

## Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Ravensara crassifolia* Baker, et *Ravensara thouvenotii* Kostermans (Lauraceae) de Madagascar

Oliva Jaconnet ANDRIANAIVORAVELONA<sup>1\*</sup>, Tsiriniaina RASOLOFO-ARIZAKA<sup>1</sup>,  
Edouard Ravalison ANDRIANARISON<sup>2</sup>, Jean de Dieu RAMAROSON<sup>3</sup>,  
Rahanira RALAMBONDRAHETY<sup>4</sup>, Francis RAKOTONDRAVONY<sup>5</sup>, Rijalalaina RAKOTOSAONA<sup>1</sup>  
et Philippe Antoine ANDRIANARY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Chimie Physique du Département Génie Chimique de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Madagascar

<sup>2</sup> Laboratoire de Chimie Organique du Département Génie Chimique de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Madagascar

<sup>3</sup> Centre national de Recherches Industrielle et Technologique, Tsimbazaza, Madagascar

<sup>4</sup> Centre National de Recherches sur l'Environnement, Tsimbazaza, Madagascar

<sup>5</sup> Laboratoire de Biologie Végétale, Nanisana, Madagascar

\* Correspondance, courriel : [jaconnetoliva@gmail.com](mailto:jaconnetoliva@gmail.com)

### Résumé

Les analyses par chromatographie en phase gazeuse des huiles essentielles des feuilles de *Ravensara crassifolia* Baker, et *Ravensara thouvenotii* Kostermans (Lauraceae), deux plantes endémiques de Madagascar, ont montré qu'elles sont composées en majeure partie de sesquiterpènes dont  $\beta$ -caryophyllène constitue 33,5 % pour l'huile essentielle de *R. crassifolia* et 41,9 % pour *R. thouvenotii*. Les activités antimicrobiennes des deux huiles essentielles extraites ont été étudiée *in vitro* par la méthode de diffusion sur disque sur huit souches bactériennes pathogènes et une souche fongique responsable de plusieurs maladies chez l'homme notamment les infections respiratoires. Trois souches bactériennes parmi les huit testées se sont avérées sensibles vis-à-vis des deux huiles essentielles dont le *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, et *Bacillus cereus* alors que la souche fongique s'est montrée insensible.

**Mots-clés :** *Ravensara crassifolia*, *Ravensara thouvenotii*, Lauraceae, huile essentielle, CPG,  $\beta$ -caryophyllène, activité antimicrobienne.

### Abstract

**Chemical constituents and antimicrobial activity of essential oils of *Ravensara crassifolia* Baker, and *Ravensara thouvenotii* Kostermans (Lauraceae) of Madagascar**

Gaz chromatography analysis of leaves'essential oil of *Ravensara crassifolia* Baker, and *Ravensara thouvenotii* Kostermans (Lauraceae), two endemic plants of Madagascar, show that sesquiterpenes are the major components, such as  $\beta$ -caryophyllène wich represent 33,5 % of essential oil of *R. crassifolia* and 41,9 % for *R. thouvenotii*.

The antimicrobial activity of the essential oil extracted has been studied *in vitro* by disk diffusion method on eight pathogenic bacterial strains and a fungal strain responsible for several human diseases including respiratory infections. Three bacterial strains such as *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, and *Bacillus cereus* among the eight tested have proved to be sensitive towards of both two essential oil whereas the fungal strain proved insensitive.

**Keywords :** *Ravensara crassifolia*, *Ravensara thouvenotii*, *Lauraceae*, *essential oil*, *CPG*, *β-caryophyllene*, *antimicrobial activity*.

## 1. Introduction

La famille des Lauraceae est une des familles des plantes réputées riches en huile essentielle. Six genres sont recensés à Madagascar dont le genre *Ravensara* qui comprend 18 espèces toutes endémiques. Parmi celles-ci, seule *Ravensara anisata* Danguy (syn *Ravensara aromatica*) a fait l'objet de plusieurs études [1-4] ; les autres espèces d'après notre connaissance n'ont fait l'objet d'études phytochimiques ou microbiologiques poussées jusqu'ici. Le présent travail décrit nos investigations sur deux autres espèces dont le *Ravensara crassifolia* Baker, et le *Ravensara thouvenotii* Kostermans connues respectivement sous le nom vernaculaire de tavolo menaravina, et tavolo manitra en malgache. Le genre *Ravensara* est utilisé dans la pharmacopée locale comme remède contre la grippe et les diverses formes de maux de tête [5-6]. Alors que *R. aromatica* est très connue pour son arôme rappelant celle de l'anis et son huile essentielle vendue dans le monde comme fébrifuge, l'usage des autres espèces n'est pas très ressentie sur la grande Ile sauf pour *R. crassifolia* qui est utilisé pour fabriquer des planches. Notre étude a été axée sur les caractérisations physico-chimiques des huiles essentielles obtenues à partir des feuilles de deux espèces (densité, pouvoir rotatoire, indice d'acide, indice d'ester, composition chimique par chromatographie en phase gazeuse) suivie par des tests microbiologiques sur des souches microbiennes de référence selon la méthode de diffusion en milieu gélosé.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Cueillette

Les plantes ont été récoltées dans la forêt de Mandraka (moyen-est de Madagascar ; latitude 18°54' S, longitude 47°56'E) au mois d'aout et octobre 2014.

### 2-2. Extraction des huiles essentielles

Les feuilles fraîches de *R. crassifolia* et *R. thouvenotti* sont distillées séparément par entraînement à la vapeur d'eau. L'huile essentielle condensée est récupérée dans un essencier pour huile légère du type Clevenger surmonté d'un réfrigérant à boule conique et fonctionnant par cohobation [7] ; puis desséchée au sulfate de sodium anhydre et filtrée sur papier Whatman, et conservée entre 3 à 5°C à l'abri de la lumière dans des flacons étanches en verre coloré jusqu'à son usage.

### 2-3. Test d'activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle a été évaluée par la méthode de diffusion en milieu gélosé (méthode des disques) [8, 9].

Neuf souches microbiennes indicatrices, prélevées à partir de lots ATCC (American Type Culture Collection), ont été utilisées dont : *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Salmonella enteridis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* et *Candida albicans*.

## 2-4. Analyse chimique des échantillons

Les huiles essentielles ont été analysées sur un chromatographe en phase gazeuse du type SHIMADZU GC-14A, à colonne capillaire OV1; dimensions : longueur 30m, diamètre intérieur 0,53 mm, épaisseur de couche 1  $\mu\text{m}$  ; température du four : 60°C à 210°C (palier de 3mn à 60°C puis 3°/mn jusqu'à 210°C), température du détecteur (FID) : 240°C, température de l'injecteur : 240°C ; gaz vecteur : hydrogène ; volume injecté manuellement : 1  $\mu\text{L}$ . L'identification des constituants chimiques des huiles essentielles a été réalisée par comparaison de leurs indices de rétention avec ceux de composés de référence indiqués dans la littérature [10]. Les indices de rétention des constituants chimiques de l'huile essentielle ont été calculés grâce aux temps de rétention d'une série homologue de n-alcanes standard avec une interpolation linéaire. Les résultats sont ensuite confirmés par injection des huiles essentielles témoins dont les constituants sont connus.

## 3. Résultats

### 3-1. Rendement et caractéristiques physico-chimiques

Les extractions de feuilles fraîches de *Ravensara crassifolia* Baker, et *Ravensara thouvenotii* Kostermans ont donné un rendement d'extraction en huile essentielle respectivement de 0,66 % après 16 heures et 0,46 % après 10 heures. Ces rendements sont inférieurs à celui du *R. aromatica* qui est de 0,8 %) [3]. Les huiles essentielles obtenues ont un aspect liquide de couleur jaune claire. Le **Tableau 1** résume les propriétés physiques des deux huiles essentielles extraites de feuilles de *Ravensara crassifolia* et *Ravensara thouvenotii*.

**Tableau 1 : Propriétés physiques de l'huile essentielle extraite de feuilles de *Ravensara crassifolia*, *Ravensara thouvenotii***

| Caractéristiques physico-chimiques | H.E. des feuilles <i>R. crassifolia</i> | H.E. des feuilles <i>R. thouvenotii</i> |
|------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| Densité $d_{20}$                   | 0,9280                                  | 0,9162                                  |
| Indice de réfraction $n_{20}$      | 1,4976                                  | 1,4952                                  |
| Pouvoir rotatoire $\alpha^d_{20}$  | -0° 428                                 | +1° 668                                 |
| Indice d'acide IA                  | 0,79                                    | 1,67                                    |
| Indice d'ester IE                  | 228,06                                  | 210,83                                  |

### 3-2. Activité antimicrobienne

Le **Tableau 2** résume les résultats de tests biologiques d'activités antimicrobienne et antifongique des huiles essentielles de feuilles (HE) de *R. crassifolia* Baker, et *R. thouvenotii* Kostermans.

**Tableau 2 :** Diamètres d'inhibition (mm) des huiles essentielles (HE) de feuilles de *R. crassifolia* Baker, et *R. thouvenotii* Kostermans sur les germes testés

| Microorganisme testé                      | Diamètre du halo d'inhibition* (mm) |                               |
|-------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
|                                           | HE de <i>R. crassifolia</i>         | H. E de <i>R. thouvenotii</i> |
| <i>Bacillus cereus</i> (Gram +)           | 10                                  | 10                            |
| <i>Staphylococcus aureus</i> (Gram +)     | 11                                  | 8                             |
| <i>Staphylococcus pneumoniae</i> (Gram +) | 12                                  | 11                            |
| <i>Candida albicans</i>                   | 7,5                                 | 6,5                           |
| <i>Klebsiella oxytoca</i> (Gram -)        | 9                                   | 7                             |
| <i>Enterobacter cloacae</i> (Gram -)      | 6                                   | 6                             |
| <i>Escherichia coli</i> (Gram -)          | 6                                   | 6                             |
| <i>Salmonella enteridis</i> (Gram -)      | 6                                   | 6                             |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Gram -)    | 6                                   | 6                             |

\*Sensibilité des souches microbiennes : insensible ( $d \leq 7\text{mm}$ ), assez sensible ( $7 < d \leq 8\text{ mm}$ ), sensible ( $8 < d \leq 9\text{ mm}$ ), très sensible ( $d > 9\text{ mm}$ ).

Ce **Tableau** montre que les bactéries Gram+ (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus pneumoniae*) sont sensibles aux deux huiles essentielles ( $d > 8\text{ mm}$ ), par contre les bactéries Gram- sont insensibles sauf *Klebsiella oxytoca* (Gram -) qui est sensible à l'HE des feuilles de *R. crassifolia* ( $d = 9\text{ mm}$ ).

### 3-3. Composition chimique

Le **Tableau 3** regroupe les résultats des analyses par chromatographie en phase gazeuse des huiles essentielles des feuilles de *R. crassifolia* et *R. thouvenotii*. L'analyse a permis d'identifier 42 composés représentant 98,81 % pour l'huile essentielle de *R. thouvenotii*. Elle est marquée par la prédominance de composés indiqués en gras dont :

- 9,68 % de monoterpènes hydrocarbonés formés en majorité d' $\alpha$ -pinène (10,6 7%), de  $\beta$ -pinène (5,14 %), et de  $\beta$ -phellandrène (1,09 %) ;
- 15,23 % de composés oxygénés en majeure partie constitués de 3,49 % de méthyleugénol, de 2,3 % d'himachalol et 2,27 % d'oxyde de caryophyllène.
- 64 % de sesquiterpènes hydrocarbonés dont le  $\beta$ - caryophyllène (41,97 %),  $\alpha$ -humulène (4,17 %), le  $\beta$ -sesquiphellandrène (4,21 %) sont majoritaires.  
Pour *R. crassifolia*, 32 composés représentant 94,37 % de l'huile essentielle ont été identifiés dont :
  - 10,31 % de monoterpènes hydrocarbonés formés en majorité d' $\alpha$ -pinène (3,18 %), de  $\beta$ -pinène (2,86 %), et de  $\beta$ -phellandrène (1,19 %) ;
  - 22,55 % de composés oxygénés en majeure partie constitués de 7,14 % d'himachalol et 3,84 % d'oxyde de caryophyllène, 3,49 % de linalol et de 3,25 % d'1-épi-cubenol.
  - 61,51 % de sesquiterpènes hydrocarbonés dont le  $\beta$ - caryophyllène (33,5 %), le Germacrène-D (5,03 %), le Zingibérène (5,06 %), l' $\alpha$ -humulène (3,83 %) et le  $\beta$ -sesquiphellandrène (3,74 %) sont majoritaires.

Ces résultats montrent que les huiles essentielles des feuilles de *R. thouvenotii* et *R. crassifolia* sont marquées par la prépondérance des composés terpéniques hydrocarbonés respectivement de 83,68 % et 71,82 %.

**Tableau 3 : Résultats des analyses CPG des HE des feuilles de *R. crassifolia* et *R. thouvenotii***

| Composants                                   | Concentration (%)     |                       | H.E témoin              | IK calculé  | I.K littérature |
|----------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|-----------------|
|                                              | <i>R. thouvenotii</i> | <i>R. crassifolia</i> |                         |             |                 |
| $\alpha$ -thuyène                            | 0,2                   | 0,33                  | <i>C. verum</i>         | 916         |                 |
| <b><math>\alpha</math>-pinène</b>            | <b>10,67</b>          | <b>3,18</b>           | <i>C. verum</i>         | <b>927</b>  |                 |
| Camphène                                     | 0,44                  | 0,26                  | <i>C. verum</i>         | 936         |                 |
| Sabinène                                     | 0,77                  | 0,34                  | <i>C. verum</i>         | 958         |                 |
| <b><math>\beta</math>-pinène</b>             | <b>5,14</b>           | <b>2,86</b>           | <i>C. verum</i>         | <b>965</b>  |                 |
| Myrcène                                      | 0,65                  | 0,32                  | <i>C. verum</i>         | 973         |                 |
| p-cymène                                     | 0,19                  | 0,34                  | <i>C. verum</i>         | 1005        |                 |
| $\beta$ -phéllandrène                        | 1,09                  | <b>1,19</b>           | <i>C. verum</i>         | 1014        |                 |
| Cis- $\beta$ -ocimène                        | -                     | 0,51                  | <i>C. verum</i>         | 1021        |                 |
| Trans- $\beta$ -ocimène                      | 0,29                  | 0,53                  | <i>C. verum</i>         | 1029        |                 |
| $\gamma$ -terpinène                          | 0,24                  | 0,45                  | <i>C. verum</i>         | 1041        |                 |
| Linalol                                      | 0,19                  | <b>3,49</b>           | <i>C. verum</i>         | 1076        |                 |
| Bornéol                                      | -                     | 0,51                  |                         | 1157        | 1150            |
| Terpinèn-4-ol                                | 0,21                  | 0,47                  |                         | 1164        | 1164            |
| Géranol                                      | 0,33                  | -                     |                         | 1260        | 1258            |
| $\delta$ -elemène                            | 0,77                  | -                     |                         | 1325        | 1323            |
| Acétate de terpényle                         | 0,55                  | -                     |                         | 1339        | 1335            |
| Acétate de géranyle                          | 0,8                   | 0,78                  | <i>C. odorata</i>       | 1363        | 1365            |
| <b>Méthyleugénol</b>                         | <b>3,49</b>           | 0,53                  | <i>R. aromatica</i>     | <b>1369</b> | 1369            |
| Cis- $\beta$ -élémente                       | 0,84                  | <b>3,73</b>           |                         | 1379        | 1381            |
| <b>(E)-<math>\beta</math>-caryophyllène</b>  | <b>41,97</b>          | <b>33,5</b>           | <i>C. verum</i>         | 1425        | 1421            |
| Aromadendrène                                | 0,44                  | -                     |                         | 1441        | 1443            |
| <b><math>\alpha</math>-humulène</b>          | <b>4,17</b>           | <b>3,83</b>           | <i>C. verum</i>         | 1450        | 1455            |
| Cadina-4,11-diène                            | 0,54                  | <b>2,53</b>           |                         | 1455        | 1458            |
| <b>Selina-4,7-diène</b>                      | <b>1,54</b>           | <b>2,53</b>           |                         | 1468        | 1469            |
| <b><math>\gamma</math>-muurolène</b>         | <b>3,34</b>           | <b>1,47</b>           | <i>P. nigrum</i>        | 1475        | 1474            |
| <b>Germacrène-D</b>                          | <b>2,47</b>           | <b>5,03</b>           | <i>C. odorata</i>       | 1480        | 1479            |
| <b>Zingibérène</b>                           | <b>1,4</b>            | <b>5,06</b>           | <i>Z. officinale</i>    | 1488        | 1489            |
| $\alpha$ -muurolène                          | 0,54                  | <b>1,69</b>           |                         | 1495        | 1496            |
| $\beta$ -bisabolène                          | 1,1                   | <b>1,69</b>           |                         | 1503        | 1503            |
| <b><math>\beta</math>-sesquiphéllandrène</b> | <b>4,21</b>           | <b>3,74</b>           |                         | 1514        | 1516            |
| Elimicine                                    | 0,31                  | -                     |                         | 1522        | 1522            |
| $\beta$ -cadinène                            | 0,18                  | 0,60                  |                         | 1526        | 1526            |
| $\alpha$ -cadinène                           | 0,49                  | 0,33                  |                         | 1532        | 1534            |
| Elémol                                       | 0,19                  | -                     |                         | 1539        | 1541            |
| Oxyde $\beta$ -caryophyllène                 | 0,49                  | <b>0,63</b>           |                         | 1545        | 1546            |
| Nérolidol                                    | 0,19                  | 0,63                  |                         | 1563        | 1564            |
| <b>Oxyde de caryophyllène</b>                | <b>2,27</b>           | <b>3,84</b>           | <i>Piper nigrum</i>     | 1569        | 1568            |
| Viridiflorol                                 | -                     | 0,63                  | <i>M. quinquenervia</i> | 1591        | 1592            |
| 6-épi-cubénol                                | 0,19                  | -                     |                         | 1602        | 1602            |
| (E)-isoelimicin                              | 0,94                  | 1,28                  |                         | 1614        | 1614            |
| $\gamma$ -eudesmol                           | 0,89                  | -                     |                         | 1618        | 1618            |
| 1-épi-cubénol                                | 1,45                  | <b>3,25</b>           |                         | 1626        | 1623            |
| <b><math>\beta</math>-himachalol</b>         | <b>2,30</b>           | <b>7,14</b>           |                         | 1639        | 1638            |
| $\alpha$ -Eudesmol                           | 0,44                  | -                     |                         | 1652        | 1653            |
| <b>Total</b>                                 | <b>98,91</b>          | <b>94,37</b>          |                         |             |                 |

#### 4. Discussion

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que les huiles essentielles de feuilles de *R. crassifolia* Baker et *R. thouvenotii* Kostermans sont des huiles légères de densité spécifique respective de 0,9280 et 0,9261. Leur indice d'acide sont respectivement de 0,79 et 1,67 qui sont très faibles par rapport à celui de la majorité des huiles essentielles (valeur comprise entre 4,95 et 19,83), permettant alors de dire que ces huiles essentielles contiennent moins d'acides libres [9, 10]. Par contre, elles ont des indices d'ester respectives de 228,06 et 210,83 qui semblent un peu élevée par rapport à celles des autres huiles essentielles. Si, l'huile essentielle des feuilles de *R. crassifolia* est dotée d'un pouvoir rotatoire négatif ( $-0^{\circ}428$ ), celle de *R. thouvenotii* est par contre positif ( $+1^{\circ}668$ ). Ces pouvoirs rotatoires non nuls expliquent l'activité de ces huiles essentielles vis-à-vis de certaines souches microbiologiques et leur bonne qualité pharmacologique [11-13]. En effet, les tests d'activité biologique confirment ces résultats et indiquent que les deux huiles essentielles manifestent d'importantes activités antimicrobiennes vis-à-vis des souches bactériennes à Gram+ dont *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus pneumoniae* ( $d > 9$  mm). Les études d'activité biologique menées sur ces huiles essentielles ont par contre montré qu'elles sont inactives sur les bactéries à Gram- ( $d < 7$  mm), sauf pour *Klebsiella oxytoca* qui est sensible à l'huile essentielle des feuilles de *R. crassifolia* ( $d = 9$  mm). Ces activités vis-à-vis des bactéries à Gram+ pourraient s'interpréter par la présence en quantité modérée des composés terpéniques oxygénés (22,5 % et 15,23 %) dans les deux huiles essentielles.

Ces résultats semblent en accord avec les données de la littérature indiquant que le pouvoir antimicrobien des huiles essentielles est probablement attribué à la grande teneur en composés oxygénés [14, 15]. La présence dans l'HE des feuilles de *R. thouvenotii* de certains composés terpéniques hydrocarbonés comme l' $\alpha$ -pinène (10,67 %) connus pour son activité antimicrobienne et son pouvoir antiseptique non négligeables [16, 17] conforte son activité antibactérienne sur les germes à Gram+. Cependant, ces activités antibactériennes peuvent être également expliquées par l'action synergique entre les composés chimiques qui constituent ces huiles essentielles. Les résultats des analyses par chromatographie en phase gazeuse montre la similitude des deux plantes du point de vue composition chimique et qui diffèrent seulement sur leur concentration. En effet, les deux huiles essentielles possèdent une forte concentration en composés sesquiterpéniques notamment le  $\beta$ -caryophyllène (33,50 % pour *R. crassifolia* contre 41,97 % pour *R. thouvenotii*). Il est en de même pour l' $\alpha$ -pinène qui est présent avec une proportion de 10,67 % dans l'HE de *R. thouvenotii*, alors que sa concentration est de trois fois moindre dans l'HE de *R. crassifolia*. Par contre, on constate la teneur assez élevée des composés oxygénés comme l'himachalol (7,14 %), le linalol (3,49 %) dans l'HE de *R. crassifolia* par rapport à l'HE de *R. thouvenotii* (2,3 % et 0,19 %). Ces compositions sont très différentes de celles des huiles essentielles des feuilles de *Ravensara aromatica* qui possèdent au moins cinq chémotypes : méthyl chavicol, le méthyl eugénol, l' $\alpha$ -terpinène, le sabinène et le limonène [18]. Les huiles essentielles des feuilles de *R. crassifolia* et de *R. thouvenotii* dans la forêt de Mandraka peuvent être classées dans le chémotype à  $\beta$ -caryophyllène.

#### 5. Conclusion

Ce travail montre que les huiles essentielles des feuilles de *Ravensara crassifolia* Baker et *Ravensara thouvenotii* Kostermans sont très proches du point de vue composition chimique et diffèrent seulement de leur concentration, les sesquiterpènes hydrocarbonés étant majoritaires dont le  $\beta$ -caryophyllène (33,5 % pour *R. crassifolia* et 41,97 % pour *R. thouvenotii*).

Or les sesquiterpènes (en particulier le  $\beta$ -caryophyllène) sont connus comme ayant des propriétés anti-inflammatoires, antibiotiques, antioxydants, anticancéreux et possèdent des activités anesthésiques locales [19-24]. En conséquence, les deux plantes, compte tenu de leur concentration élevée en sesquiterpènes (plus de 60 %) possèderaient ces différentes propriétés et peuvent être des sources potentielles en  $\beta$ -caryophyllène. Les résultats des tests antimicrobiens ont montré également, le pouvoir antibactérien de ces deux huiles essentielles sur les germes à Gram+ dont *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus pneumonia*, d'où l'intérêt de ces deux plantes contre certaines maladies pathogènes comme les intoxications alimentaires et les infections urinaires [25]. Ces résultats montrent également la différence de ces deux huiles essentielles (riche en composés terpéniques hydrocarbonés) par rapport à celle de *Ravensara aromatica* qui est une huile très connue mondialement.

## Références

- [1] - J. O. ANDRIANAIVORAVELONA, S. SAPHAZ, C. TERREAUX, Kurt HOSTETTMANN, H. STOECKLI-EVANS, J. RASOLONDRAMANITRA, Two 6-substituted 5,6-dihydro- $\alpha$ -pyrones from *Ravensara anisata*. *Phytochemistry* 52 (1999) 271-274.
- [2] - J. O. ANDRIANAIVORAVELONA, C. TERREAUX, S. SAPHAZ, J. RASOLONDRAMANITRA, KURT HOSTETTMANN, A phenolic glycoside and *M*-(*p*-coumaroyl)-tryptamine from *Ravensara anisata*. *Phytochemistry*, 52 (1999) 1145-1148.
- [3] - P. J. RAHARIVELOMANANA, Contribution à l'étude de l'action antimicrobienne de quelques huiles essentielles extraites de plantes malgaches-Les Lauracées. *Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar*, 56 (1989) 261-271.
- [4] - DE MEDECI, S. PIERETTI, G. SALVATORE, M. NICOLETTI, & P. RASOANAIVO, Chemical analysis of essential oils of Malagasy medicinal plants by gas chromatography and NMR spectroscopy. *Flav. Fragr. J.*, 7(5) (1992) 275-281.
- [5] - Z. A. RABESA, Pharmacopée de l'Alaoatra, CIDST, Imprimerie Tatsinanana, Antananarivo; 9, (1986).
- [6] - P. BOITEAU, L. ALLORGE-BOITEAU, Plantes médicinales de Madagascar. Madagascar Agence de coopération culturelle et technique, (1993).
- [7] - J. F. CLEVENGER, Apparatus for the determination of volatile oil, *J. Am. Pharm. Assoc.* 17(4) (1928) 346-351.
- [8] - L. MICHEL, Etude de la sensibilité aux antimicrobiens - Documentation technique extraite des notices techniques commerciales et de différentes publications - Lycée des métiers du tertiaire, de la santé et du social - Grenoble., de la santé et du social Lycée des métiers du tertiaire, Ed. Grenoble, (2011).
- [9] - K. OUATTARA, D. YEO, I. DOUMBIA, A. COULIBALY, Y. TRAORE, Recherche des activités antifongique et antibactérienne des feuilles d'*Annona senegalensis* Pers. (Annonaceae), *Journal of Applied Biosciences*. (2012) 58 : 4234 - 4242
- [10] - S. E. STEIN (Director), NIST Standard Reference Database 1A - NIST/EPA/NIH Mass Spectral Database (NIST 11) and - NIST Mass Spectral Search Program (Version 2.0g) - The NIST Mass Spectrometry Data Center (2011).
- [11] - P. R. RANDRIAMIHARISOA, L. RANAIVOARISON, Valorisation des huiles essentielles de l'*Ocimum basilicum* et de l'*Ocimum canum*, Archives du Centre National de Recherches Pharmaceutiques. 8 (1989) 279-289.
- [12] - H. C. RATSIMANOHATRA, Caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Polyscias ornifolia* (Araliaceae), Diplôme d'Etudes Approfondies de Biochimie, Université d'Antananarivo Faculté des Sciences, Ed., (2011).
- [13] - E. GUENTHER, The Essential Oils : The Constituents of Essential Oils. Vol. II. Krieger, Florida., (1975).



- [14] - M. GHANMI, A. FARAH, A. AAFI, F. HASSAN, B. BOURKHISS, D. BOUSTA, M. TALBI, B. SATRANI, Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cladanthus mixtus*, Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 146 (2008) 85-96.
- [15] - B. SATRANI, M. GHANMI, N. MANSOURI, H. MOHAMED, A. CHAOUCH, S. O. S. HASSANE, Activité antimicrobienne et composition chimique de l'huile essentielle de *Plectranthus aromaticus* Roxb. de l'Ile de la Grande Comores, Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 15 (2) (2011) 251-258.
- [16] - K. R. OUSSOU, S. YOLOU, J. B. BOTI, K. N. GUESSENND, C. KANKO, C. AHIBO, J. CASANOVA, Etude chimique et activité antidiarrhéique des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de la pharmacopée ivoirienne. European Journal of Scientific Research, 24(1) (2008) 94-103.
- [17] - M. BOURKHISS, M. HNACH, B. BOURKHISS, M. OUHSSINE, A. CHAOUCH, Composition chimique et propriétés antimicrobiennes de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Tetradlinis articulata* (Vahl) du Maroc. Afrique Science, 3 (2) (2007) 232-242.
- [18] - H. S. H. N. ANDRIANOELISOA, Etude de la variabilité des huiles essentielles de *Ravensara aromatica* Sonnerat. Prescription pour une gestion durable de cette espèce endémique malgache. THESE de Doctorat de l'Université Montpellier II. France, (2008).
- [19] - C. GHELARDINI, N. GALEOTTI, L. DI CESARE MANNELLI, G. MAZZANTI ET A. BARTOLINI, « Local anaesthetic activity of  $\beta$ -caryophyllene », *Il Farmaco*, 56 (6) (2001) 387-389.
- [20] - J. GERTSCH, M. LEONTI, S. RADUNER, I. RACZ, J-Z. CHEN, X-Q XIE, K-H ALTMANN, M. KARSAK et A. ZIMMER, « Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, (26) (2008) 9099-9104.
- [21] - J. LEGAULT, A. PICHETTE, Potentiating effect of  $\beta$ -caryophyllene on anticancer activity of alpha-humulene, isocaryophyllene and paclitaxel. *J. Pharm. Pharmacol.* 59 (12) (2007) 1643-1647.
- [22] - S. KATSUYAMA, H. MIZOGUCHI, H. KUWAHATA et al., "Involvement of peripheral cannabinoid and opioid receptors in  $\beta$ -caryophyllene-induced antinociception". *European journal of pain* (2013), 17 (5): 664-675.
- [23] - A. BAHY, S. AL MANSOURI, E. AL MEMARI, M. AL AMERI, M. NURULAIN SYED, S. OJHA, " $\beta$ -Caryophyllene, a CB2 receptor agonist produces multiple behavioral changes relevant to anxiety and depression in mice.". *Physiology & behavior* (2014). 135 : 119-124.
- [24] - S. AL MANSOURI, S. OJHA, E. AL MAAMARI, AL AMERI M., M. NURULAIN SYED, A. BAHY, "The cannabinoid receptor 2 agonist,  $\beta$ -caryophyllene, reduced voluntary alcohol intake and attenuated ethanol-induced place preference and sensitivity in mice." *Pharmacology, biochemistry, and behavior.* (2014) 124 : 260-268.
- [25] - F. NAZZARO, F. FRATIANNI, L. DE MARTINO, R. COPPOLA AND VINCENZO DE FEO, Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria. *Pharmaceuticals* 2013, 6(12), 1451-1474.



1.4. RANDRIANANTENAINA L., RAVELOMANANTSOA R. N., RAMAROSON J.D.D., RAKOTOARIVELO J. F., «*Test on The Exploitation of The Madagascar Peanut Sector, Case of The Volcanic Region of Itasy*» International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT) ISSN: 2509-0119. Vol. 6 No. 1 December 2017, pp. 175-187 ; <http://www.ijpsat.ijsht-journals.org>.

# *Test on The Exploitation of The Madagascar Peanut Sector, Case of The Volcanic Region of Itasy*

RANDRIANANTENAINA Lovaritina<sup>1,\*</sup>, RAVELOMANANTSOA RAMANAMBE Nicole<sup>1</sup>,  
RAMAROSON Jean de Dieu<sup>2</sup>, RAKOTOARIVELO Joel Flavien<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doctoral School Process Engineering of Agricultural and Food Industrial System, University of Antananarivo, Madagascar

<sup>2</sup> National Center of Industrial and Technology Research, University of Antananarivo, Madagascar

<sup>3</sup> Doctoral School of Valorization of Natural Resources Renewable, University of Antananarivo, Madagascar.



**Abstract** -The Itasy region, our study area, is one of the 22 regions of Madagascar, and is possibly with a vocation and a great agricultural potential; among them, there is also the groundnut industry. So far, there have been very few scientific studies done around this area. This leads us to have a further study to the area. We carried out two geological reconnaissance and sampling missions in two sectors: one was in the commune of Ampary district of Soavinandriana and the other one was in the commune of Anosibe-Ifanja, followed by various analyses and tests of culture. Our goal is to carry out more scientific studies on the valuation of the groundnut industry in the Itasy region. In the laboratory we carried out various analyses: chemical analysis, mineralogical analysis by X-ray fluorescence method, particle size analysis, and peanut culture tests of two varieties, equipment design followed by improvement and various tests extraction of peanut oil. The results of the chemical analysis showed a fertilizing value of the samples. The mineralogical analysis showed the richness of minerals and trace elements of the different samples. Cultivation tests showed positive action to the groundnut variety of groundnut volcanic soil than to the variety of peanut menakely. The extraction tests have told us that the more the pressure force increases, the more extraction efficiency increases.

**Keywords** – Peanut Variety Menakely; Peanut Variety Marabe; Volcanic Soil; Itasy Region; Single and Double Cylinder Hydraulic Press.

## *I. INTRODUCTION*

The Itasy region, which is our study area, is one of the most important agricultural areas of Madagascar. The groundnut sector appears as one of the promising sectors in this region: an activity generating considerable income and a profession with a high potential for job creation.

However, there are considerable and well-known constraints to this sector, which erect barriers to potential opportunities for their development, such as the lack of control and the non-exploitation of some elements of the network, namely the variety adapted to the ecosystem in this zone, harvest period, processing technology, etc...

Thus, we propose as part of this research work, the valuation of the groundnut sector adapted to the socio-economic situation of small farms in the Itasy region: the emphasis of productivity and efficiency, improvement of competitiveness and increase of profits.

## *II. STUDY AREA*

The study area is located in the Itasy region (experimentation on peanut culture), which is divided into two different volcanic soil sectors:

- Sector of Ampary : district of Soavinandriana Itasy whose geographical coordinate Latitude is 19°05'16'' South, Longitude 46°42'55'' East and 1341m of Altitude ;
- Sector of Anosibe-Ifanja, district of Miaryarivo Itasy whose geographical coordinate Latitude is 18°52'01'' South, Longitude 46°44'55'' East and 1070 m of Altitude.

## *III. MATERIALS AND METHODS*

### *A. SYNTHESIS BIBLIOGRAPHICAL*

Different synthesis bibliographical, consultation of various national and international scientific and technological documents, were undertaken before the

preliminary surveys allowing to recognize and to recall some different notions and technical data essential for the understanding of this investigation.

### B. EXPERIMENTATION

According to the choice of the study area, surveys were carried out among the resident population working around the peanut sector: farmers, artisanal processors and peasants grouped in cooperatives. Semi-open questions are focused on planted peanut species, the reason for choosing these species, cropping methods, peanut processing materials and methods.



Photo 1: Peanut crop, seed (Sector of Anosibe-Ifanja)



Photo 3: Marabe variety peanut products



Photo 2: Culture Interview (Sector Ampary)



Photo 4: Menakely variety peanut products

We conducted experiments on the planting of two peanut species in different areas mentioned above. The goal is to select the favorable species in a specific area ecologically. The experimental protocol are the following:

- Period of planting : mid-November 2016 (this is the most and favorable period used to the farmers)
- Maximum temperature : 28 ° C
- Minimum temperature : 20 ° C
- Method of cultivation: seeding in line of 40cm x 40cm from one another and forming tiles.

### C. WORKING OF LABORATORY

#### 1. Soil analysis

##### 1.1 Chemical analysis

We realized the chemical analysis of the samples collected at the Laboratory of Radio-Isotopic in Ampandrianomby Antananarivo, whose methods are the following:

- Research of assimilable phosphorus (P olsen) by Olsen method or blue method. The extraction reagent is the sodium bicarbonate  $\text{NaHCO}_3$ . The assay

reagent is the ammonium molybdate  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  ;

- Research of phosphorus total (Ptot) by the vanadomolybdate yellow method. The extraction reagent is the concentrating perchloric  $\text{HClO}_4$ , and the assay reagent is the mixture of molybdate and ammonium metavanadate ;
- Research of nitrogen total (N) by the Kjeldhal method ;

- Research of potassium total ( $K_{total}$ ): with the cobaltihexamine method.

### 1.2 Physical analysis

Two different methods of physical analysis are realized by the samples from each sector:

- Analysis by X-ray fluorescence spectrometry in the laboratory of the cement manufacturing company HOLCIM Madagascar: It is an elementary analysis method that allows us to determine the concentration in pure elements that are often present as a compound (molecules, crystals, polyatomic) in the initial material, expressed in percentages of these elements. The compound concentration is calculated automatically by the analysis software. X-ray fluorescence analysis results are also given in spectrum form.
- Granulometric analysis at the Soil Laboratory of FOFIFA-Antananarivo: The final objective is to determine the dimensional distribution of the elementary particles of the material constituting a soil: characterization of the texture. It is carried out according to the standardized method AFNOR NF X31-107, described as following : After separation of fine earth (fractions less than 2 mm) coarse elements (gravel, pebbles, blocks), and destruction of organic cements by the action of hydrogen peroxide, the fine earth is dispersed in water added with a dispersing agent. The particles will then slowly sediment according to their size and the temperature of the water. Samples at different time steps make it possible to recover the particles remaining in solution. This method makes it possible to determine the contents of clay and fine silt.

### 2. Analysis of the oil content

To determine the amount of oil contained in the peanut and the amount of oil remaining in the cake, we carried out the solvent extraction at the Laboratory of Chemical Engineering at Vontovorona. This type of extraction uses apolar organic solvent (hexane).

#### D. EQUIPMENT DESIGN WORKS

Considering the multidisciplinary character of this investigation, an extraction apparatus, a manually operated hydraulic press, was designed and carried out at the Ankatso en technical unit workshop, working with some technicians and specialists from this workshop. This apparatus is necessary firstly for carrying out tests on soil-time and crop-

variety interdependence and secondly for contributing to the improvement of artisanal transformer extraction equipment.

## IV. RESULTS, INTERPRETATION AND DISCUSSION

The two sectors are located on the central highlands of our island. They have a tropical climate with alternating two seasons: a warm and rainy season (October-March) and a cold and dry season (April-September).

### A. PRELIMINARY INVESTIGATION

Two categories of people were investigated during our investigation: ungrouped peasants and peasants grouped in cooperatives, working around the peanut sector.

Four peanut varieties are found in the study site, distributed in the following figure:

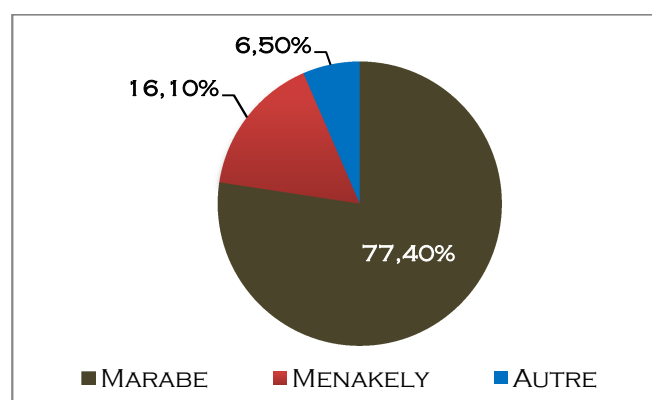


Figure 1: Distribution of variety planted in the studying site

The Marabe variety is the most planted in this region (more than  $\frac{3}{4}$  of planters). This variety is the only most favorable variety from efficiency/ecology based on the experience of farmers. Other varieties also occupy a little important place: menakely variety.

The most practiced technical planting by these planters is the 25cm x 25cm in-line technical, i.e. about 160 000 plants/ha, with the type of rainfed crop.

For commercialization and transformation, 60% of farmers sold raw groundnuts to collectors due to inefficiency of extraction equipment and the remaining 40% directly processed peanuts, and then sold to two different customers the obtained products: crude oil and cake.

With regard to the latter, most of the artisanal mills in both sectors use only non-traditional equipment, with an unsatisfactory extraction efficiency (defined by the ratio between the amount of oil obtained by extraction and the quantity of oil contained in the raw material). that leads to a

loss of oil, which leads us to orient one of our researches for improvement.

## B. SOIL ANALYSIS

### 1. Chemical analysis

**Table1:** Chemical Analysis of samples from the sector of Ampary and Anosibe-Ifanja

| Samples                     | N%    | K(me/100g) | P(Oisen) in ppm |
|-----------------------------|-------|------------|-----------------|
| AMPARY                      | 0.021 | 2.490      | 321.250         |
| ANOSIBE-IFANJA              | 0.090 | 0.910      | 60.170          |
| REFERENCESOIL (Arivonimamo) | 0.014 | 0.060      | 2.790           |

The soil which was taken from the field of Ampary sector is six times rich in Phosphorus element compared to the one from Anosibe-Ifanja. However, these two samples are very rich in nitrogen, phosphorus and potassium compared to the Arivonimamo reference soil (Table 1). We can say that they have a fertilizing value because P and K

are among the major nutrients. Nitrogen could be improved by cropping methods or provided by precipitation.

**Table 2:** X-ray Fluorescence Spectrometry Analysis Result from the Ampary Sector

| Elements  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | CaO              | TiO <sub>2</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO                           | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|-----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| % in mass | 13.066                         | 39.348           | 10.524           | 4.417            | -                             | 0.219                         | 15.158                         |
| Elements  | PdO                            | K <sub>2</sub> O | SeO <sub>3</sub> | SrO <sub>2</sub> | SrO                           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | BaO                            |
| % in mass | 2.500                          | 1.724            | 0.100            | 0.05             | -                             | 1.028                         | 0.150                          |

**Table 3:** X-ray Fluorescence Spectrometry Analysis Result from the Anosibe-Ifanja Sector

| Element   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | CaO              | TiO <sub>2</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO                           | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|-----------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| % in mass | 24.000                         | 35.000           | 11.900           | 3.700            | 0.100                         | 0.280                         | 20.800                         |
| Element   | PdO                            | K <sub>2</sub> O | SeO <sub>3</sub> | SrO <sub>2</sub> | SrO                           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | BaO                            |
| % in mass | -                              | 0.480            | 0.098            | -                | 0.090                         | 0.600                         | 0.100                          |

These samples contain some minor elements such as Ca and Mg and many trace elements are presented in the form of oxide essential for the development of plants (Table 2 and 3).

### 2. Physical Analysis

The two X-ray fluorescence specter is the soil specter from the Ampary sector and Anosibe-Ifanja field. They have a lot of similarity.

The very intense line peak at 6.5 keV corresponds to the iron element for the K $\alpha$  line and to 7 keV for the K $\beta$  line. These soils also contain Calcium Ca with a mean energy intensity of 3.8 keV, Potassium K at 3.2 keV. For Manganese Mn, there is the intense K $\beta$  line at 6.7 keV and the low intensity K $\alpha$  line at about 6 keV. The sample also contains low-intensity line silicon at 1.8 keV.



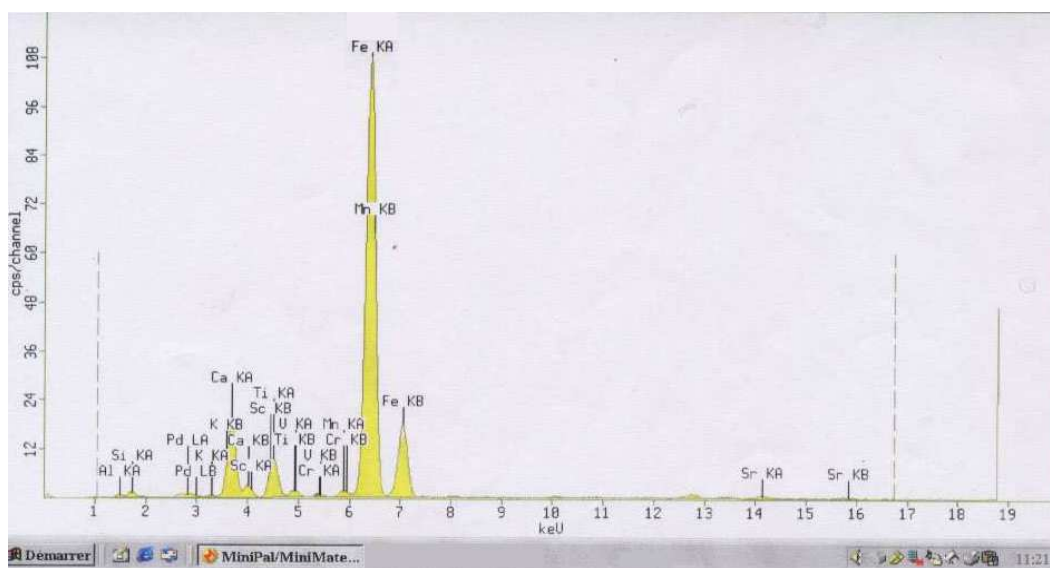


Figure 2: X-Ray Fluorescence spectrometer analysis of Soil in Ampary Sector

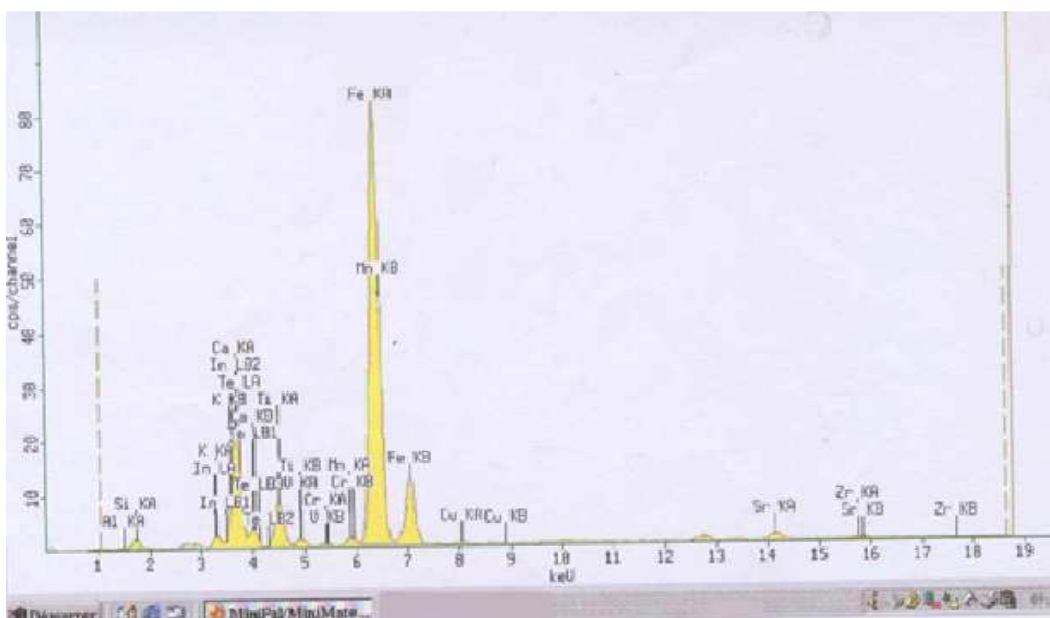


Figure 3: X-Ray Fluorescence spectrometer analysis of Soil in Anosibe-Ifanja Sector

### C. GRANULOMETRIC ANALYSIS

Table 4: Granulometric analysis: sample from Ampary

| Samples | Ampary 1   | Ampary 2   | Ampary 3   |
|---------|------------|------------|------------|
| Texture | Silty sand | Silty sand | Silty sand |

Table 5: Granulometric analysis: sample from Anosibe-Ifanja

| Samples | Ans-Ifanja 1 | Ans-Ifanja 2 | Ans-Ifanja 3 |
|---------|--------------|--------------|--------------|
| Texture | Sandb laster | Silty sand   | Silty sand   |

These samples generally have a silty sand texture with the abundance of silica (Table 4 and 5). This texture favors the aeration of heavy soils. For THUN (German researcher), silica is useful for strengthening plant tissues and increasing natural resistance to diseases and parasite attacks.

#### D. ANALYSIS OF THE OIL CONTENT OF PEANUTS

##### 1. Plantation Place: Ampary

The evolution of oil content according to the peanut harvesting period is given by the following figures 4 and 5:

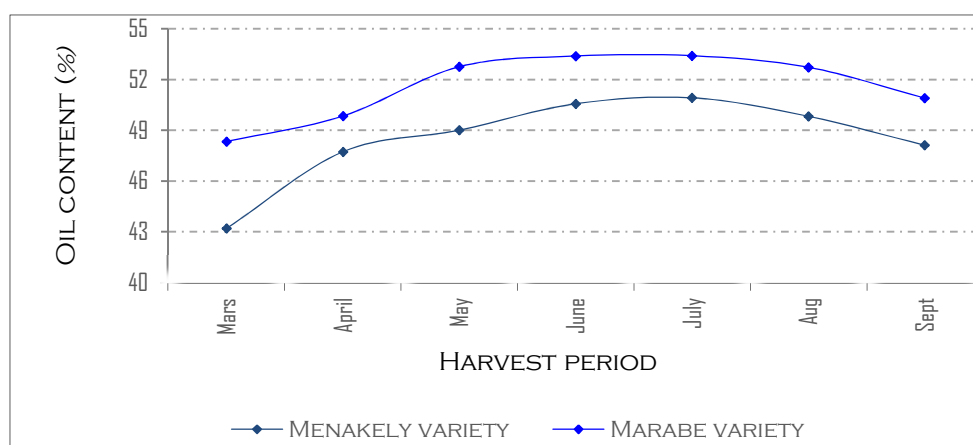


Figure 4: Evolution of the peanut oil content of two different species planting in Ampary according to the harvest period

##### 2. Plantation Place: Anosibe-Ifanja

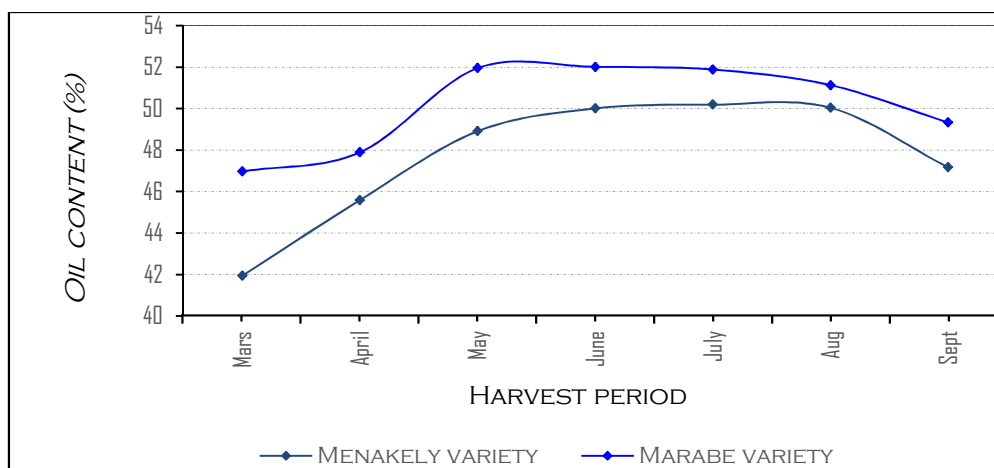


Figure 5: Evolution of the peanut oil content of two different species planting in Anosibe-Ifanja according to the harvest period

The two graphs above (figures 4 and 5) show that the optimal harvest period is between May and July in both study areas:

- For Ampary sector : the maximum oil content is 53.41% for Marabe variety (in June) and 50.94% the menakely variety (in July) ;
- For Anosibe-Ifanja sector: the maximum oil content is 52.01% for Marabe variety in May and 50.19% the menakely variety (in July).

Beyond this period, this oil content is not interesting.

On the soil side, the volcanic soil of Ampary is more favorable and therefore interesting for the cultivation of

peanuts compared to the volcanic soil of Anosibe-Ifanja: this is the presence of trace elements and nutrients essential for development cultures in volcanic soil, but in different quantities.

#### E. EXTRACTION EQUIPMENT DESIGN TEST

Almost all the artisanal plants found in the study area have inadequate extraction efficiency, due to the inefficiency of the extractor. As a result, the design of new equipment was carried out during our study with the aim of substituting the horizontal screw press.

Four different constraints were overcome during this work:



- *Security constraint:* To avoid any impact during handling, the equipment must have protections and meet a certain standard to ensure the safety of users.
- *Flexibility for utilization:* The device requires a flexibility of use, that is to say easy to handle and easy to maintain, it must be compact and easy to move.
- *Economic constraint:* the cost of production is a very important factor in the design of the device. To minimize the cost of investments, this

equipment must be made from locally available raw materials and parts that can be new or recovered. In addition, the hydraulic press must also be designed so that its use and maintenance do not require additional investment.

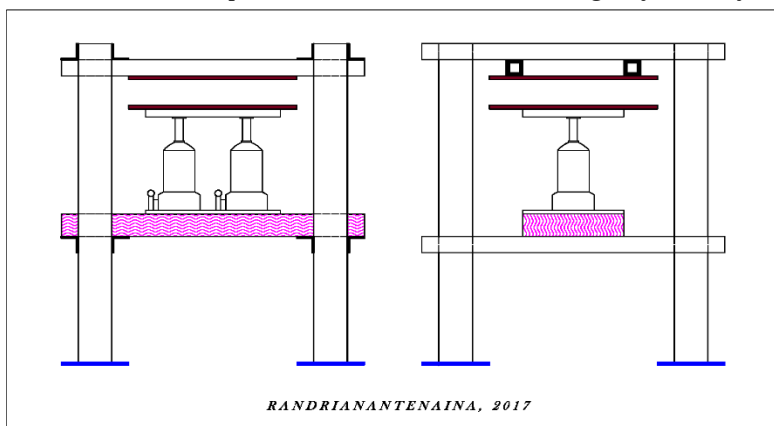
- *Material constraint:* Design and construction are limited by the machines and machines available. In addition, some important pacylindereters mentioned in the first part are not accessible and calculable due to the lack of measuring devices and available data.



**Photo :** Horizontal screw press



**Photo :** Single cylinder hydraulic press



**Photo :** Double cylinder hydraulic press

**Table 6:** Evolution of the extraction efficiency by the horizontal screw press and the improved press (hydraulic press with single and double cylinder) for the sample collected at Ampary in March of the marabe variety

|                                                | Test 1 | Test 2 | Test 3 | Test 4 | Average value |
|------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| Extraction efficiency HSP <sup>1</sup> (%)     | 39.10  | 38.30  | 39.00  | 36.20  | <b>38.15</b>  |
| Extraction efficiency of SCHP <sup>2</sup> (%) | 63.00  | 61.20  | 60.60  | 61.00  | <b>61.45</b>  |
| Extraction efficiency of DCHP <sup>3</sup> (%) | 71.90  | 71.00  | 72.10  | 70.10  | <b>71.27</b>  |

<sup>1</sup>Horizontal screw press

<sup>2</sup>Single cylinder hydraulic press

<sup>3</sup>Double cylinder hydraulic press

**Table 7:** Evolution of the extraction efficiency by the horizontal screw press and the improved press (hydraulic press with single and double cylinder) for the sample collected at Anosibe-Ifanja in March of the marabe variety

|                                   | Test 1 | Test 2 | Test 3 | Test 4 | Average value |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| Extraction efficiencyHSP (%)      | 37.50  | 36.00  | 33.00  | 36.40  | <b>35.72</b>  |
| Extraction efficiency of SCHP (%) | 55.00  | 59.30  | 57.00  | 56.60  | <b>56.97</b>  |
| Extraction efficiency ofDCHP (%)  | 69.80  | 70.30  | 68.90  | 69.80  | <b>69.7</b>   |

The tables 6 and 7 show the extraction efficiency of these three different extraction equipment. However, the extraction efficiency results are highly variable from one processing unit to another and sometimes even from one production cycle to another. As a result, it is difficult to establish the average oil efficiency of artisanal mining.

During the sample extraction test collected in the two sectors at the same time, of the same variety (marabe or

menakely), a satisfactory efficiency is obtained when using a hydraulic press compared to the traditional screw press: a variance from 21.25% to 23.30% (single cylinder hydraulic press).

In addition, productivity also increases when increasing the pressure force: an increase in efficiency from 9.82% to 12.73%.

**Table 8:** Evolution of the extraction efficiency by the horizontal screw press and the improved press (hydraulic press with single and double cylinder) for the sample collected at Ampary in March of the menakely variety

|                                   | Test 1 | Test 2 | Test 3 | Test 4 | Average value |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| Extraction efficiencyHSP (%)      | 35.10  | 34.90  | 36.00  | 34.10  | <b>35.02</b>  |
| Extraction efficiency of SCHP (%) | 58.90  | 57.00  | 56.20  | 57.10  | <b>57.30</b>  |
| Extraction efficiency ofDCHP (%)  | 69.10  | 67.00  | 68.10  | 67.20  | <b>67.85</b>  |

**Table 9:** Evolution of extraction efficiency by the horizontal screw press and improved press (hydraulic press with single and double cylinder) for the sample collected at Anosibe-Ifanja in March of Menakely variety

|                                   | Test 1 | Test 2 | Test 3 | Test 4 | Average value |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| Extraction efficiencyHSP (%)      | 34.50  | 33.10  | 33.20  | 32.20  | <b>33.25</b>  |
| Extraction efficiency of SCHP (%) | 53.10  | 52.30  | 54.40  | 52.60  | <b>53.10</b>  |
| Extraction efficiency ofDCHP (%)  | 64.20  | 63.90  | 63.90  | 64.20  | <b>64.05</b>  |

Similarly for the menakely variety, the higher the pressure force increases, the higher the extraction efficiency is (Table 8 and 9).

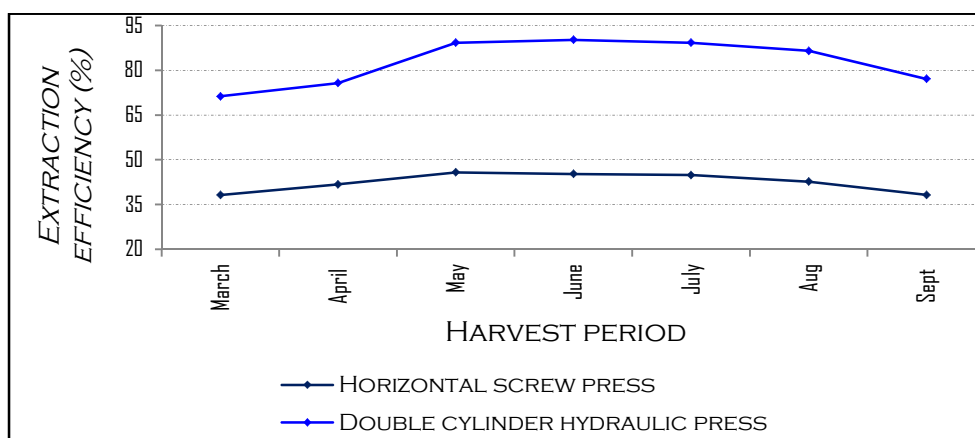
However, we can say, without much error, that the average oil efficiency of a craft unit depends only on the

efficiency of the technology used. Referring to the previous result (optimal performance depending on the technology used), the results quoted for the rest of our work are obtained with the hydraulic double cylinder press.

#### F. EVOLUTION OF EXTRACTION EFFICIENCY ACCORDING TO TIME, FIELD OF CULTURE, VARIETY AND EXTRACTION TECHNOLOGY

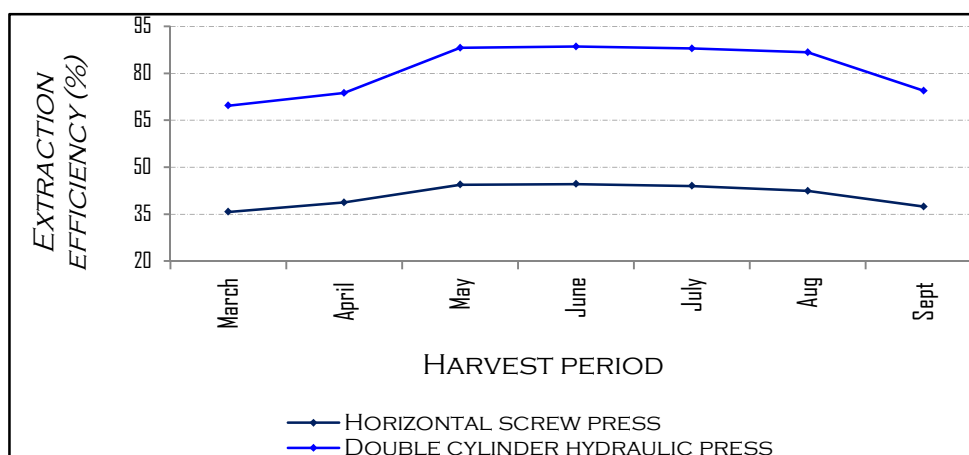
##### 1. Marabe variety

##### 1.1 Cultivation site : Ampary sector



**Figure 6:** Evolution of the extraction efficiency of peanut oil of marabe variety, grown in Ampary, by the horizontal screw press and the improved press according in the harvest period

##### 1.2 Cultivation site : Anosibe-Ifanja sector



**Figure 7:** Evolution of the extraction efficiency of peanut oil of marabe variety, grown in Anosibe-Ifanja, by the horizontal screw press and the improved press according in the harvest period

These two figures (Figure 6 and 7) represent the extraction efficiency of peanut oil according to the collection time, with the marabe variety but grown in two different sectors. Whatever the extraction technology used

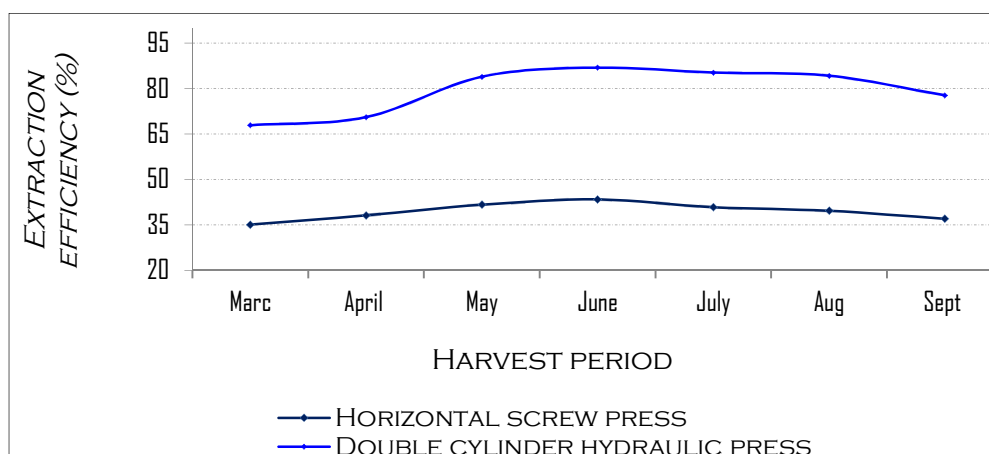
(horizontal screw press, or hydraulic press actuated a double cylinder), the sample from the Ampary sector gives a good performance compared to the sample from Anosibe-Ifanja:

- The average annual efficiency (March - September) is 42.37% for the Ampary sector against 41.04% for the Anosibe-Ifanja sector, using the traditional screw press;
- And an annual efficiency of 82.77% for Ampary and 81.32% for Anosibe-Ifanja, using the hydraulic press.

In addition, the best peanut oil extraction efficiency, that is, to have a peanut well matured is the peanut harvested in May and in June, when one plants in mid-November, some in the volcanic region of Itasy. This efficiency is less interesting if we harvest the peanut at the end of this period.

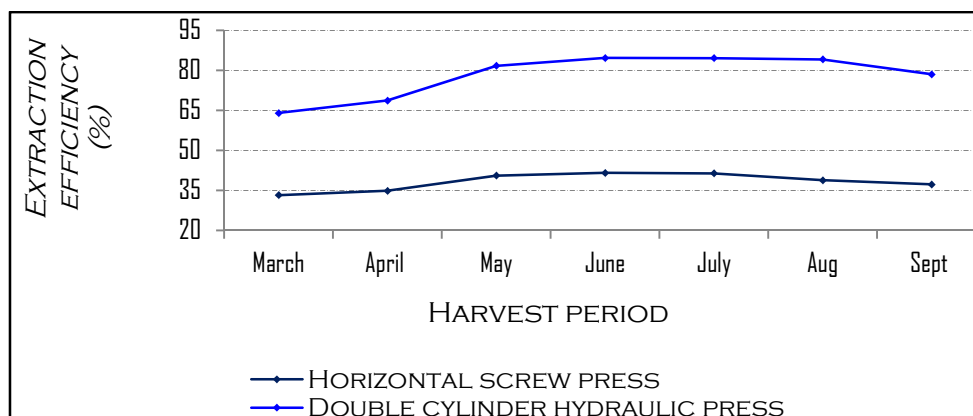
## 2. Menakely variety

### 2.1 Cultivation site : Ampary sector



**Figure 8:** Evolution of the extraction efficiency of peanut oil of menakely variety, grown in Ampary, by the horizontal screw press and the improved press according in the harvest period

### 2.2 Cultivation site : Anosibe-Ifanja sector



**Figure 9:** Evolution of the extraction efficiency of peanut oil of marabe variety, grown in Anosibe-Ifanja, by the horizontal screw press and the improved press according in the harvest period

As the marabe variety, the menakely variety harvested between May and June (planted in mid-November) in the Itasy region has an interesting efficiency especially with the improved press (Figure 8 and 9).