 15,43%. Ceci s'explique par une diminution de la quantité des drogues utilisées qui sont respectivement de 1658Kg ; 1659 Kg et 1678Kg (tableau N°22 Colonne 6). Cette variation est nette sur le graphe N°9.

Le résidu sec qui exprime le rendement en extrait sec, est constant pour l'ensemble de la fabrication. Les rendements faibles du 1° et 2° lot confirment les résultats rencontrés dans les préconcentrés dus à l'insuffisance du nombre d'exactions.

En conclusion, la Fabrication composée de 11 lots a donné 6 595Kg d'extrait de RS moyen 68,6% dont l'extrait sec correspondant pèse 4 534Kg. Le pourcentage de principe actif dans cette Fabrication est de 19,03%. La densité moyenne est de 1,1545. L'extrait contient en moyenne 16,8%(v/v) d'alcool et 18,1%(p/p) d'eau.

Chaque lot est accompagné d'un bulletin d'analyse où sont mentionnées toutes ces données.

2.2.3. Traçabilité des produits

2.2.3.1. De la feuille aux extraits

La traçabilité des feuilles au niveau des fournisseurs est exposée dans le Chapitre3 \$A 1.2.3 et Chapitre3 \$A 2.5.3. Chaque lot livré possède les références fournisseur sur chaque étiquette des sacs. A chaque lot est attribué un numéro de BE pour son identification. L'origine et le traitement des feuilles sont bien déterminés.

2.2.3.2. Traçabilité à l'usine

Tout produit entrant à l'usine est identifié, classé et mis à une place bien déterminée. Chaque produit est répertorié par son numéro de Bulletin d'entrée (N°BE) où sont indiqués :

- La date d'entrée ;
- Le nom du produit ;
- Le fournisseur ;
- Le Centre demandeur ;
- La quantité ;
- Tous les contrôles de laboratoire à effectuer.

Les matières premières, solvant, échantillons nécessitant des analyses de contrôle de laboratoire, a un numéro de bulletin d'analyse correspondant qui sera figuré dans le BE.

Les produits intermédiaires tels que préconcentrés, drogues épuisées, solvant de récupération et les extraits qui sont produits finis possèdent tous leur bulletin d'analyse.

La fiche de fabrication (ou "Batch Record") est un document qui contient toutes les informations relatives aux différentes phases de la fabrication, y-comprises les identifications des installations, les quantités des réactifs, les matières premières, les quantités des solvants, néanmoins les indications des conditions du procédé (ex.: température, temps, pH, etc.) avec les relatifs critères d'acceptation et les paramètres critiques du procédé.

La Fiche de Fabrication est produite à partir d'un module "original", et approuvé par les diverses fonctions, appelé "Matrice de la Fiche de Fabrication" ou "Master Batch Record", rédigé de manière à pouvoir contenir tous les enregistrements prévus au cours de chaque fabrication.

La Fiche de Fabrication doit suivre réellement toutes les phases de la fabrication et la compilation des différents points doit être faite en temps réel.

Toutes notes doivent être accompagnées par les signatures des opérateurs et/ou des superviseurs.

Les éventuelles anomalies doivent être toutes enregistrées et accompagnées par les indications des éventuelles actions correctives adoptées.

En résumé, le batch record de fabrication renferme l'historique de chaque produit de la réception des matières premières à l'extrait prêt à l'expédition.

2.2.4. Consommations

Tableau N°28 Tableau des consommations

Fab. N	Lot N°	B.O.A. N°	Standard consommation					<21%		<28%		<124%	
			Matière première et extrait					Consommations					
			Kg	Drogue Kg	Résidu sec %p/p	Kg RS	Origine Matière Première	Main d'Oeuvre (h)	Main d'œuvre %	Alcool (l.a.)	Alcool %	Gas-Oil (l)	Gas-Oil %
681	1	23779	450	2000	65,3	293,9	Madagascar						
	2	23780	550	2000	63,3	348,2							
	3	23805	600	2000	71,0	426,0							
	4	23806	599	2000	70,7	423,5							
	5	23845	600	2000	71,4	428,4							
	6	23846	622	2000	67,9	422,3							
	7	23847	640	2000	68,9	441,0							
	8	23861	721	2000	68,9	496,8							
	9	23911	572	1921	68,1	389,5							
	10	23912	619	1921	67,9	420,3							
	11	23919	622	1922	71,4	444,1							
Total			6595	21764	68,75	4533,9		3960	18,2	7273	34,4	27717	127,3

Rappelons d'abord que le nombre d'extraction par lot a été augmenté à 3 à partir du 3^{lot} à cause de la croissance de la quantité d'extrait restante dans la drogue épuisée. En d'autre terme, il y a de perte de produit non extrait dans la drogue épuisée ou encore, la drogue n'est pas complètement épuisée.

Indena Madagascar a un standard pour les consommations : alcool 28 l.a, gasoil 124 l et les heures de main d'œuvre 21 heures pour 100Kg de drogue traitée. Ces valeurs empiriques ont été obtenues à partir de plusieurs dizaines de fabrications durant plusieurs années.

7273 l.a (litre absolu) d'alcool sont consommés pour le traitement de 21 764Kg de feuilles, soit 33,4% (v/p). Cette valeur élevée est due à la qualité des matières premières entraînant un nombre d'extraction élevé. Les extractions supplémentaires entraînent des évaporations supplémentaires donc, des pertes de solvants hors standard. L'écart est de 6,4%.

Par conséquent, la consommation en gasoil est de 127%(v/p), 27 717 litres de gasoil ont été consommés pour le traitement de 21 764Kg de feuilles. La production supplémentaire de vapeur pour les concentrations et rectifications sont la cause de cette augmentation de la consommation en énergie.

Autre consommation

Utilisation d'eau dans la production:

- a. Lavage des ateliers et appareils
- b. Production de vapeur (circuit fermé)
- c. Tour de refroidissement pour condensation (circuit fermé)
- d. Cantine et service sanitaire
- e. Laboratoire
- f. Circuit anti-incendie

La majeure partie de la consommation en Eau est destinée au lavage des appareils. Indena possède des procédures de lavage spécifiques pour chaque appareil. Le lavage des percolateurs avant et après chaque chargement pendant la fabrication en est un. Il existe aussi le lavage entre deux fabrications qui traitent deux plantes différentes. Un lavage peut durer une semaine. La consommation moyenne journalière d'eau est de 30 m³/jour ce qui explique l'existence d'un traitement d'eau. La rivière de Matsiatra à côté de l'usine sert d'appoint d'eau de l'usine.

2.2.5. Conclusions

Nous pouvons conclure tous les résultats de cette fabrication d'extrait de ***Centella asiatica*** sur l'interprétation du tableau N°23 ci-dessous.

Tableau N°29 Rendement en extrait

Intitulé	Kg théorique	Kg réel	Rendement d'extraction %
Sec	5 875,3	4 533,9	77,2
Extrait	7 344,1	6 595,0	89,8
Titre en principe actif	1 565,7	1 255,6	80,2
Sec Drogue épuisée	-	95,8	
Rendement en extrait p/r drogue %	33,7	30,3	

Définissons d'abord les intitulés :

Rendement d'extraction : le rapport entre le Kg théorique et le Kg réel en %

Kg Théorique : le poids théorique d'extrait sec à partir de l'analyse des feuilles au départ

Kg réel : le poids d'extrait sec obtenu dans l'extrait

Sec drogue épuisée : le poids d'extrait sec restant dans la drogue après extraction

Le rendement d'extraction (rapport entre le théorique et réel) en extract sec est de 77,2%. Celui de l'extrait est de 89,8% avec un titre en principe actif de 80,2%. Ces résultats montrent la performance des appareils.

Les consommations sont élevées par rapport aux valeurs standards à cause des 9 extractions en plus (#2.2.1).

La fiche de fabrication (ou "Batch Record") assure la traçabilité des produits au sein de l'usine avant, pendant et après chaque fabrication.

Recommendations

Nous suggérons quelques améliorations pour la réduction des consommations surtout en solvant :

- Le remplacement de la Pompe à vide qui est à anneaux liquides par d'autre plus moderne et plus performant. Les concentrations opérants à un vide plus poussé (< 0,8bar) entraînera une diminution de l'énergie consommée et de la perte en solvant,

- L'utilisation du groupe frigorifique qui était en panne afin de diminuer les pertes en solvant pendant la condensation ;
- Une diminution de la vitesse de distillation pendant la récupération du solvant résiduel dans les drogues épuisées.

En résumé, pour une qualité de matière première (qui a été pénalisée au payement de la facture) à la limite de l'acceptable, la méthode, la performance de appareils et surtout la compétence des opérateurs a permis d'obtenir un rendement maximum de 30.3% pour un extrait mou de qualité dont la traçabilité est assurée depuis la récolte des feuilles.

Chapitre 4 Impact environnemental et socio-économique de la filière

1. Impact environnemental sur la collecte

1.1. Conservation de la biodiversité

Nous nous sommes posé les questions suivantes : « *Quelles sont les mesures appropriées ou à diffuser pour assurer la pérennité de la filière ?* » et « *Qu'en est-il de la capacité (ressources et productions escomptées) c'est-à-dire la capacité à répondre à la demande ?* »

Il n'y a pas de répartition des zones de collecte entre les collecteurs et/ou entre Sociétés exploitantes. La gestion des ces zones de collecte qui sont principalement des rizières abandonnées ou non aménagées, se fait en laissant environ au minimum 1/5 des feuilles.

Le ***Centella asiatica*** a été collecté depuis plus de vingt ans à Madagascar. Les méthodes de collecte soit des feuilles à tiges longues soit à tiges courtes, nous montrent que les récolteurs ne touchent jamais aux racines des plantes (voir vidéo) Ces méthodes resteront désormais les même.

La méthode de reproduction se fait à partir des graines. La période de floraison et fructification se situe au mois de juin à août. Les Sociétés exportatrices ne font pas la collecte à cette période à cause de la diminution du taux de principe actif et le non disponibilité des récolteurs qui sont engagés à la récolte du riz.

Toutes ces raisons nous incitent à assurer la pérennité de la filière.

1.1.1. La culture de ***Centella***

L'augmentation des sociétés qui collectent le ***Centella*** nous conduit à déduire une forte croissance de la demande.

La culture de ***Centella*** est la solution idéale pour la pérennité de l'espèce et à augmenter la capacité de répondre à la demande. Des expérimentations [48] ont été faites sur les possibilités de plantation de ***Centella asiatica*** par l'IMRA en 1973 à Andranovaky à 7Km de Mahitsy dans la région Analamanga Antananarivo sur un terrain de 08ha. (Source IMRA service culture)

La culture industrielle de Talapetraka consiste à la préparation du sol, le choix de cultures à réaliser soit par multiplication végétative soit par semis.

1.1.1.1. La préparation du sol

Il s'agit à labourer le sol et d'effectuer un niveling. Les mottes de terre sont émiettées, c'est l'affinage. On procède ensuite à l'herbage pour enlever les mauvaises herbes et les plantes adventives puis au planage ou niveling. Le but est d'avoir le maximum de biomasse, donc il faut des additifs tels que des engrains par épandage. Le mieux c'est de la fumure à raison de 30tonnes/ha, du minéral à 300Kg/ha et urée à 150Kg/ha.

1.1.1.2. Semis

Le choix dans tous les cas est de prendre des souches de bonne qualité : grosseur des feuilles pour un maximum de biomasse avec une forte teneur en principes actifs. Ce critère nous conduit de nouveau à une série d'échantillonnage suivi d'analyse pour identifier la zone de collecte afin d'avoir la souche idéale.

1.1.1.3. Résultats attendus

Les essais de l'IMRA nous indiquent un rendement de 11tonnes/ha de matières fraîches. [48]

1.1.2. Conclusion

Nous pouvons conclure que pour une culture industrielle nous pourrons avoir une production maximum en biomasse, la stabilité de l'exploitation et de la teneur en principes actifs. La culture répond aux contraintes de traçabilité des produits exigée par les clients. Un autre avantage de la culture c'est d'éviter les conséquences du changement climatique qui se manifeste de plus en plus par l'irrégularité du début et de la fin des saisons. Enfin, elle assure la durabilité de l'exploitation et la pérennité de l'espèce.

1.1.3. Conservation de l'environnement : devoir et obligation des exploitants

Dans chaque convention de collecte délivrée par le Ministère de l'Environnement et des Forêts, il est du devoir de chaque exploitant l'application de l'arrêté N° 2747-MDR/FOR/REF/MVF du 03 Août 1973 qui consiste à un reboisement proportionnel à son quota annuel autorisé.

2. Impact environnemental de la Société transformatrice

2.1. La prise d'eau à la rivière de Matsiatra

Nous avions dit auparavant un grand besoin journalier d'eau. Ce besoin n'entraîne aucun impact négatif sur la rivière. Effectivement, la quantité d'eau prélevée s'élève à moins de 1% du débit de la rivière ni en amont ni en aval du point de prise d'eau.

Une étude d'impact sur le prélèvement a conduit à l'ANDEA à octroyer le permis d'utilisation de l'eau de la rivière de Matsiatra en 2006.

2.2. Traitement des eaux résiduaires de l'usine

Une étude de mise en conformité des rejets solides, liquides, la consommation en comestibles et les bruits a été réalisée par le CNRIT en 2008.

Des prélèvements ont été effectués pour l'étude des effluents liquides de la Société INNOVEXX S.A qui est le nouveau propriétaire de l'usine. Les résultats sont consignés dans le tableau N°30.

2.2.1. Quelques définitions

Les matières organiques sont composées d'hydrates de carbone, de matières protéiques, d'acides aminés, de lipides et autres substances de réserves.

Elle est composée d'atomes de carbone associés à d'autres éléments, principalement : l'hydrogène, l'oxygène, et l'azote. Les composés organiques peuvent être naturels ou synthétiques. Ils se décomposent par voie biologique suivant des cinétiques variables. Les produits de dégradation génèrent des composés intermédiaires éventuellement toxiques. Au stade ultime de décomposition, la matière organique est transformée en nutriments : azote, phosphore, gaz carbonique...

La matière organique est présente sous forme dissoute et sous forme solide. Sous forme solide, elle constitue une partie des matières en suspension.

2.2.1.1. Conductivité :

La teneur en sels dissous de l'échantillon prélevé est déterminée à partir de la mesure de la conductivité de l'eau, exprimée en siemens / cm. Le poids de sel est représenté par le produit de la conductivité par le volume d'eau : siemens / cm x m³.

La détermination des sels dissous est effectuée sur l'échantillon prélevé selon la norme AFNOR NF T 90-111 Détermination de la conductivité théorique d'une eau en vue de l'évaluation de sa teneur en sels dissous

2.2.1.2. Les matières en suspension (MES)

Le MES c'est la masse de l'ensemble des particules minérales et organiques véhiculées par les eaux. Les matières en suspension (MES) sont mesurées selon les normes NF EN 872 (indice de classement T 90-105) et NF T 90-105-2 Détermination des matières en suspension.

Unité : mg ou g/L

2.2.1.3. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La DCO est la consommation d'oxygène dans les conditions d'une réaction d'oxydation, en milieu sulfurique, à chaud et en présence de catalyseur, par les matières oxydables de l'eau. Ces matières oxydables sont dissoutes ou particulières et de nature minérale ou organique.

La détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) s'effectue sur liquide brut homogénéisé suivant la norme AFNOR NF T 90-101 Détermination de la demande en oxygène (DCO)-Méthode par le bichromate de potassium ou la norme ISO 15705 (méthode ST-DCO). Dans le cas où la demande chimique en oxygène est inférieure à trente milligrammes par litre, la détermination est effectuée uniquement avec la norme ISO 15705.
Unité : mg d'O₂/L

2.2.1.4. Demande Biochimique en Oxygène sous 5 jours (DBO5)

DBO5 est la consommation d'oxygène en 5 jours à 20°C, à l'obscurité, résultant de la métabolisation de la pollution biodégradable par les microorganismes de contamination banale des eaux. Ces matières sont de nature dissoute ou particulières. Elle représente la fraction biodégradable de la DCO.

La détermination de la demande biochimique en oxygène en cinq jours (DBO5) s'effectue sur liquide brut homogénéisé selon la norme NF EN 1899-1 (indice de classement T 90-103-1) Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO).
Unité : mg d'O₂/L

Tableau N°30 Caractéristiques des Effluents Liquides de l'usine

Paramètre	Unité	Résultat		Valeur limite nationale	Méthode
		(1)*	(2)*		
FACTEURS ORGANOLEPTIQUES ET PHYSIQUES					
Couleur	-	Verdâtre	Verdâtre	Incolore	Visuelle
pH	-	4,5	5,8	6-9	Electrométrique
Conductivité	µS/cm	187	274	200	
MES	mg/l	25	70	60	NFT 90 105
FACTEURS BIOLOGIQUES					
DCO	mg O ₂ /l	395	800	150	NFT 90 101
DBO ₅	mg O ₂ /l	105	410	50	NFT 90 103
FACTEURS CHIMIQUES					
Chlorure (Cl)	mg/l	0,35	0,71	250	NFT 90 014
Nitrite (NO ₂)	mg/l	0,127	0,005	0,2	Spectrophotométrie
Nitrate (NO ₃)	mg/l	0,687	0,00	20	NFT 90 012
METAUX LOURDS					
Zinc (Zn)	mg/l	0,12	0,06	0,5	Absorption atomique
Cuivre (Cu)	mg/l	0,06	0,06	0,2	
Plomb (Pb)	mg/l	0,12	0,16	0,2	

* Résultats des échantillonnages réalisés le 09 Avril 2008 :

(1) : eau sortie d'usine (2) : eau à la surface du filtre

Source : Laboratoire de Chimie – Centre National de Recherches Industrielle et Technologique.

2.2.2. L'interprétation des résultats

Les effluents liquides ne contiennent aucune trace de solvant d'extraction. En effet, les **facteurs chimiques** et les **teneurs en métaux lourd** sont très inférieurs aux valeurs limites nationales.

Les résultats des mesures sur les **facteurs organoleptiques** et physiques sont hors des valeurs limites nationales. La **couleur** verdâtre est sûrement due aux chlorophylles dissoutes. La **conductivité** détermine par définition la teneur en sels dissous, c'est encore au niveau du bassin perdant où la concentration est élevée. Des restes de drogues épuisées accompagnent toujours les eaux de lavage. Un bassin de décantation qui est débordé chaque année, les reçoit avant d'être filtrées puis rejetées au bassin perdant. Les valeurs de **MES** confirme l'existence de beaucoup de matières en suspension surtout au niveau de la surface du bassin perdant.

Les **facteurs biologiques** sont déterminés par le **DCO** et **DBO5**. Les valeurs trouvées sont nettement supérieures aux valeurs nationales.

2.2.3. Les drogues épuisées

Les drogues épuisées issues des extractions qui s'élèvent de 2 à 3tonnes par jour sont jetées sur un terrain appartenant à l'usine. Elles sont récupérées par des paysans cultivateurs pour faire des engrains. Les drogues épuisées de feuilles de **Centella** sont les plus utilisées parce qu'elles sont facilement biodégradables.

2.3. Conclusions et suggestions

Beaucoup de valeurs sont hors normes surtout le DBO et DBO5. Ce qui nous conduit à proposer un traitement supplémentaire des eaux de rejet. Le traitement suggéré est un traitement physico-chimique.

Il s'agit d'éliminer la pollution dissoute et particulaire par action de réactifs chimiques. Ces réactifs (chaux et alumine) vont favoriser le passage de la forme dissoute des polluants à une forme particulaire insoluble dans l'eau ou à une forme gazeuse. Les matières polluantes devenues insolubles seront éliminées par décantation.

On aura ainsi deux phases :

- phase chimique : ajout des réactifs

- phase physique : séparation des solides de l'eau à traiter qui est la phase de décantation

Le traitement primaire nécessite l'installation de réacteur pour l'addition des réactifs et à une prédécantation. Le traitement secondaire qui existe déjà à l'usine, correspond à un processus de décantation des eaux usées.

3. Impact socio-économique

3.1. Etude socio-économique

Cette étude socio-économique est basée sur les enquêtes menées aux collecteurs, sous collecteurs et récolteurs de Talapetraka dans le District d'Ambatondrazaka dans le chapitre 3 § 1.1.2

La monographie d'Alaotra Mangoro nous a beaucoup aidés pendant la préparation sur la connaissance des habitants de la région.

Le questionnaire utilisé pendant les enquêtes sont dans l'annexe.

Nous verrons alors les avantages au niveau des ménages, de la Société collectrice, communaux, régionaux et nationaux. Il y a aussi les notions de prix, la création d'emploi et le cadre institutionnel de l'exploitation du ***Centella asiatica***.

3.1.1. Au niveau du ménage

3.1.1.1. Les ménages récolteurs

Les ménages récolteurs sont principalement issus de foyers pauvres qui n'ont que très peu ou pas de terrain pour la riziculture. Pour une partie des ces récolteurs, c'est leur principale activité.

D'après nos enquêtes, une femme sur trois collecte de ***Centella asiatica*** pendant la période de soudure. Une femme peut collecter en moyenne 0,5 à 1 Kg/jour de feuilles sèches assurant un revenu journalier variant de 1.000 à 2.000 Ariary.

Ce revenu quotidien permettra à chaque famille d'assurer l'achat des produits de première nécessité comme le riz, le sucre, le sel, le pétrole lampant, le café et parfois de la viande. Dans le cas d'une grande quantité de récolte, l'argent sert à l'achat de vêtements.

Cette activité occupe pendant une année la période de soudure. Presque tous les collecteurs travaillent le riz en dehors de la campagne de Talapetraka.

Certains collecteurs rencontrés prélèvent depuis plus de 20 ans ou plus comme l'IMRA, la CODIMEX. La collecte de Talapetraka a augmenté rapidement depuis 8 ans environ. Le nombre d'entreprises locales qui en collectent est d'environ 10 aujourd'hui contre 2 ou 4 il y a 10 ans. Il n'y a pas de monopoles locaux à aucun niveau. Cette augmentation de la demande s'est traduite par une augmentation du prix. L'historique des prix au niveau des récolteurs se résume dans ce tableau :

Tableau N°31 Historique des Coûts

Année	Prix d'achat aux récolteurs MGA/Kg
1976	48
1997	250
2000	1 500
2005	1 800
2008	2 000
2010	2 000-2 500

(Source enquête : au niveau des récolteurs et opérateurs)

Même s'il est difficile de comparer en terme de pouvoir d'achat, les collecteurs pensent que le Talapetraka étaient mieux rémunéré à 250 MGA/ kg en 1997. Ils basent leur comparaison sur le prix du kg de riz, qui était à 50 MGA / KG à cette époque. Cette comparaison est limitée par des facteurs macro-économiques nationaux, notamment l'inflation.

3.1.1.2. Les ménages sous collecteurs

Les ménages sous collecteurs sont généralement des épiciers ou des grossistes. Ils arrivent à collecter 100 à 300Kg/semaine de feuilles sèches de Talapetraka soit un chiffre d'affaire moyenne de 400 000Ariary/semaine. Notons qu'on compte une cinquantaine de sous collecteurs dans le District Alaotra. Ces derniers travaillent au moins pour deux entreprises locales à la fois. Le prix est fixé par celui qui commence à collecter en premier. Le prix d'achat au niveau des récolteurs est minimal à ce moment.

3.1.1.3. Les ménages collecteurs

Les ménages collecteurs sont presque tous des collecteurs de riz pendant la moisson. Ils ne collectent le ***Centella asiatica*** que pendant la période de soudure. Un collecteur arrive à collecter pendant une campagne 10 à 60tonnes de feuilles sèches, soit un revenu supplémentaire pour chaque foyer. Il n'y a aucune distinction entre collecteur migrant et autochtone. Celui qui a une balance juste est le meilleur acheteur.

Dans tous les cas, le **Centella**, est une « manne qui vient du ciel », qui permet à la population de survivre pendant la période de soudure.

3.1.2. Au niveau de la société commerciale

Dans le cas de la PRONAMA, en 2009, elle a travaillé 7 400Kg de feuilles. Cette quantité a augmenté de 10 000Kg en 2010.

3.1.3. Au niveau de la Commune

Le paiement des ristournes communales est disparate. Le montant de la ristourne communale varie de 4 à 30 MGA par kilogramme et par commune.

Chaque commune applique, suivant une grille établie issue de la réunion des conseillers municipaux, leur décision sur le montant à allouer pour chaque envoi vers le collecteur.

3.1.4. Au niveau de la Région

Le paiement des ristournes régionales se fait pour chaque envoi vers le siège. Le montant s'élève à 28MGA par kilogramme. (A Moramanga, 218Ariary/rouleau ou sac de 20Kg pour l'année 2010)

Des ponts bascules à la sortie de Vohidala et une autre à Moramanga, contrôlent le poids de chaque camion qui y passe. Le poids indiqué sur les papiers administratifs, tels que les autorisations de transports délivrés par le Service des Eaux et Forêts doit correspondre au poids effectif du camion. En outre, les quittances de paiement des ristournes communales et régionales doivent accompagner ces dossiers pour vérification. Sans ces dossiers, le camion sera mis en fourrière. Ce qui nous montre l'impossibilité de trafic au cours du transport.

3.1.5. Au niveau national

Dans le cas d'exportation, le **Centella**, quelle que soit sa forme, doit être munie d'une autorisation d'exportation et d'un certificat d'origine qui ne sont délivrés que par la constatation de stock effectué par les autorités compétentes et après présentation de la quittance de paiement des redevances à la collecte (déterminée dans la convention de collecte qui s'élève à 120 MGA/Kg en 2009) et à l'exportation (4% du montant de la facture).

3.2. Coût de production de Centella

Le coût total des charges sont représentés en pourcentage dont la répartition selon les principales composantes se présente comme suit :

Tableau N°32 Répartition des charges

Sous collecteurs		Collecteurs		Société	
<i>Intitulé</i>	<i>Répartition en %</i>	<i>Intitulé</i>	<i>Répartition en %</i>	<i>Intitulé</i>	<i>Répartition en %</i>
Achat au récolteur	84,62	Achat au sous collecteur	74,29	Achats de marchandises	72,87
Mise en sac, triage, perte de poids	2,31	Mise en sac, triage, perte de poids	10,63	Emballages	0,86
Transport	1,12	Transport	0,51	Transport	10,00
Prestation	11,96	Prestation	14,57	Charge de personnel	9,27
Ristournes communales	-	Ristournes communales	-	Ristournes communales et régionale	4,50
Autres	-	Autres	-	Autres	2,50
Total	100,00	Total	100,00	Total	100,00
Prix du kg en MGA appliqué par le sous collecteur	2 000 à 2500	Prix du kg en MGA appliqué par le collecteur	2 500 à 3 200	Prix du kg en MGA appliqué par la société	3 200 à 3 800

(Source enquête : PRONAMA, *juil. 2010*)

Chaque intitulé a été regroupé afin d'avoir un tableau facile à lire et à comprendre.

Ce sont les sous-collecteurs qui payent les ristournes communales. Mais, ils sont remboursés par le collecteur qui lui-même sera remboursé par la société.

La structure présentée dans ce tableau est la ventilation de prix appliquée à chaque niveau.

Le chiffre d'affaire prévisionnel correspond au montant des ventes de marchandises calculé à partir du produit.

L'offre de prix de vente est fixée pour chaque client, seuil permettant à la Société d'obtenir une rentabilité sur le total des dépenses engagées.

3.3. Crédation d'emploi

La tendance démographique de la région Alaotra Mangoro montre que la population active est constituée de 37% de la population totale, soit, une personne active prend en moyenne trois autres personnes en charge. Le nombre total de femmes dans la population active est de 239 000. (Source www.mape.mg Monographie Alaotra Mangoro)

Ainsi, environ 115 000 individus profitent directement de l'exploitation de la ***Centella asiatica*** dans toute la région de l'Alaotra Mangoro. Aussi, il est indispensable pour cette région de faire l'inventaire de ses potentiels et d'adopter des mesures éventuelles de mitigation.

D'après nos enquêtes une femme sur deux collecte de ***Centella*** pendant la période de soudure. Effectivement, si 50% des foyers en récoltent, on peut évaluer la potentialité de la région à 100 tonnes par an si chacun peut produire 0,5 à 1Kg/jour pendant 5mois (estimation minimale). Cela fait sans doute une grosse source de revenu pour les 100 000 personnes concernées.

3.4. Cadre institutionnel de l'exploitation du *Centella asiatica*

Le ***Centella asiatica*** est classé comme produit forestier non ligneux. La récolte et la collecte de ce produit se feront selon la réglementation en vigueur, notamment le décret du 25 janvier 1930 réorganisant le régime forestier à Madagascar, l'arrêté interministériel N° 2915/87 du 30 juin 1987 portant conduite de l'exploitation des accessoires des forêts.

En outre, ***Centella asiatica*** est soumise à des clauses et conditions spécifiques fixées par la Direction Régionale de l'Environnement et des Forêts (DREF) de la région exploitée. Ces clauses et conditions spécifiques sont mentionnées dans la convention de collecte octroyée par le DREF.

Ces dernières se résument par la détermination des zones autorisées à collecter, l'octroi de mandat pour chaque collecteur et/ou sous collecteur, la durée de validité de la convention, tous les dossiers qui permettent la circulation et l'exportation des produits.

Le paiement des redevances forestières, le paiement des ristournes aux Autorités correspondants et la redevance à l'exportation sont à la charge de l'exploitant.

3.5. Conclusion

Les enquêtes appuyées par la monographie de l'Alaotra Mangoro nous ont permis à des conclusions positives au niveau des ménages jusqu'aux avantages nationaux. La collecte de Talapetraka est l'activité principale des récolteurs pendant la période de soudure d'une part. D'autre part, cette activité est devenu supplémentaire au niveau des sous collecteurs et collecteurs parce qu'ils ont leur activité personnelle. Nous avons pu avoir la répartition des avantages dans chaque acteur de la filière.

Dans le cadre de l'Administration, les ristournes communaux, régionaux et les redevances forestières constituent les obligations de l'exploitant. L'exportation des feuilles de ***Centella asiatica*** est une source importante de devise pour l'état.

Au niveau international, aucun avantage en retour des exportations ne reçoit les pays producteurs de plantes médicinales entre autres l'Etat Malagasy. Nous suggérons de voir le partage des avantages

CONCLUSION GENERALE

Le professionnalisme des exploitants de ***Centella asiatica*** conduit à cette étude qui a abouti à la recherche et à une application de la méthode d'échantillonnage périodique. C'est la **méthode scientifique et rationnelle** qui détermine la qualité du produit. C'est un **outil de suivi** de l'évolution du titre en principe actif et contrôle du taux d'humidité qui permet de **maîtriser les étapes de la préparation du matériel végétal**. L'échantillonnage périodique appliqué par trois exploitants depuis 2004 comme base scientifique pour la récolte de feuilles assure la traçabilité des produits et permet d'avoir une qualité supérieure en termes de séchage et de teneur en principes actifs.

Le laboratoire reste un des piliers de la production d'un extrait avant, pendant et après la fabrication.

Par ses nombreuses vertus et la récente découverte du terminoloside et du madasiatique l'essor du marché ne cesse de s'accroître. Nous suggérons à mettre en application les recherches effectuées par l'IMRA concernant la culture et les essais in-vitro.

Nous avons avancé quelques suggestions à propos :

De la culture de ***Centella*** ;

De la production de produit purifié sous forme sec qui engendrera une valeur ajoutée aux exportations.

L'échantillonnage périodique peut être appliqué à toute autre plante collectée destinée à l'exportation

Cela nécessite évidemment de nouvelles installations et des recherches que nous envisageons de réaliser.

ANNEXE

Annexel. Perte en poids de la drogue



1. Nom du Produit

CENTELLA ASIATICA EXTRAIT MOU

2. Analyse - Contrôle de Production

Perte en poids de la drogue

3. Matières Premières employées

4. Procédé



Phase	Procédé
1	<p><u>Préparation de l'échantillon</u></p> <p>Faire sécher dans une étuve à 105°C pendant 15 heures, un échantillon de Centella environ 50 g dans un cristallisoir (T).</p> <p>La Perte en Poids de la drogue est :</p> $PP (\% P/P) = (Mo - M) \times 100 / (Mo - T)$ <p>Mo : Poids de Centella avant séchage et la Tare M : Poids de Centella séchée et la Tare T : Poids du cristallisoir</p> <p>La perte en poids doit être inférieure à 10%</p>

Annexell. Degré alcoolique de l'extrait



1. Nom du Produit

CENTELLA ASIATICA

2. Analyse - Contrôle de Production

Degré alcoolique de l'extrait

3. Réactifs et Matières Premières employés

4. Procédé



Phase	Procédé
1	<p><u>Préparation de l'échantillon</u></p> <p>Peser dans un ballon de 1000 ml, $m = 50$ g exactement pesé d'extrait. Ajouter 250 ml d'eau distillée, de l'anti-mousse et quelques billes de verre.</p> <p>Faire distiller la solution, et recueillir le distillat dans une fiole jaugée de 200 ml. Arrêter la distillation après l'obtention de 170 à 180 ml de distillat.</p> <p>Pendant la distillation, on veille à ce que la température du distillat soit entre 16°C et 20°C.</p> <p>Mesurer le degré alcoolique par la suite.</p>
2	<p><u>Détermination du facteur de correction Fc</u></p> <p>Prendre une vase de degré alcoolique bien sec, y placer le thermomètre adéquat. Le poser sur son support dans la balance et accrocher le pendatif bien sec dans la balance. Mesurer le pendatif à vide, soit m_p.</p> <p>Verser dans la vase de l'eau distillée à 20°C de façon à ce que le pendatif soit totalement plongé dans l'eau.</p> <p>Mesurer le poids du pendatif dans l'eau en vérifiant que la température de l'eau soit 20°C.</p> $Fc = \frac{(m_p - m_e)}{0,9982 \times 10}$

Détermination du degré alcoolique par la méthode Pendatif

Dans une vase de degré alcoolique bien sec et muni d'un thermomètre adéquat, peser le pendatif bien sec à vide (sur une balance) (m_p)

Verser dans la vase la solution à analyser de façon à ce que le pendatif soit totalement immergé dans la solution. Mesurer le poids du pendatif (m)

$$(m_p - m) \times Fc$$

$$\text{Densité de la solution à } 20^\circ\text{C} = \frac{(m_p - m) \times Fc}{0,9982 \times 10}$$

où Fc est le Facteur de correction du pendatif

La densité de la solution à $t^\circ\text{C}$ est obtenu en faisant une conversion dans la table du degré alcoolique à $t^\circ\text{C}$.

$$\text{Dégré alcoolique en V/P} = \text{densité à } t^\circ\text{C} \times 50 / M$$

Où M = poids en g de la prise d'essai

$$\text{degré alcoolique en \% P/V}$$

$$\text{Teneur en alcool absolu en \% P/P} = \frac{1,2585}{M}$$

Annexe III. Résidu sec des préconcentrés



1. Nom du Produit

CENTELLA EXTRAIT MOU

2. Analyse - Contrôle de Production

Résidu sec des préconcentrés

3. Réactifs et Matières Premières employés

4. Procédé



Phase	Procédé
1	<p><u>Préparation de l'échantillon</u></p> <p>Peser environ m_o g de préconcentré dans un ballon bouché de 250 ml préalablement taré (m_t). L'évaporer au bain marie à 70°C.</p>
2	<p><u>Détermination du Résidu sec</u></p> <p>Mettre le ballon dans l'étuve sous vide à 105°C pendant 8 h. Laisser refroidir sous vide et peser (m) :</p> $RS \% p/p = (m - m_t) \times 100 / (m_o - m_t)$ <p>m_o : Poids en g du ballon contenant le préconcentré m_t : Tare du ballon m : Poids du ballon avec le résidu sec</p>

AnnexeIV. Résidu sec de l'extrait



1. Nom du Produit

CENTELLA EXTRAIT MOU

2. Analyse - Contrôle de Production

Résidu sec de l'extrait.

3. Réactifs et Matières Premières employés

4. Procédé



Phase	Procédé
1	<p><u>Préparation de l'échantillon</u></p> <p>Peser dans un cristallisoir bien sec 5 g environ d'extrait.</p>
2	<p><u>Résidu sec de l'extrait</u></p> <p>Mettre dans l'étuve à 105°C pendant 15 h.l'échantillon pesé. Le refroidir après et peser:</p> $RS \% p/p = (m - m_t) \times 100 / (m_o - m_t)$ <p>m : Poids du cristallisoir contenant le résidu sec m_o : Poids du cristallisoir et de l'extrait m_t : Tare du cristallisoir</p>

AnnexeV. Teneur en eau (Karl Fischer) de l'extrait



1. Nom du Produit

CENTELLA EXTRAIT MOU

2. Analyse - Contrôle de Production

Teneur en eau (Karl Fischer) de l'extrait

3. Réactifs et Matières Premières employés

<u>Code</u>	<u>Réactif ou Matière première</u>	<u>Quantité</u>
13.13.20002	Méthanol desséché	200 ml
13.13.24001	Solution de Karl Fischer A	100 ml
13.13.24002	Solution de Karl Fischer B	100 ml
13.13.25002	Ditartrate de sodium anhydre	250 mg

4. Procédé



Phase	Procédé
1	<p><u>Préparation du réactif de Karl Fischer</u></p> <p>Le réactif de Karl Fischer est obtenu par le mélange de quantités égales des deux solutions : la solution de Karl Fischer A (solution méthanolique de pyridine et de dioxyde de soufre) et la solution de Karl Fischer B (solution d'iode dans le méthanol)</p>
2	<p><u>Détermination du Facteur de correction F :</u></p> <p>Dissoudre environ 0,2 g soit 200 mg exactement pesé de tartrate de sodium dihydraté dans 20 ml de méthanol anhydre . Puis titrer avec le réactif de Karl Fischer . Soit b ml le volume nécessaire pour le dosage. Ajouter 20 ml de méthanol anhydre à la solution précédente déjà titrée et titrer de nouveau avec le réactif de Karl Fischer. Soit a' ml le volume obtenu. (le titrage étant continu)</p> <p>Le volume nécessaire pour le titrage du 20 ml de méthanol anhydre est donc</p> <p>a = (a' - b), d'où :</p> $F = \frac{15,65 \times 200}{100 \times (b - a)} \text{ mg /ml}$ <p><u>Titrage de l'extrait :</u></p> <p>Peser exactement 200 mg d'extrait et le dissoudre dans 20 ml de méthanol anhydre préalablement titré; Soit c le volume en ml du réactif de Karl Fischer nécessaire pour le titrage de la solution obtenue.</p>

La teneur en eau de l'extrait est donnée par la relation :

$$\% \text{ P/P} = \frac{(c - a) \times F \times 100}{m (\text{mg})}$$

m = poids en mg de la prise d'essai

Remarque: L'appareil utilisé étant un titreur acquamétrique.



AnnexeVI. Méthode de production



Nom du Produit

CENTELLA EXTRAIT MOU

Dimensions du lot

La description des opérations suivantes est référée à la production d'un lot de 350 kg d'Extrait final.

Rendement théorique

L'extraction de $1000 \pm$ kg de Feuilles de Centella Asiatica donne $350 \pm$ kg d'Extrait de Centella .

Matières premières employées pour la fabrication de 350 kg d'Extrait de Centella

Feuilles de Centella Asiatica 1000Kg

Alcool Ethylique 20 000 litres

Le solvant utilisé doit être contrôlé au CPG

Balle de Riz 280 Kg

Machines employées:

Matière première au départ: 1.000 kg de Feuilles de Centella Asiatica (= 1 chargement)

Produit obtenu: 350 kg d'Extrait de Centella.

		1	2	3	4	5	6	7	8
Broyeur à marteaux PM01	Phase								
	Heure								
Percolateur PRC 1	Phase								
	Heure								
Percolateur PRC 2	Phase								
	Heure								
Percolateur PRC 3	Phase								
	Heure								
Percolateur PRC 4	Phase								
	Heure								
Concentrateur EV1	Phase								
	Heure								
Concentrateur EV2	Phase								
	Heure								

Liste des appareils dont il est nécessaire de vérifier l'état avant de commencer la fabrication

	Appareil	Code
	Broyeur à marteaux	PM01
	Récipients à roues	SM 1÷10
	Vis humectatrice	ET1
	Percolateurs	PRC 1÷4
	Réservoirs	R1÷7
	Préconcentrateur	EV1
	Concentrateur	EV2
	Récipients palettisés inox	SPI 1÷13
	Rectification	C1

Procédé

Broyage de la drogue

1: phase broyage

La drogue est broyée avec broyeur à marteaux **PM01** équipé d'une grille avec trous de Ø 08 mm.

La drogue (1.000kg) est mélangée avec 200kg de balle de riz

La drogue broyée est stockée dans les récipients à roues **SM 1÷10**

Chargement drogue

2 : phase chargement

Equipement d'extraction: percolateurs **PRC 1÷4**

On charge dans chaque percolateur kg 1.000 de drogue broyée. Le fond de chaque percolateur est couvert avec 40 kg environ de balle de riz.

Le chargement de la drogue est effectué à l'aide de la vis humectatrice **ET1**.

Avant le chargement on prélève un échantillon de drogue (100 g environ) pour contrôles éventuels des matières premières.

Extraction de la drogue.

Solvant d'extraction: alcool éthylique.

Température d'extraction: 70÷74°C

3A: phase de chargement de l'alcool éthylique;

Le chargement du solvant est complété jusqu'au volume de 4.000 litres à chaud. Le temps nécessaire pour le remplissage du percolateur est de 5 heures.

3B: phase de percolation;

Pour chaque percolateur on fait 8 percolations avec 20.000 litres de solvant pour chaque percolation (vitesse de percolation 800 litres/heure). Tous les percolats sont envoyés au réservoir **SR3/4** et après à la préconcentration dans **EV1**.

3C: phase d'égouttage;

Quand le passage de 20.000 litres de solvant est achevé le percolateur est laissé en phase d'égouttage par gravité pendant 2 heures environ. Le solvant égoutté est envoyé au réservoir **SR2**. Normalement, sont égouttés environ 3.250 litres de solvant.

On prélève un échantillon de drogue épuisée avant son traitement avec vapeur direct.

Distillation de la drogue épuisée.

4 : phase distillation drogue épuisée

La drogue épuisée est distillée par entraînement à la vapeur direct à la pression de 3 atm pour récupérer le solvant imbibé dans la drogue. Le distillat est envoyé dans les réservoirs **SR6** et **SR7**. Durée de opération: 2,5÷3,5 heures (absence d'alcool dans le dernier distillat D.A= 0%).

La drogue épuisée et distillée est déchargée dans les récipients **SP 1÷5** et envoyée à la destruction.

Pour chaque percolateur, on vérifie :

Le temps de distillation drogue et le volume distillat récupéré.

Le solvant distillé bas degré est envoyé à la rectification.

Préconcentration.

5A: Préconcentration dans **EV1**;

Chaque percolat (8.000 litres de solvant correspondants à 1.000 kg de drogue) sera envoyé dans l'évaporateur **EV1**.

Le percolat, filtré avec filtre à sac, est concentré jusqu'à 500Kg dans les conditions suivantes:



- vapeur: 0,5 atm
- température de distillation: $\leq 60^\circ\text{C}$
- pression sous vide: -0,8 bar
- temps de distillation : en fonction du volume

5B: Préconcentration dans **EV2**;

500Kg de préconcentré de EV1, filtrés dans filtre à cartouche 5μ , sont concentrés dans **EV2** jusqu'à kg 250 env. dans les conditions suivantes:

- eau chaude dans la double enveloppe de **EV2** à 60°C
- température de distillation: $\leq 40^\circ\text{C}$
- sous vide: -0,8 bar
- temps de distillation: 0,5 heures

Les préconcentrés sont déchargés dans les récipients palettisés inox **SPI 1+13**.

On prélève un échantillon pour le laboratoire de Contrôle de Qualité à soumettre aux contrôles suivants:

- résidu sec
- Titre Asiaticoside
- Titre Madecassicoside
- Titre Acide Asiatique
- Titre Acide madecassique

Texte étiquette échantillons:

CENTELLA	FAB. N.
Préconcentré de EV2	kg
Charg. N.	Percolateur

Concentration finale.

Attendre le résultat du laboratoire pour la confirmation de la méthode et d'autres préconcentrés pour avoir la quantité suffisante de sec

6A: Distillation de l'alcool dans **EV2**;

Dans EV2 sont chargés un nombre suffisant de préconcentrés pour obtenir 350 kg d'extrait final. On distille jusqu'à un résidu sec environ 82% (le relais thermique saute). Les conditions de distillation sont les suivantes:

- température: < 55°C
- sous vide: -0,8 bar
- eau chaude dans double enveloppe à 60°C

6B: Préparation de l'extrait

On ajoute une quantité d'alcool éthylique et d'eau nécessaire pour avoir un extrait de RS 70% et à 5+10% d'alcool. On homogénéise aux conditions suivantes:

- sans vide
- température: < 40°C
- eau chaude dans double enveloppe à 40°C
- durée: 3heures

Avant le déchargement du produit on prélève un échantillon pour le contrôle du RS.

6C: Déchargement du produit fini;

Après homogénéisation le produit est déchargé dans les fûts prévus pour l'expédition de l'extrait. Chaque fut ne doit pas contenir plus de 55 kg de produit.

Durant le déchargement du produit on prélève un échantillon qui est envoyé au

Laboratoire de Contrôle de Qualité

Analyse:

On prélève un échantillon pour le laboratoire de Contrôle de Qualité à soumettre aux contrôles suivants:

- résidu sec
- Titre Asiaticoside
- Titre Madecassicoside
- Titre Acide Asiatique
- Titre Acide madecassique
- degré alcoolique
- teneur en eau

Texte étiquette échantillons:

CENTELLA ASIATICA EXTRAIT MOU
FAB. N /n-lot.
CONCENTRE FINAL kg
Tonnelet N.

Provenance

Atelier de Production

Le **Centella** Extrait Mou est un produit obtenu par extraction à l'alcool éthylique des feuilles broyées de **Centella Asiatica**.

AnnexeVII. Fiche d'enquête

Questionnaire – Enquête sur *Centella asiatica*

A. Sujet abordés lors des entretiens

- Quel est le profit socio-économique des collecteurs et le statut économique de la plante ?
- Quel rôle ont les collecteurs sur la conservation de la plante ou de son milieu ?
- Comment est défini le prix d'achat aux récolteurs, sous collecteurs et collecteurs ?
- Comment les vendeurs répondent aux demandes de qualité des acheteurs ?

B. Grille d'entretien

Sujets abordés lors des entretiens auprès des acteurs de la filière (autre que collecteurs) :

1. Principes généraux qui guident les opérations d'approvisionnement (quelles sont les priorités ? Comment ont-elles évoluées?)
2. Biodiversité et conservation
3. Organisation interne de l'approvisionnement (existence d'un service centralisé au niveau de l'entreprise, bureaux d'achat en région...)
4. Prix
5. Qualité
6. Géographie actuelle de la base d'approvisionnement (poids relatif des grandes régions ou principaux fournisseurs, évolutions...)
7. Principaux changements intervenus dans la taille du réseau d'approvisionnement (nombre de fournisseurs, part des 10 premiers...)
8. Critères de sélection d'une nouvelle zone en tant que source d'approvisionnement
9. Critères de sélection et d'évaluation des fournisseurs (services fournis, capacité de production...)
10. Modes de relations développés avec les fournisseurs.
11. Critères d'exclusion d'un fournisseur du réseau d'approvisionnement
12. Mode d'évaluation des performances des acheteurs.

1. Principes généraux qui guident les opérations d'approvisionnement

Des Collecteur et sous collecteurs

- Grandes évolutions de la stratégie d'approvisionnement
- Lien avec la stratégie de vente

Quand et comment avez-vous commencé la collecte de **Centella** ?

Est-ce que vous la faites régulièrement (tout les ans) depuis cette date ?

Combien de personnes travaillent pour vous ou sont dans votre réseau de collecte (sous collecteurs...) ?

Y a-t-il d'autres activités à part la collecte de **Centella** ? A quelle période de l'année ?

Des Récolteurs

Y a-t-il d'hommes qui collectent de **Centella** ?

Combien de femmes en % collecte le **Centella** dans votre Fokontany ?

Qui achète votre produit ? Comment ? A combien ?

Combien de Kilo de feuilles sèches pouvez-vous préparer par jour ?

Y a-t-il d'autres activités à part la collecte de **Centella** ? A quelle période de l'année ?

2. Biodiversité et conservation

Par les récolteurs, sous collecteurs, collecteurs:

Est-ce qu'il y a des méthodes de collecte ?

Quelle est votre zone d'approvisionnement habituelle ?

Pouvez-vous la dessiner sur une carte ? Géographie actuelle de la base d'approvisionnement : évolutions et causes

A qui appartiennent ces zones ? (Votre propriété, le **Centella** présent seulement là, autre travail à coté...)

Si vous ne récoltez pas assez sur cette zone, pouvez-vous vous approvisionner ailleurs ? Avez-vous prospecté d'autres zones ?

Que savez-vous sur cette plante :

- Biologie, (mode de reproduction)
- Ecologie/milieu (zone de pousse)
- Avez-vous déjà vu des fleurs ou des graines, à quelle période ?

Comment savez-vous quand il faut collecter (dans l'année, dans la semaine, dans la journée) ?

Comment savez-vous si une plante est bonne pour la collecte (aspect et taille feuille, taux principe actif) ?

Y a-t-il un signal particulier (écologique, taille feuille, technique)

Est-ce que vous pourriez collecter plus ? Pourquoi, comment ?

Est-ce que des actions particulières sont menées pour :

- Optimiser la collecte (ex. désherber, fertilisant)
- Augmenter la collecte (plus de plantes, feuilles plus charnues, augmenter le taux de principe actif, régénération des plantes...) ?

Depuis que vous collectez, avez-vous remarqué :

- Une augmentation ou diminution de la quantité de plante (biomasse) ?
- Une présence régulière de **Centella** sur la zone de collecte ?

3. Prix

Par les récolteurs, sous collecteurs, collecteurs:

Combien d'heures par jour ou semaine en moyenne une personne collecte ?

Quelle quantité de feuille collectez-vous par jour/semaine ?

Où sont vos points de collectes ? Combinez-vous cette activité avec d'autres ?

Qui fixe le prix d'achat aux collecteurs et le prix de vente à vos clients ?

Est-ce le même prix partout ? Pourquoi ?

Pouvez-vous le négocier ?

Quels sont vos arguments de négociation (quantité, qualité, livraison, séchage...) ?

Est-ce que vous payez des taxes communales, Eaux et Forêts ? Comment se passe le paiement (avance, comptant, jour, semaine...) ?

Est-ce que vous tenez un cahier de suivi de votre collecte ?

Quel est le profil de vos collecteurs, sous collecteurs ? Chez les paysans, à qui reviennent les revenus de la collecte ? A quoi servent-ils ?

Que représentent les revenus de **Centella** dans leur revenu ?

A quel prix vous achetez les matières sèches aux collecteurs ? Quels sont vos autres coûts de production (transport, séchage...)

Combien coûte la redevance/kg dans la commune et région de collecte ?

Combien coûte la ristourne/kg alloué aux communes ?

Y'a-t-il d'autres taxes, primes pour faciliter les affaires... ?

Quelle quantité de matière vous pouvez réunir en une semaine ?

4. Qualité

Récolteurs et Sous collecteurs

Y-a-t-il de critère particulier sur la qualité des produits à livrer ? Lesquels ?

Que faites vous pour saisir ces critères ?

Dans le cas de non-conformité, que faites-vous ?

Dans le cas de non-conformité, que fait le sous collecteur ?

Collecteur

Quelles sont vos demandes de qualité (poussière, séchage, taux de principe actif) ? Y a t il une technique de collecte particulière (Description du geste) ?

Est-ce que la demande de qualité change selon vos acheteurs ?

Comment contrôlez-vous la qualité ?

- Couleur feuille
- Humidité
- Longueur pétiole
- Propreté des feuilles
- Présence corps étrangers

Quelles actions menez-vous pour améliorer la qualité (séchage, triage, mode de collecte...) ?

Avez-vous reçu une formation sur la qualité de la collecte ? Par qui, comment ?

Que faites vous si la qualité n'est pas bonne ?

Savez-vous à qui revend votre acheteur (et à quel prix)

Savez-vous quelles entreprises achètent cette plante ?

Savez-vous, au final, à quoi sert plante ?

Quels sont les risques sur la plante (malade, temps, pluie) : Quantité, qualité ? Qu'est ce qui peut vous poser comme problème pour la collecte ?

5. Filière

Pronama

A qui achetez-vous ? (Types de fournisseurs utilisés (récoltants, épiciers, sous collecteurs, collecteurs...) ?

Nombre total de fournisseurs (évolution depuis 10 ans) à N-1

A qui vendez-vous votre collecte ? Pourquoi ?

Comment suivre l'origine d'un produit ?

Y a-t-il une compétition entre intermédiaires pour l'achat des plantes (pourquoi ?)

Y a-t-il une compétition entre collecteurs pour la collecte dans le champ ?

Est-ce vous livrez, ou quelqu'un vient chercher la marchandise ?

- Critères de sélection et services attendus (qualité, quantité, respect délais),
- Critères d'exclusion d'un fournisseur

Allez-vous continuer la collecte ?

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

Articles :

- 1 ALLEGRAZ., POLLARI G. ; CRISCUOLO A. ; BONIFACIO M. ; TABASSI D. 1981, *Centella asiatica* extract in venous disorders of the lower limbs, Clin. Ter.; 99,507-513.
- 2 BECHAUX S., EGASSE-BROCA I., FILBET M., GALLAY I., ROUDIL F., ROSTAIN G., TOUBEL G., TACK B. 2006, Etude de l'intérêt en monothérapie d'une émulsion hydratante Cytolac à base de *Centella asiatica* dans la composante rétentionnelle, inflammatoire et cicatricielle de l'acné modérée, Nouv. Dermatol., 25,671-674.
- 3 BOITEAU P. 1918, Hydrocotyle abyssinica Gandoyer in Bull Soc. Bot. de France LXV, 32-34.
- 4 BOITEAU P. 1924, *Centella floridana*, Nannfurt in Svensk Bot. Tidoka XVIII, 411-412.
- 5 BOITEAU P. , CHANEZ M. 1967, Isolement d'un nouvel acide triterpénique de *Centella asiatica* (L.) Urb. De Madagascar : L'acide madécassique, C.R. Acad. Sei., 264,407-410.
- 6 BOITEAU P., RAKOTO RATSIMAMANGA A. 1949, Contribution à l'étude des propriétés antituberculeuses de l'oxyasiaticoside (dérivé hydrosoluble de l'asiaticoside extrait de *Centella asiatica*), C. R. Acad. Sc., 228,1165-1167.
- 7 BOITEAU P., RATSIMAMANGA A. R. 1956, Asiaticoside extracted from *Centella asiatica* and its therapeutic uses in cicatrization of experimental and refractory wounds (leprosy, cutaneous tuberculosis and lupus), Therapie, 11,125-149.
- 8 BONTEMS J. 1942, Sur un hétéroside nouveau : l'asiaticoside, isolé à partir d'*Hydrocotyle asiatica* (ombellifères), Gazette Med. Madagascar, 15,29-34.
- 9 BUNPO P., KATAOKA K., ARIMOCHE H., NAKAYAMA H., Kuwahara t., VINIKETKUMNUEN U., OHNISHI Y. 2005, Inhibitory effects of Asiatic acid and CPT-11 on growth of HT-29 cells. J. Med Invest., 52,65-73.
- 10 BUNPO P., KATAOKA K., ARIMOCHE., NAKAYAMA H., KUWAHARA T., BANDO Y., IZUMI K., VINITKETKUMNUEN U., OHNISHI Y. 2004, Inhibitory effects of *Centella asiatica* on azoxymethane-induced aberrant crypt focus formation and carcinogenesis in the intestines of F344 rats, Food chem. Toxicol., 42, 1987-1997.
- 11 CHENG C.L., KOO M.W. 2000, Effects of *Centella asiatica* on ethanol induced gastric mucosal lesions in rats, Life Sci., 67,2647-2653,
- 12 CHO C.W., CHOI D.S., CARDONE M.H., KIM C.W., SINSKEY A.J., RHA C., 2006, Glioblastoma cell death induced by Asiatic acid, Cell. Biol. Toxicol., 22,393-408.
- 13 DUBEY V.S., BHALLA R., LUTHRA R. 2003, An overview of the non-mevalonate pathway for terpenoid biosynthesis in plants, J. Biosci., 28,637-646.

- 14** GAO J., CHEN J., TANG X., PAN L., FANG f., XU L., ZHAO X., XU Q. 2006. Mechanism underlying mitochondrial protection of Asiatic acid against hepatotoxicity in mice, *J. Pharm. Pharmacol.*, 58,227-233.
- 15** GAO J., HUANG F., ZHANG J., ZHU G., YANG M., XIAO P. 2006, Cycloartane triterpene saponins from *Actaea asiatica*, *J. Nat. Prod.*, 69, 1500-1502.
- 16** GNANAPRAGASAM A., YOGEETA S., SUBHASHINI r., EBENEZAR K.K., SATHISH V., DEVAKI T. 2007, Adriamycin induced myocardial failure in rats : protective role of *Centella asiatica*, *Mol. Cell. Biochem.*, 294,55-63.
- 17** GRIMES C. 1939, Le traitement de la lèpre par l'Hydrocotyle, *Bull Soc. Pathologie exotique*, 6,692.
- 18** GUO J.S., CHENG C.L., KOO M.W. 2004, Inhibitory effects of *Centella asiatica* water extract and asiaticoside on inducible nitric oxide synthase during gastric ulcer healing in rats, *Planta Med.*, 70,1150-1154.
- 19** HAMAL I.A. et KOUL A.K. 1989, Taxonomic position of *Centella asiatica* (L.) Urban., *Proc. Indian Acad Sci. Pl. Sc.*, 99, 363-368.
- 20** HSU Y.L., KUO P.L., LIN L.T., LIN C.C. 2005, Asiatic acid, a triterpene, induces apoptosis and cell cycle arrest through activation of extracellular signal-regulated kinase and p38 mitogen-activated protein kinase pathways in human breast cancer cells, *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 313,333-344.
- 21** HUANG Y.H., ZHANG S.H., ZHEN R.X., XU X.D., ZHEN Y.S. 2004, Asiaticoside inducing apoptosis of tumor cells and enhancing anti-tumor activity of vincristine, *Ai Zheng.*, 23,1599-1604.
- 22** HUSSIN M., ABDUL-HAMID A. MOHAMAD S. SAARI N.,BEJO M.H. 2007, Protective effect of *Centella asiatica* extract and powder on oxidative stress in rats, *Food Chemistry*, 100,535-541.
- 23** KIM S.R., KOO K.A. LEE M.K. PARK H.G. JEW S.S., CHA K.H., KIM Y.C. 2004, Asiatic acid derivatives enhance cognitive performance partly by improving acetylcholine synthesis, *J. Pharm Pharmacol.*, 56, 1275-1282.
- 24** LEE M.K., KIM S.R., SUNG S.H., LIM D., KIM H. CHOI H., PARK H.K., JE S., KI Y.C. 2000, Asiatic acid derivatives protect cultured cortical neurons from glutamate-induced excitotoxicity, *Res. Commun. Mol. Pathol. Pharmcol.*, 108, 75-86.
- 25** LIU M.R., HAN T., CHEN Y., QIN L.P., ZHENG H.C., RUI Y .C. 2004, Effect of madecassoside on depression behavior of mice and activities of MAO in different brain regions of rats, *Zhong Xi Yi Jie Xue Bao*, 2, 440-444.
- 26** LOISEAU A., THERON E., BUCHE P., SIRVENT A., GIRARD F ; 2001, Evidencing The anti microbial properties of *Centella asiatica*, Monographie interne Bayer Santé Familiale, Division Serdex (communication personnelle).
- 27** MAQUART F.X. , CHASTANG F., SIMEON A., BIREMBAUT P., GILLERY P., WEGROWSKI Y. 1999, Triterpenses from *Centella asiatica* stimulate extracellular matrix accumulation in rat experimental wounds, *Eur. J Dermatol*, 9,289-296.
- 28** MOHANDAS RAO G., MUDDANNA RAO S., GURUMADHVA RAO S; 2006, *Centella asiatica* (L) leaf extract treatment during the growth spurt period enhances hiCA3 neuronal dendritic arborization in rats, *Evid. Based Complement Alternat. Med.*, 3,349-357.

- 29** MOOK-JUNG I., SHIN J.E., YUN S.H., HUH K., KOH J.Y., PARK H.K., JEW S.S., JUNG M.W. 1999, Protective effects of asiaticoside derivatives against beta-amyloid neurotoxicity, *J. Neurosci. Res.*, 58,417-425.
- 30** PARK B.C., PAEK S.H., LEE Y.S., KIM S.J., LEE E.S., CHOI H.G., YONG C.S., KIM J.A. 2007, Inhibitory effects of Asiatic acid on 7,12-Dimethylbenz(a)anthracene and 12-O-Tetradecanoylphorbol 13-Acetate-Induced Tumor Promotion in Mice, *Biol. Pharm. Bull.*, 30,176-179.
- 31** PINHAS H. 1969, Structure de l'acide madasiatique, nouvel acide triterpénique isolé de ***Centella asiatica***, *Bull.Soc.Chim.Fr.*,10-3592-3595.
- 32** PINHAS H., BILLET D., HEITZ S., CHAIGNEAU M.1967. L'acide madecassique, principe actif du ***Centella asiatica***, *Bull; Soc. Chim*, 6,1890-1896.
- 33** POLONSKY J. 1951, Sur la constitution chimique de l'asiaticoside et notamment de l'acide asiatique. Rattachement de l'acide asiatique à la série de l'alpha-amyrine, *C.R. Acad. Sci.*, 233,671-673.
- 34** POLONSKY J., SACH. E., LEDERER E. 1959, Sur la constitution chimique de la partie glucidique de l'asiaticoside, *Bull. Soc. Chim. France*, 6,880-887.
- 35** SAMPSON J.H., RAMAN A., KARLSEN G., NAVSARIA H., LEIGH I.M. 2001, In vitro keratinocyte antiproliferant effect of ***Centella asiatica*** extract and triterpenoid saponins, *Phytomedicine*, 8,230-235.
- 36** SATAKE T., KAMIYA K., AN Y., OISHI T., YAMAMOTO J. 2007, The anti-thrombotic active constituents from ***Centella asiatica***, *Biol. Pharm. Bull.*, 30, 935-940.
- 37** SHUKLA A., RASIK A. M., DHAWAN B. N. 1999, Asiaticoside-induced elevation of antioxidant levels in healing wounds, *Phytother. Res.*, 13,50-54.
- 38** SOUMYANATH A., ZHONG Y.P., GOLD S. A., YU X., KOOP D.R., BOURBETTE D., GOLD B.G. 2005, ***Centella asiatica*** accelerates nerve regeneration upon oral administration and contains multiple active fractions increasing neurite elongation in vitro, *J. Pharm.Pharmacol.*, 57, 1221-1229.
- 39** SUBATHRA M., SHILA S., DECI M.A., PANNEERSELVAM C. 2005, Emerging role of ***Centella asiatica*** in improving age-related neurological antioxidant status, *Exp. Gerontol.*, 40, 707-715.
- 40** VATTANAJUN A., WATANABE H., TANTISIRA M.H., TANTISIRA B. 2005, Isobolographically additive anticonvulsant activity between ***Centella asiatica***'s ethyl acetate fraction and some antiepileptic drugs, *J. Med. Asso. Thai.*, 88,131-140.
- 41** VATTANAJUN A., WATANABE H., TANTISIRA M.H., TANTISIRA B. 2005, Isobolographically additive anticonvulsant activity between ***Centella asiatica***'s ethyl acetate fraction and some antiepileptic drugs, *J. Med. Asso. Thai.*, 88,131-140.
- 42** WIJEWERA P., ARNASON J.T., KOSZYCKI D., MERALI Z. Evaluation of anxiolytic properties of Gotukola (***Centella asiatica***) extracts and asiaticoside in rat behavioral models 2006, *Phytomedicine*, 13,668-676.
- 43** YOOSOOK C., BUNYAPRAPHTSARA N., BOONYAKIAT Y., KANTASUK C. 2000, Anti-herpes simplex virus activities of crude water extracts of Thai medicinal plants, *Phytomedicine*, 6, 411-419.

- 44 YOSHIDA M., FUCHIGAMI M., NAGAO T., OKABE H., MATSUNAGA K., TAKATA J., KARUBE Y., TSUCHIHASHI R., KINJO J., MIHASHI K., FUJIOKA T. 2005, Antiproliferative constituents from Umbelliferae plants VII. Active triterpenes and rosmarinic acid from *Centella asiatica*, Biol. Pharm. Bull. 28, 173-175.
- 45 ZAIDAN M.R., NOOR RAIN A., BADRUL A.R., ADLIN A. , NORAZAH A., ZAKIAH I. 2005, In vitro screening of five local medicinal plants for antibacterial activity using disc diffusion method, Trop. Biomed., 22,165-170.

OUVRAGES/THESES :

- 46 BOITEAU P. et ALLORGE-BOITEAU L. 2003, Fiches et plantes médicinales de Madagascar, cd rom ;
- 47 BOITEAU P., PASICH B., RAKOTO RATSIMAMANGA A. 1964. Les triterpénoides en physiologie végétale et animale, éd ; Gauthier Villars, Paris, 1370 pp.
- 48 CABANIS (Y), CABANIS (L), CHABOIS (F). –Végétaux et groupements végétaux de Madagascar et des Mascareignes.-Edition BDPA, 1969. -389p.
- 49 DUSSART I. 1987, Hydrocotyle (*Centella asiatica* L.), principe actif du madécassol, thèse pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie, Lille.
- 50 GUIGNARD J.L. 1989, Abrégé de botanique, éd. Masson, 167-169.
- 51 GUIGNARD J.L. et DUPOND F. 2004, Botanique systématique moléculaire 13ème édition, éd. Masson, 237-238.
- 52 INIGES C., 1996, ***Centella asiatica*** "L'herbe aux tigres" aux mille vertus, Thèse pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie, Amiens, 65pp.
- 53 MADAUS G. 1938, Lehrbuch der biologischen Heilmittel, éd. Geord Thieme Verlag Leipzig, II.
- 54 MAGHAMI (P). 1979 –Culture et cueillette des plantes et la santé : les plantes médicinales.- Edition Hachette, – 218p.
- 55 PERNET (R).,1964, Pharmacopée de Madagascar. 321p.
- 56 POLONSKY J. 1953, Constitution chimique de l'acide asiatique, aglycone de l'asiaticoside, Thèse de doctorat en sciences physiques, Paris, 155 pp.
- 57 RABEZANDRINA (R)., 1981, « Introduction à l'étude des productions végétales malgaches ».
- 58 RAHANDRAHA T., CHANEZ M., P. BOITEAU et S. JACQUARD 1963 ann pharm. Fr 21 N°7,8 561pp
- 59 RAHARISON RAMIARAMANA E., 1980-1983, Contribution à l'étude du ***Centella asiatica*** de Madagascar "TALAPETRAKA", 96p.
- 60 RAJOELINA A., 2007, Apport des travaux d'un éminent scientifique malgache Albert Rakoto Ratsimamanga aux applications thérapeutiques et cosmétologiques de ***Centella asiatica*** (Apiacées), Thèse pour le Diplôme d'état de Docteur en pharmacie.
- 61 RAKOTO RATSIMAMANGA (A), BOITEAU (P), MOUTON (M). 1969, Eléments de pharmacopée malgache.
- 62 RAKOTOARIMINO (J)., 1980, Cours de biologie végétale.
- 63 RAZAFINDRASOA L. 1983, ***Centella asiatica*** Linn. (Urb.) en phytothérapie étude bibliographique, Thèse pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie, Nantes, 106 pp.
- 64 VIDAL, Le dictionnaire 2007, 83^{ème} édition, éd. OJD Annuaires et guides, 255 pp. sans annexes.

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE.....	a
LISTE DES ABREVIATIONS.....	b
LISTE DES TABLEAUX	d
LISTE DES GRAPHES.....	f
LISTE DES PHOTOS.....	f
INTRODUCTION.....	1
Chapitre 1 Etudes bibliographiques antérieures sur <i>Centella asiatica</i>	2
1. Botanique.....	2
1.1. Dénomination	2
1.2. Morphologie et physiologie	2
1.2.1. Appareil végétatif	2
1.2.1.1. Port.....	2
1.2.1.2. Tiges	2
1.2.1.3. Feuilles	3
1.2.1.4. Racines	3
1.2.2. Appareil reproductive	3
1.2.2.1. Fleurs	3
1.2.2.2. Fruits	4
1.2.2.3. Graines.....	4
1.2.3. Espèces et Variétés	4
2. Ecologique	5
2.1. Répartition géographique.....	5
2.2. Répartition malgache	6
2.3. Exigences climatiques	7
2.3.1. La température.....	7
2.3.2. L'eau	7
2.3.3. La lumière	8
2.4. Les exigences édaphiques.....	8
2.5. Le sol	8
2.6. Les besoins en éléments fertilisants.....	8
3. Découverte des constituants chimiques	9
3.1. Historique des découvertes	9
3.2. Les terpénoïdes, composants actifs de <i>Centella asiatica</i>	9
3.3. Biogénèse	9

3.4. Les composants actifs de <i>Centella asiatica</i>	13
3.5. « Autres composants »	15
4. Aspects pharmacologiques	16
4.1. Usages traditionnels dans le monde et à Madagascar	16
4.3. Propriétés antitumorales	17
4.4. Effets sur le SNC (Système Nerveux Central)	18
4.5. Propriétés antioxydants.....	20
4.6. Propriétés antimicrobiennes.....	22
4.7. Propriétés antimicrobiennes.....	23
4.8. Autre propriété	23
Chapitre 2 La filière Talapetraka.....	24
A. Feuilles séchées	24
1. Première forme de l'exportation	24
1.1. La collecte de feuilles de Talapetraka	24
1.1.1. Enquêtes : Société enquêtée	24
1.1.2. Enquêtes Fokontany	25
1.2. Fiche technique de <i>Centella asiatica</i>	27
1.2.1. Les critères de qualité	27
1.2.1.1. Du point de vue communauté.....	27
1.2.1.2. Du point de vue laboratoire (chimique)	27
1.2.2. Les contrôles qualité	29
1.2.3. La traçabilité des produits	29
1.2.4. Rôles des entités/ intervenants concernés par la collecte	31
1.2.4.1. Paysans récolteurs.....	31
1.2.4.2. Sous collecteurs	32
1.2.4.3. Collecteurs	33
1.2.4.4. Opérateurs	34
1.2.4.5. Les débouchés/ les destinataires.....	35
2. Importance de l'échantillonnage périodique	35
2.1. La méthode des quarts.....	35
2.2. Formation des échantilleurs	35
2.3. Résultat du CIRAD	35
2.4. Tableau des échantillons de feuilles de Talapetraka	37
2.5. Interprétation des résultats	38
2.5.1. Perte en poids.....	38
2.5.2. Les titres en principe actif.....	39

2.5.3. La traçabilité des produits	39
2.5.4. La communication dans la collecte.....	40
2.6. Tableau de livraison des feuilles de <i>Centella</i>	40
3. Perspectives	40
4. Conclusion	41
B. Extrait mou	42
1. La seconde forme d'exportation de <i>Centella asiatica</i>	42
1.1. Etudes théoriques	42
1.1.1. Extraction Solide-Liquide.....	42
1.1.2. Méthodes d'extraction	43
1.1.3. Techniques	44
1.1.4. Appareillages	44
1.1.5. Extracteurs fonctionnant par percolation	45
1.1.6. Colonne de distillation	45
1.2. La transformation industrielle de <i>Centella asiatica</i>	47
1.2.1. Historique de la Société	47
1.2.2. Présentation de l'usine	49
1.2.3. Les matières premières.....	50
1.2.4. Le Process	54
1.2.4.1. Aperçu générale de la production.....	54
1.2.4.2. Le broyage de matière première.....	55
1.2.4.3. La percolation.....	55
1.2.4.4. La distillation des drogues épuisées	58
1.2.4.5. Les concentrations	58
1.2.4.6. La préparation de l'extrait et les conditionnements	61
2. Analyses : contrôle de qualité.....	61
Chapitre 3 Résultats et discussions.....	63
1. Application des échantillonnages périodiques à la récolte de feuilles de <i>Talapetraka</i>	
63	
1.1. Fournisseur F1	63
1.2. Fournisseur F2	71
1.3. Conclusion	72
2. Résultats d'une fabrication d'extrait mou de <i>Centella asiatica</i>	74
2.1. Feuilles	74
2.2. Extrait.....	75
2.2.1. Contrôle préconcentrés de EV2 et drogues épuisées.....	75

2.2.2. Résultat des extraits.....	78
2.2.3. Traçabilité des produits	80
2.2.3.1. De la feuille aux extraits.....	80
2.2.3.2. Traçabilité à l'usine	80
2.2.4. Consommations	82
2.2.5. Conclusions	84
Chapitre 4 Impact environnemental et socio-économique de la filière	86
1. Impact environnemental sur la collecte.....	86
1.1. Conservation de la biodiversité	86
1.1.1. La culture de <i>Centella</i>	86
1.1.1.1. La préparation du sol.....	87
1.1.1.2. Semis	87
1.1.1.3. Résultats attendus.....	87
1.1.2. Conclusion	87
1.1.3. Conservation de l'environnement : devoir et obligation des exploitants	87
2. Impact environnemental de la Société transformatrice	88
2.1. La prise d'eau à la rivière de Matsiatra.....	88
2.2. Traitement des eaux résiduaires de l'usine	88
2.2.1. Quelques définitions.....	88
2.2.1.1. Conductivité :.....	88
2.2.1.2. Les matières en suspension (MES)	89
2.2.1.3. Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	89
2.2.1.4. Demande Biochimique en Oxygène sous 5 jours (DBO5).....	89
2.2.2. L'interprétation des résultats	91
2.2.3. Les drogues épuisées	91
2.3. Conclusions et suggestions.....	91
3. Impact socio-économique	92
3.1. Etude socio-économique.....	92
3.1.1. Au niveau du ménage	92
3.1.1.1. Les ménages récolteurs	92
3.1.1.2. Les ménages sous collecteurs.....	93
3.1.1.3. Les ménages collecteurs	93
3.1.2. Au niveau de la société commerciale	94
3.1.3. Au niveau de la Commune	94
3.1.4. Au niveau de la Région	94
3.1.5. Au niveau national.....	94

3.2.	Coût de production de <i>Centella</i>	95
3.3.	Création d'emploi	96
3.4.	Cadre institutionnel de l'exploitation du Centella asiatica	96
3.5.	Conclusion	97
CONCLUSION GENERALE		98
ANNEXE		99
AnnexeI.	Perte en poids de la drogue	i
AnnexeII.	Degré alcoolique de l'extrait	iii
AnnexeIII.	Résidu sec des préconcentrés	vi
AnnexeIV.	Résidu sec de l'extrait	viii
AnnexeV.	Teneur en eau (Karl Fischer) de l'extrait.....	x
AnnexeVI.	Méthode de production.....	xiii
AnnexeVII.	Fiche d'enquête.....	xx
BIBLIOGRAPHIE.....		A
TABLE DES MATIERES		F

Nom et prénom : RAKOTOJAONA Andrianasolo Nirina

Titre : « La filière Talapetraka : des doigts des paysans récolteurs aux palans des exportateurs »

Adresse : Lot 170 AB ter /III Ambohimamory Antananarivo 102

Mail : nina.rakotojaona@yahoo.fr

Téléphone : +261 33 12 159 60 ; +261 34 41 140 00 ; +261 32 82 186 46

RESUME

« Comment, quand pourrait on avoir des feuilles de *Talapetraka* de bonne qualité pour satisfaire la demande locale et à l'exportation ? », c'est l'objectif de ce mémoire.

La bibliographie sur les études antérieures nous présente ce que le ***Centella asiatica***, les principes actifs qu'il renferme et ses propriétés pharmacologiques.

La filière *Talapetraka* commence « aux doigts des récolteurs » et aboutis « aux palans des exportateurs ». Une préparation appropriée des feuilles répond au comment de notre objectif et permet de livrer de produit sain et de meilleur qualités. Ces derniers seront destinés soit à une vente locale pour la production d'extrait mou, soit à une vente à l'exportation.

La recherche et l'application de « la méthode d'échantillonnage périodique » détermine la qualité du produit. C'est la **méthode scientifique, rationnelle et outil de suivi** de l'évolution du titre en principe actif et contrôle du taux d'humidité. Elle permet de **maîtriser les étapes de la préparation du matériel végétal**. Le classement adéquat des produits définit la traçabilité de chaque lot. La connaissance des zones de collecte et le classement adéquat des produits définissent **la traçabilité de chaque lot**. La création de PRONAMA, Société exportatrice de plantes médicinales et aromatiques est le fruit de ce mémoire.

Les descentes sur terrain nous a permis *une évaluation des impacts environnemental et socio-économique de la filière*. A partir de ces résultats nous avons pu déduire l'avenir de la filière et avons pu avancer quelques suggestions.

ABSTRACT

“How, when we could have good quality of *Talapetraka* leaves to satisfy local demand and export?” is the objective of this report.

The literature on the previous studies that we present ***Centella asiatica***, the active principles it contains and its pharmacological properties.

The *Talapetraka* chain begins “fingers harvesters” and ends “to the falls of exporters”. An appropriate preparation of leaves answers how of our objective and allows to deliver of healthy product and better qualities. These will be intended either for sale locally for the production of soft extract, or an export sale.

Research and application for “the method of periodic sampling ” determines the quality of the product. This is the **scientific method, rational and tool for monitoring** the evolution of the title in principle active and control of humidity. It helps **control the steps of the preparation of the plant material**. Knowledge of the collection areas and adequate classification of products defines **the traceability of each lot**. The creation of PRONAMA, exporting Society of medicinal and aromatic plants is the fruit of this report.

Downhill terrain allowed us an *assessment of the environmental and socioeconomic impacts* of the sector. From these result we were able to infer the future of the chain and were able to put forward some suggestions.

Mots clés/Keywords: ***Centella asiatica***, *Talapetraka*, extrait mou, soft extract, *Centella* feuilles, *Centella* leaves.