

## TABLE DES MATIERES

Page

INTRODUCTION .....	1
--------------------	---

### PARTIE I : BIBLIOGRAPHIE

I. ROLES DES ELEMENTS MINERAUX EN NUTRITION HUMAINE ET VEGETALE	2
A. Définition de la nutrition	2
B. Nutrition minérale humaine	3
C. Nutrition végétale	6
II. METHODES D'ANALYSES PHYSIQUES UTILISEES	10
A. Spectrométrie de fluorescence X	10
B. Spectrométrie d'absorption atomique	12
C. Spectrométrie ICP (Inductively Coupled Plasma)	15

### PARTIE II : RESULTATS EXPERIMENTAUX

I. Valorisation de la plante « <i>Ravenala madagascariensis</i> » en nutrition minérale humaine	16
A. Fiche technique de la plante « <i>Ravenala madagascariensis</i> »	16
B. Caractérisation de la plante « <i>Ravenala madagascariensis</i> » par spectrométrie de fluorescence X	16
a) Analyse du cœur de la plante « <i>Ravenala madagascariensis</i> »	17
b) Analyse des feuilles de la plante « <i>Ravenala madagascariensis</i> »	20
II. Valorisation de la plante « <i>Solanum mauritianum</i> » en nutrition minérale humaine et végétale	23
A. Fiche technique de la plante « <i>Solanum mauritianum</i> »	23
B. Caractérisation de la cendre minérale « <i>Solanum mauritianum</i> » par spectrométrie de fluorescence X	23
C. Caractérisation de la cendre minérale « <i>Solanum mauritianum</i> » par spectrométrie d'absorption atomique	27
III. Valorisation de la « pouzzolane » de Madagascar en nutrition végétale	31
A. Définition de la « Pouzzolane »	31
B. Localisation des pouzzolanes à Madagascar	31
C. Prélèvement d'échantillon de pouzzolane d'Antsirabe	31

D.	Caractérisation de la « <i>Pouzzolane</i> » par spectrométrie de fluorescence X	31
E.	Caractérisation de la « <i>Pouzzolane</i> » par spectrométrie d'absorption atomique	36
IV.	Caractérisation de la plante « <i>Vanilla planifolia</i> » de Madagascar	40
A.	Fiche technique de la plante « <i>Vanilla planifolia</i> »	41
B.	Caractérisation de la « <i>Vanilla planifolia</i> » de Madagascar par spectrométrie I.C.P	41
V.	Caractérisation de la poudre « <i>Oryza sativa</i> » ou riz pluvial de Vakinankaratra	43
A.	Fiche technique de la plante « <i>Oryza sativa</i> » ou riz pluvial de Madagascar	43
B.	Caractérisation de la poudre « <i>Oryza sativa</i> » ou riz pluvial de Vakinankaratra par spectrométrie de fluorescence X	44
<b>PARTIE III : CONCLUSION GENERALE</b>		<b>48</b>

## ANNEXES

## LISTE DES TABLEAUX

## LISTE DES FIGURES

## ABREVIATIONS

## ABSTRACT

## RESUME

# INTRODUCTION

# INTRODUCTION

Certains éléments chimiques (Potassium (K), Calcium (Ca), Magnésium (Mg) et oligo-éléments) dans les plantes et minéraux interviennent :

D'une part dans la nutrition humaine pour prévenir l'hypertension artérielle, les calculs rénaux, les accidents vasculaires cérébraux et assurer quelques phénomènes indispensables chez l'Homme (ostéogénèse, oxyhémoglobine, carboxyhémoglobine,...). [1]

D'autre part dans la nutrition végétale comme fertilisants pour garantir la croissance et le développement de la plante (fertilisant potassique : le minéral Sylvinite, la carnallite, ...). [2]

Notre mémoire a pour but de valoriser des plantes et minéraux de Madagascar en nutrition végétale (**fertilisant**) et animale (**apport en éléments minéraux**).

Nous remarquons que les plantes utilisées en nutrition végétale (**fertilisant**) peuvent convenir à la production des produits 'Bio' recherchés dans le commerce international à cause des critères des pollutions environnementales.

Par ailleurs nous avons effectué la caractérisation de la cendre de vanille export et non export pour voir les fertilisants permettant l'amélioration de leur rendement économique car la vaniculture est parmi les sources de devise du pays (marché de plusieurs millions de dollars US).

De plus ce mémoire peut contribuer à l'objectif national d'autosuffisance alimentaire en riziculture. En effet pour atteindre cet objectif, on peut citer le mode de culture (SRI) mais nous avons caractérisé et étudié également la composition chimique du riz en particulier le riz pluvial de la région de Vakinankaratra afin d'avoir une idée sur le fertilisant et le genre de sol qui lui conviendra le mieux.

Notre mémoire comprendra deux grandes parties :

I. Bibliographie sur les rôles des éléments minéraux en nutrition humaine et végétale.  
Les méthodes d'analyses physiques utilisées dans la partie expérimentale.

II. Résultats expérimentaux sur : la valorisation des plantes et minéraux en nutrition végétale et animale, la caractérisation du riz pluvial et de la vanille naturelle de Madagascar.

Une conclusion générale terminera notre étude.

# BIBLIOGRAPHIE

**ROLES DES ELEMENTS MINERAUX EN  
NUTRITION HUMAINE ET VEGETALE**

**ET**

**METHODES D'ANALYSES PHYSIQUES UTILISEES  
DANS LA PARTIE EXPERIMENTALE**

# **I. ROLES DES ELEMENTS MINERAUX EN NUTRITION HUMAINE ET VEGETALE**

## **A. DEFINITION DE LA NUTRITION [3]**

La nutrition concerne l'ensemble des échanges qui s'établissent entre l'organisme et le milieu dans lequel il vit. Ces échanges visent à fournir l'énergie et matériaux nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme.

La matière vivante qu'elle soit végétale ou animale, est composée de nombreux éléments chimiques. Onze entre eux représentent environ 99 % des organismes : C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Cl, et Na. Ces éléments majeurs jouent les rôles les plus importants dans la vie biologique des êtres vivants.

Une vingtaine d'autres éléments entrent également de façon constante dans la composition des organismes, mais en très faible quantité ; ce sont les oligoéléments minéraux dont les principaux sont : Fe, Cu, Zn, Mn, Co, I, F, B et Mo.

## B. NUTRITION MINERALE HUMAINE

### I. LES MACROELEMENTS

#### 1. **Rôle du potassium (K)** : [4]

Le potassium joue un rôle important dans le système hydrique de l'homme et il intervient dans les fonctions nerveuses. Quand nos reins fonctionnent mal, il y a une accumulation de potassium. Ce qui peut entraîner une perturbation des battements du cœur.

La concentration de  $K^+$  (ou Kaliémie) est très intimement réglée, de sorte que ce taux demeure dans une fourchette précise de 3 à 4,5 mmol/l.

L'hypokaliémie et surtout l'hyperkaliémie sont des troubles sévères susceptible d'entraîner des anomalies cardiaque fatales.

#### 2. **Rôle du calcium (Ca)** : [4]

L'élément calcium intervient :

- Dans le phénomène d'ostéogenèse : le tissu osseux est constitué de  $Ca_3 (PO_4)_2$
- Dans le système nerveux
- Dans la coagulation sanguine : le sang contient environ 75 à 160 mg de Ca par litre, qui permet l'arrêt de l'hémorragie.
- Dans la régulation d'organisme : activation d'enzyme.

Il est important d'avoir recours à un traitement hormonal et d'avoir des apports suffisants en calcium estimés à 1000mg/j afin de préserver la masse osseuse.

Mais la consommation abusive de calcium (plus de 2,5 g de Ca pur par jour) sans avis médical peut conduire au développement de caillots rénaux, de scléroses rénales et à des problèmes au niveau des vaisseaux sanguins.



### 3. **Rôle du magnésium (Mg)** : [4]

L'élément magnésium dont nos besoins quotidiens sont de 350 à 480 mg/j intervient :

- Dans l'équilibre nerveux : le système est sous la dépendance de l'équilibre calcium/magnésium : le calcium travail avec le magnésium pour créer une nouvelle masse osseuse. Le calcium devrait être pris avec le magnésium avec un taux de 2 pour 1, c'est-à-dire que pour un apport journalier de 1000 mg de calcium, il faut un apport de 500 mg de magnésium.

- Dans quelques processus biochimiques de notre organisme : synthèse des acides nucléique et des protéines.

- Dans le traitement du :

- Thrombose : il active le thrombocyte
- Cancer : il active le pouvoir phagocytaire des leucocytes.

### 4. **Rôle du sodium (Na)** : [4]

L'élément sodium a pour rôle :

- D'assurer l'équilibre hydrique de l'organisme.
- D'assurer le bon fonctionnement des muscles et des nerfs.

Une déficience en sodium peut conduire à une déshydratation, des convulsions, une réduction de la croissance et un engourdissement général tandis que sa consommation abusive peut endommager nos reins et augmenter les risques d'hypertension artérielle.

### 5. **Rôle du chlore (Cl)** : [4]

- Le chlore augmente le péristaltisme interne (cas de teneur en chlore élevé), si sa teneur est faible, il stimule la sécrétion gastrique. Il peut avoir une action cholérétique et protéger le foie des composants toxiques.

- Il participe également à la régulation de la pression osmotique.

Il intervient aussi dans le maintien de l'équilibre acido-basique et dans la perméabilité cellulaire.

## II. LES OLIGOELEMENTS

### 1. **Rôle du fer (Fe)** : [5]

Le fer intervient :

- Dans la composition de l'hémoglobine.
- Dans l'échange gazeux cellulaires (oxyhémoglobine, carboxyhémoglobine)

### 2. **Rôle du cuivre (Cu)** : [5]

Le cuivre intervient :

- Dans le développement de l'os et du squelette.
- Dans le fonctionnement du système nerveux et du cœur.
- Dans la protection contre les infections.

### 3. **Rôle du cobalt (Co)** : [5]

Ses fonctions se confondent à celle de la vitamine B12 dont il fait partie.

### 4. **Rôle du manganèse (Mn)** : [5]

Il joue un rôle important dans :

- Le processus d'ossification.
- La croissance.
- Les phénomènes de la reproduction.

## C. NUTRITION VEGETALE

### I. LES MACROELEMENTS

#### 1. **Rôle de l'azote (N)** : [6]

L'azote (1 à 3 % de la matière sèche) est assimilable par la plante sous forme d'ions : nitrate  $\text{NO}_3^-$  et ammonium  $\text{NH}_4^+$ .

Il est l'élément principal de la nutrition végétale car :

- C'est un moteur indispensable à la photosynthèse qui transforme la matière minérale en tissu végétal.
- C'est un facteur favorisant la floraison et la croissance des plantes.
- C'est un facteur des qualités des végétaux (ex : teneur en protéine des céréales)

Mais son excès se traduit par une floraison insuffisante et entraîne l'accumulation des nitrates dans la plante qui est néfaste pour la santé du consommateur.

#### 2. **Rôle du phosphore (P)** : [6]

Le phosphore (0,1 à 0,5% de la matière sèche) est assimilable par la plante sous forme des phosphates  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . C'est un élément essentiel pour :

- La floraison : coloration et maturation des fleurs
- La nouaison : transfert énergétique dans la synthèse des acides nucléiques pour la transmission des caractères héréditaires.
- La précocité de la production, le grossissement des fruits et la maturation des graines.

Le phosphore favorise également :

- L'absorption de l'eau.
- La résistance aux diverses maladies et parasites.

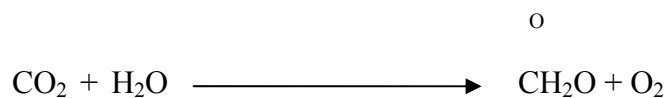
### 3. Rôle du potassium (K) : [6]

Le potassium (2 à 4 % de la matière sèche) est absorbé par la plante sous forme d'ion  $K^+$ . C'est un élément d'une extrême importance, indispensable à tout végétal.

Il intervient dans :

- La résistance des végétaux au gel, à la verse, à la sécheresse et aux diverses maladies telles que les infections foliaires, les pourritures des tiges et des racines en augmentant par la pression osmotique des substances vacuolaires.
- La migration des substances des synthèses vers les fruits et les parties charnues des plantes.
- L'absorption des cations et la transpiration.
- La fructification régulière et l'augmentation du poids des grains.
- Le métabolisme de la plante : activation plus de soixante enzymes dans :
  - Les synthèses des matières azotées
  - Les synthèses des hydrates de carbone

Energie lumineuse



Chlorophylle

La carence en potassium ralentit la croissance de la plante et augmente la fragilité des tiges ; par contre son excès contrarie l'absorption du Ca, N et du Mg par la plante.

#### 4. **Rôle du calcium (Ca)** : [6]

Le calcium (1 à 2 % de la matière sèche) est assimilable par les plantes sous forme d'ion  $\text{Ca}^{2+}$ . Il améliore les propriétés physico-chimiques (régulateur de pH) et biologiques des sols.

Le calcium joue un rôle important :

- Dans la multiplication cellulaire : qui garantit la cohésion et solidité des parois cellulaires.
- Dans la transpiration : phénomène d'évapotranspiration.
- Dans divers échanges transmembranaires : phénomène d'osmorégulation.
- Dans le contrôle d'absorption excessive d'eau et d'éléments toxiques (métaux lourds).
- Dans la formation des racines et maturation des fruits et graines.
- Dans la neutralisation des acides organiques en excès notamment les acides : oxalique, tartrique, citrique, particulièrement abondant dans les tissus âgés ou les oxydations cellulaires se font mal.

#### 5. **Rôle du magnésium (Mg)** : [6]

Le magnésium (0,1 à 0,7 % de la matière sèche) est assimilable par la plante sous forme d'ion  $\text{Mg}^{2+}$ . Il joue un rôle très important dans la plupart des fonctions vitales de la plante :

- Constituant majeur de la molécule de chlorophylle responsable de la couleur verte des plantes.
- Il favorise l'absorption du phosphore et son transport dans les graines et évite l'absorption excessive du potassium par la plante.
- Il renforce la défense des feuilles.

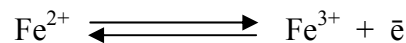
## II. LES OLIGOELEMENTS

### 1) **Rôle du fer (Fe)** : [7]

Le fer intervient :

- Dans la respiration : transport de l'oxygène.
- Dans la photosynthèse : catalyseur des plusieurs enzymes d'oxydation.

Dans la plupart des cas, il agit au sein d'une molécule organique par le jeu du changement de valence qui lui permet de passer réversiblement de l'état bivalent à l'état trivalent par perte d'un électron :



### 2) **Rôle du cuivre (Cu)** : [7]

Le cuivre agit par son changement de valence :  $\text{Cu}^{+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \bar{e}$

Il intervient :

- Dans l'absorption de l'azote par la plante.
- Dans la formation des hormones de croissance.
- Dans l'activation de plusieurs système enzymatiques : catalyseur des plusieurs enzymes d'oxydation

Le cuivre stimule la germination et la croissance de la plante, mais a forte dose il devient toxique.

### 3) **Rôle du manganèse (Mn)** : [7]

Il joue un rôle important dans :

- Le développement de la plante : métabolisme de l'azote, photosynthèse, résistance.
- Dans l'activation de plusieurs système enzymatiques : catalyseur des plusieurs enzymes d'oxydation

## • LES METHODES D'ANALYSES PHYSIQUES UTILISEES DANS LA PARTIE EXPERIMENTALE

Nous avons effectué l'analyse de nos échantillons par trois méthodes physiques différentes :

- Spectrométrie de fluorescence X.
- Spectrométrie d'absorption atomique.
- Spectrométrie I.C.P (Inductively Coupled Plasma)

Nous allons voir respectivement le principe et l'appareillage de chaque méthode

### A. LA SPECTROMETRIE DE FLUORESCENCE X

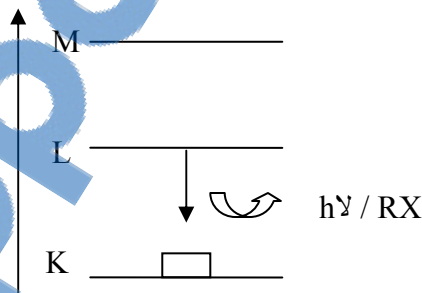
#### 1) Principe : [9]

La spectrométrie de fluorescence X est une spectrométrie de l'atome basée sur l'émission de photon X de fluorescence d'énergie  $h\nu$

Elle est caractérisée par :

- Le rayonnement : un faisceau de rayonnement X de grande énergie
- Le système énergétique : l'atome (électron interne de l'atome)
- Allure du spectre : spectre de l'atome donc spectre de raie.
- Processus de fluorescence : par absorption de photon et sous une température élevée, il y a formation de lacune électronique sur la couche interne de l'atome et il y a complètement de cette lacune qui conduit à une désexcitation ou émission de photon.

**Figure. 1 : Processus de fluorescence**



- Si lacune est sur K on a K-1, par désexcitation il aura émission de photon X de fluorescence ou raie X de désexcitation K /  $K_\alpha$  et  $K_\beta$

- Si lacune est sur L on a L-1, par désexcitation il aura émission de photon X de fluorescence ou raie X de désexcitation L /  $L_\alpha$  et  $L_\beta$

- Si lacune est sur M on a M-1, par désexcitation il aura émission de photon X de fluorescence ou raie X de désexcitation  $M_\alpha$ ,  $M_\beta$  et  $M_\gamma$

Chaque photon X est caractérisé par :

- Une énergie avec une fréquence bien déterminée donnée par :

$$\gamma^{1/2} = a (Z - b)$$

Avec  $\gamma$  : fréquence

A et b : constantes caractéristiques de rayon X de fluorescence

Z : numéro atomique

- Une intensité :

$$I_i = S_i \times A_i \times C_i$$

Avec  $I_i$  : intensité

$C_i$  : concentration des éléments dans l'échantillon

$S_i$  : Sensibilisation de la chaîne de comptage. Elle est fonction de la géométrie du système et de l'efficacité du détecteur

$A_i$  : Absorption de rayon X par l'échantillon,  $A_i = T_i^{-1}$

$T_i$  : Facteur de transmission. Il tend vers l'unité pour un échantillon mince.

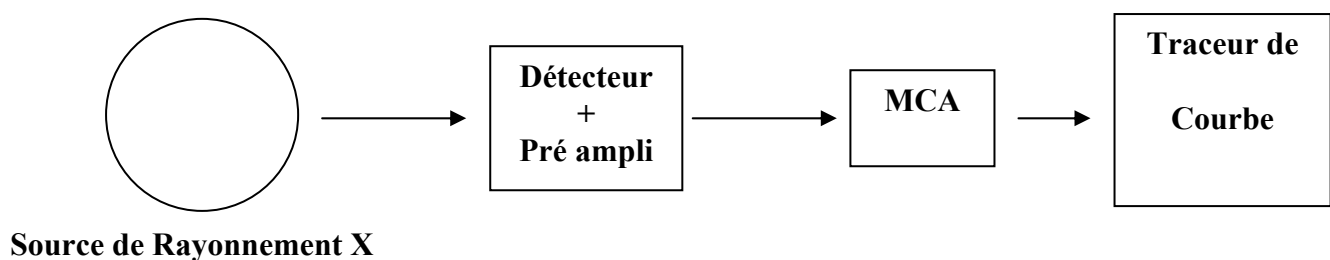
La spectroscopie de fluorescence X est donc utilisée pour étudier :

- D'une part la nature des éléments chimiques dans l'échantillon par ses fréquences  $\gamma$
- D'autre part la concentration de ces éléments par ses intensités I

## 2) Appareillage

Type d'appareillage : Spectromètre de fluorescence X à dispersion d'énergie dont le schéma est le suivant :

**Figure. 2 : Principe de spectromètre de fluorescence X**





### 3) Conditions expérimentales :

L'analyse de nos échantillons par spectrométrie de fluorescence X a été réalisée au laboratoire de cimenterie HOLCIM d'IBITY Antsirabe avec les conditions expérimentales suivantes :

- Générateur de rayon X : MINIPAL 2 PW 4025
- Système : Hélium (He)
- Détecteur : Si-PIN coller au thermoélectrique
- Tube d'excitation : Rhodium ou chrome anode opéré à :  
Min 4 KV                      Max 30 KV  
ou    Min 1μA                      Max 1mA (9W)
- Type d'analyse : Application standard avec pastille ou sur perle
- Filtre : Kapton

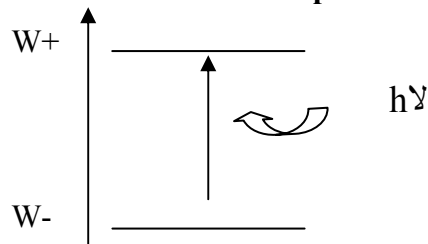
## B. LA SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE

### 1) Principe :

La spectroscopie d'absorption atomique utilise comme : **[10]**

- Rayonnement énergétique : le rayonnement électromagnétique dans le domaine de visible  $\lambda > \mu$
- Système énergétique : les électrons externes de l'atome
- Processus d'interaction : processus d'absorption avec désexcitation de l'atome (électron de l'atome)

**Figure. 3 : Processus d'absorption**



La désexcitation de l'atome conduit à l'absorption d'un photon caractérisé d'une part par sa fréquence  $\gamma$  caractéristique de l'atome, et d'autre part par son intensité  $I$  caractéristique de sa concentration.

Il en résulte une absorption du rayonnement liée à la concentration de l'élément considéré par une relation de la forme :

$$\log I/I_0 = K \times L \times C$$

Tel que  $I < I_0$

Avec

$I_0$ : Intensité de la radiation incidente

$I$ : intensité de la radiation après la traversée de la flamme

$L$ : longueur du chemin optique

$C$ : concentration dans la solution

## 2) Appareillage : il comprend généralement

**a)** Un générateur de photons : destiné à fournir un flux de photons d'intensité constante dans le temps et de fréquence bien définie correspondant à l'élément à doser.

Le plus répandu est la lampe à cathode creuse constituée du métal (ou des métaux) à doser qui est volatilisé et excité par décharge cathodique dans une atmosphère gazeuse à très basse pression. [9]

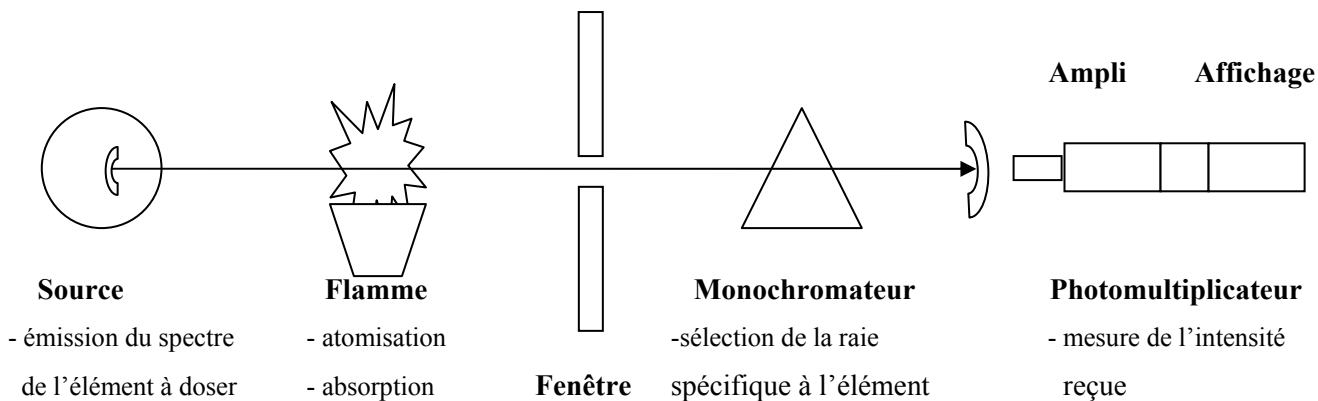
**b)** Un générateur d'atome : constitué par un système de nébulisation (qui est un pulvérisateur spécial, alimenté par le gaz comburant dont le débit doit être parfaitement réglé et maintenu constant, transforme la solution à analyser en brouillard) ; suivie d'une chambre prémélange et de décantation. Il alimente un brûleur généralement de type laminaire, long et cylindrique ou parallélépipédique muni d'une fente longitudinale pouvant atteindre 15 cm ou de plusieurs séries de fentes transversales.

La flamme est essentiellement caractérisée par sa température et sa vitesse de combustion [9]

**c)** Un monochromateur simple : destiné à parfaire la sélection de la longueur d'onde, déjà effectuée par le choix de la cathode creuse. Il est placé après la flamme afin d'éliminer les spectres parasites tels ceux émis par la flamme ou les autres raies du spectre de la source [9]

**d)** Un récepteur : constitué par un photomultiplicateur, associé à un amplificateur, linéaire ou logarithmique qui transforme ensuite la lumière en courant électrique proportionnel à son intensité. Le courant sera converti en absorbance ou en concentration selon l'appareil utilisé [9]

**Figure. 4 : Principe de Spectromètre d'absorption atomique [11]**



### 3) Conditions expérimentales

L'analyse de nos échantillons par spectrométrie d'absorption atomique a été effectuée au laboratoire de pédologie FOFIFA à Tsimbazaza avec les conditions expérimentales suivantes :

- Appareil : PERKIN ELMER 1100B
- Source lumineuse : Lampe
- Compresseur : Air comprimé
- Carburant : Acétylène ( $C_2H_2$ )

Les longueurs d'ondes des éléments

Calcium: 422, 7 nm

Magnesium: 285, 2 nm

Potassium: 766, 5 nm

Limite de détection des ces éléments :

Calcium: 0,092 mg/l

Magnesium: 0,007 mg/l

Potassium: 0,043 mg/l

### C. LA SPECTROMETRIE I.C.P (Inductively Coupled Plasma)

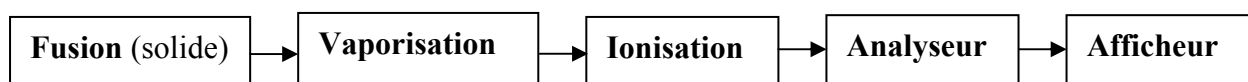
La torche à plasma est une méthode physique d'analyse chimique permettant de doser la quasi-totalité des éléments simultanément. On utilise fréquemment le terme anglais ICP (*Inductively Coupled Plasma*).

#### a) Principe de la méthode : [16]

La méthode consiste à ioniser l'échantillon en l'injectant dans un plasma d'argon, ou parfois d'hélium, c'est-à-dire que les atomes de la matière à analyser sont transformés en ions par une sorte de flamme extrêmement chaude : jusqu'à 8 000 K.

L'échantillon pénètre généralement dans le plasma sous une forme condensée (liquide ou solide), et doit donc subir les changements d'états suivants :

**Figure. 5 : Principe de spectromètre I.C.P**



L'échantillon doit être introduit dans le plasma sous une forme finement divisée, car les puissances utilisées (généralement inférieures à 2 000 watts de puissance incidente) ne permettent pas de traiter des particules de taille supérieure au micromètre durant leur temps de résidence au sein du plasma ; si l'on veut analyser un solide, il faut donc d'abord le transformer en une suspension de fines particules, portées par un courant de gaz plasmagène

#### b) **SCHEMAS D'UN SPECTROMETRE ICP (Inductively Coupled Plasma)**

**Figure. 6 : Spectromètre d'émission ICP**



**Remarque : L'enregistrement du spectre ICP a été effectué au laboratoire de CNRS de l'Université Orléans de France lors du voyage du Professeur Pax RAJAONERA**

# RESULTATS EXPERIMENTAUX

RESULTATS EXPERIMENTAUX SUR LA  
VALORISATION DES PLANTES ET MINERAUX DE  
MADAGASCAR EN NUTRITION VEGETALE ET  
ANIMALE

## I. VALORISATION DE LA PLANTE «*Ravenala madagascariensis* » EN NUTRITION MINERALE HUMAINE :

### A) FICHE TECHNIQUE DU «*Ravenala madagascariensis* » : [12]

Nous donnons ci-dessous la fiche technique de la plante « *Ravenala madagascariensis* »

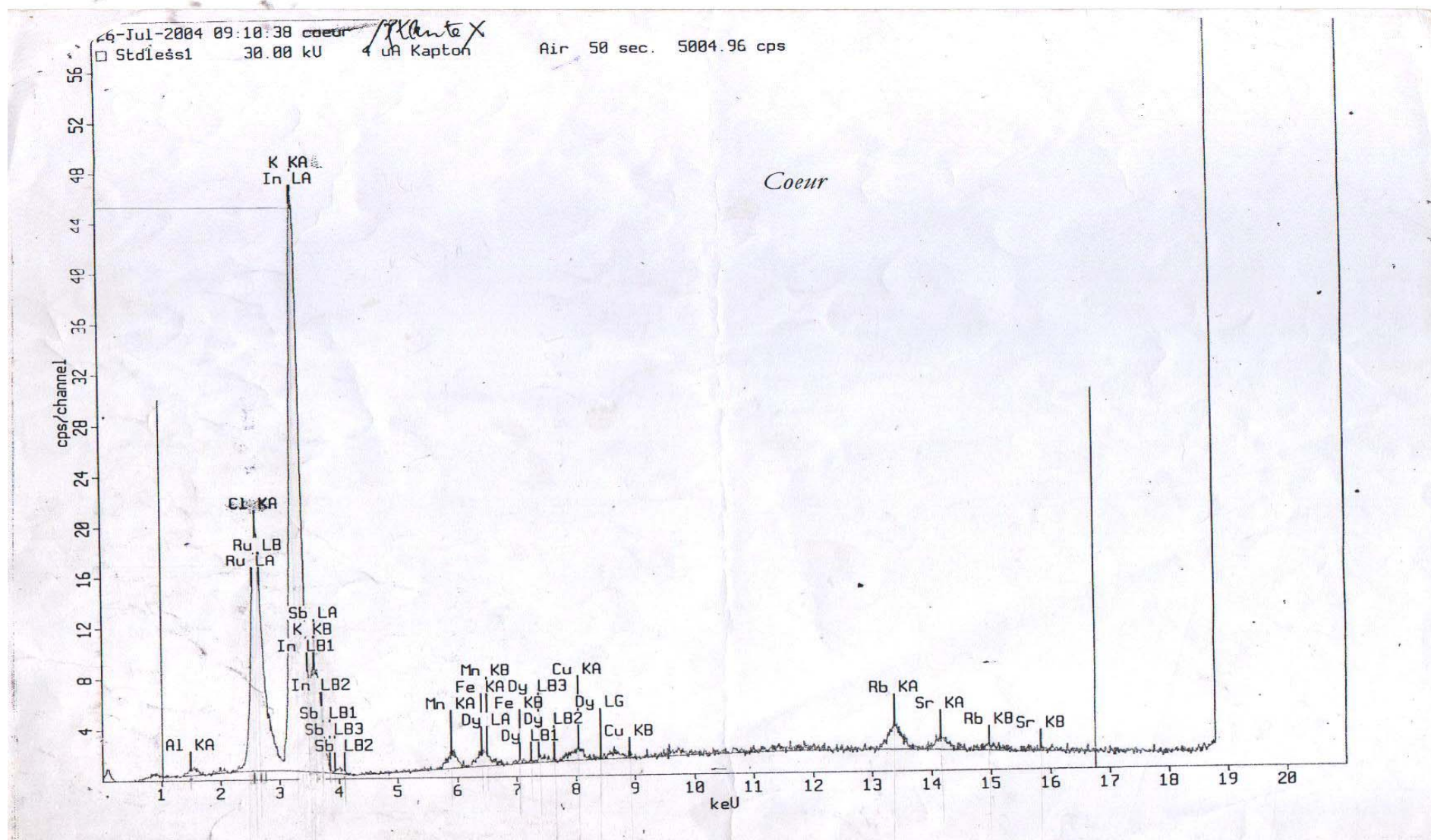
- **Nom scientifique** : *Ravenala madagascariensis*
- **Noms** : Ravenale (Europe), Ravinala (Malgache), Antandro (Sakalava), Bakabia (Betsimisaraka), Fitroka (Tankara)
- **Famille** : *Strelitziaceae*
- **Distribution géographique** : Plus forte prépondérance sur la côte Est que sur la côte Ouest de Madagascar.
- **Utilités et intérêts** : Les troncs et les feuilles servent de pilier, de plancher et de couverture des toitures des cases de la côte Est. Sa graine farineuse est un bon aliment pour les enfants.

### B) CARACTERISATION DU « *Ravenala madagascariensis* » PAR SPECTROMETRIE DE FLUORESCENCE X :

Nous avons effectué l'analyse de la plante « *Ravenala madagascariensis* » au sein du laboratoire de cimenterie HOLCIM IBITY Antsirabe. L'analyse du cœur et des feuilles de la plante a été réalisée séparément.

a. SPECTRE DE FLUORESCENCE X SUR L'ANALYSE DU CŒUR DE LA PLANTE « *Ravenala madagascariensis* »

**Figure. 7 :** Spectre de fluorescence X du cœur de la plante « *Ravenala madagascariensis* »





### a. 1 Observation sur le spectre :

Le spectre de fluorescence X **du cœur** de la plante « *Ravenala madagascariensis* » met en évidence la présence de l'élément :

- Aluminium par la raie X  $K_{\alpha}$  à 1,50 Kev (Table de power = 1,487 Kev), avec une intensité très faible.
- Chlore par la raie X  $K_{\alpha}$  à 2,64 Kev (Table de power = 2,622 Kev), avec une intensité **Moyenne**.
- Potassium par les raies X :
  - ❖  $K_{\alpha}$  à 3,33 Kev (Table de power = 3,314 Kev), avec une intensité **Très Forte**.
  - ❖  $K_{\beta}$  à 3,63 Kev (Table de power = 3,590 Kev) avec une intensité **Moyenne**.
- Manganèse par la raie X  $K_{\alpha}$  à 5,96 Kev (Table de power = 5,899 Kev), avec une intensité très faible.
- Fer par la raie X  $K_{\alpha}$  à 6,49 Kev (Table de power = 6,404 Kev), avec une intensité très faible.
- Cuivre par la raie X  $K_{\alpha}$  à 8,13 Kev (Table de power = 8,048 Kev), avec une intensité très faible.

### a. 2 Résultats sous forme de tableau:

Nous rassemblons nos résultats dans le **tableau. I (n°1)** ci-dessous

SPECTRES				TABLE DE POWERS	COMPOSITION CHIMIQUE
Eléments chimiques	Raies X de fluorescence (K, L)	Energie en (Kev)	Intensité	Energie correspondante (Kev)	Concentration (%)
Al (Z = 13)	$K_{\alpha}$	1,50	Très faible	1,487	8,71 %
Cl (Z = 17)	$K_{\alpha}$	2,64	Moyenne	2,622	23,14 %
K (Z = 19)	$K_{\alpha}$	3,33	Très Forte	3,314	54,83 %
	$K_{\beta}$	3,63	Moyenne	3,590	
Mn (Z = 25)	$K_{\alpha}$	5,96	Très faible	5,899	0,26 %
Fe (Z = 26)	$K_{\alpha}$	6,44	Très faible	6,404	0,21 %
Cu (Z = 29)	$K_{\alpha}$	8,12	Très faible	8,048	0,10 %

**Tableau. I (n°1) : Dépouillement du spectre du cœur de la plante « *Ravenala madagascariensis* »**

### **a. 3 Interprétations et conclusion :**

Nous avons mis en évidence par spectrométrie de fluorescence X que le **cœur** de la plante « *Ravenala madagascariensis* » contient une forte concentration en potassium.

- Le potassium K joue un rôle important en nutrition humaine pour éviter l'hypertension artérielle et l'accident cardiovasculaire.

Nous avons constaté aussi la présence du :

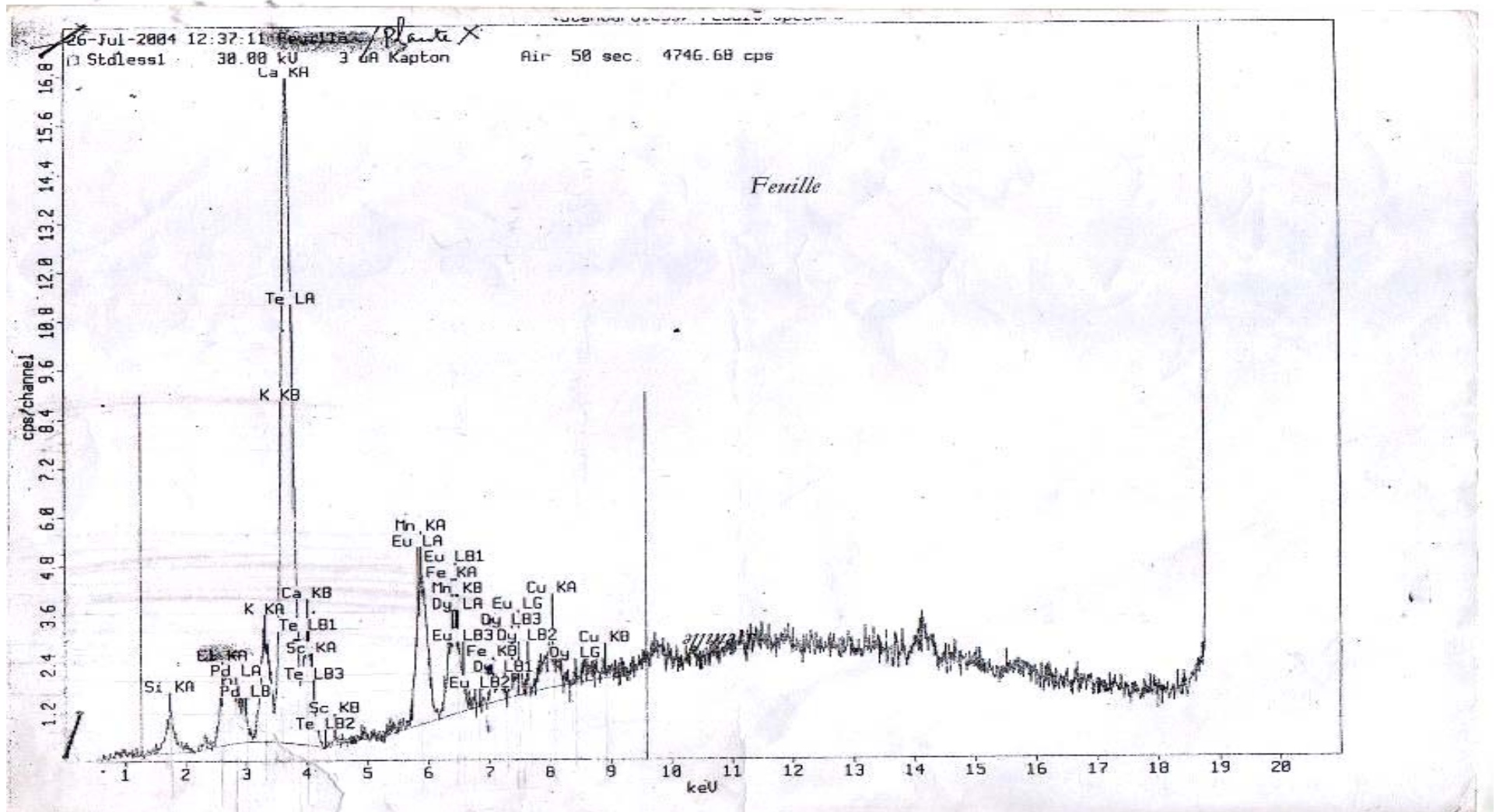
- Chlore Cl qui participe à la régulation de la pression osmotique et au maintien de l'équilibre acide – base dans l'organisme humain.

#### **Remarques :**

Nous constatons sur le spectre la raie X  $K_{\beta}$  à 3,6 Kev qui est attribuée par le logiciel du spectromètre au potassium, Sb  $L_{\alpha}$ , In  $L_{\alpha}$ . Or les éléments Sb et In n'existent pas à l'état mineur ou majeur sauf dans leur minéraux naturels ; donc dans cette plante seul l'élément potassium K est responsable de cette raie X de fluorescence.

b. SPECTRE DE FLUORESCENCE X SUR L'ANALYSE DES FEUILLES DE LA PLANTE «*Ravenala madagascariensis* »

**Figure. 8 :** Spectre de fluorescence X des feuilles de la plante « *Ravenala madagascariensis* »



### b. 1 Observation sur le spectre :

Le spectre de fluorescence X des feuilles de la plante «*Ravenala madagascariensis* » met en évidence la présence de l'élément :

- Silicium par la raie X  $K_{\alpha}$  à 1,75 Kev (Table de power = 1,740 Kev) avec une intensité faible.
- Chlore par la raie X  $K_{\alpha}$  à 2,64 Kev (Table de power = 2,622 Kev) avec une intensité faible.
- Potassium par la raie X  $K_{\alpha}$  à 3,33 Kev (Table de power = 3,314 Kev) avec une intensité faible.
- Calcium par la raie X  $K_{\alpha}$  à 3,60 Kev (Table de power = 3,590 Kev), avec une intensité **Très Forte**.
- Manganèse par la raie X  $K_{\alpha}$  à 5,93 Kev (Table de power = 5,881 Kev), avec une intensité Moyenne.
- Fer par la raie X  $K_{\alpha}$  à 6,44 Kev (Table de power = 6,404 Kev), avec une intensité faible.
- Cuivre par la raie X  $K_{\alpha}$  à 8,12 Kev (Table de power = 8,048 Kev), avec une intensité faible.

### b. 2 Résultats sous forme de tableau

Nous rassemblons nos résultats dans le **tableau. I (n°2)** ci-dessous

SPECTRES				TABLE DE POWERS	COMPOSITION CHIMIQUE
Eléments chimiques	Raies X de fluorescence (K, L)	Energie en (Kev)	Intensité	Energie correspondante (Kev)	Concentration (%)
Si (Z = 14)	$K_{\alpha}$	1,50	Très faible	1,487	24,91 %
Cl (Z = 17)	$K_{\alpha}$	2,64	faible	2,622	8,82 %
K (Z = 19)	$K_{\alpha}$	3,33	faible	3,314	8,37 %
Ca (Z = 20)	$K_{\alpha}$ $K_{\beta}$	3,60 4,02	Très Forte faible	3,590 4,013	43,40 %
Mn (Z = 25)	$K_{\alpha}$	5,96	Moyenne	5,899	3,38 %
Fe (Z = 26)	$K_{\alpha}$	6,44	Très faible	6,404	1,29 %
Cu (Z = 29)	$K_{\alpha}$	8,12	Très faible	8,048	0,58 %

**Tableau. I (n°2) : Dépouillement du spectre de fluorescence X des feuilles de la plante « *Ravenala madagascariensis* »**

### **b.3 Interprétations et conclusions :**

Nous avons mis en évidence par spectrométrie de fluorescence X que **les feuilles** de la plante « *Ravenala madagascariensis* » contiennent une forte concentration en calcium ; qui est un élément essentiel dans :

- La formation des tissus osseux : constitués de  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- L'équilibre du système nerveux
- La coagulation sanguine : le sang humain contient 75 à 160 mg de calcium par litre.
- La régulation de l'organisme : activation des enzymes.

Nos résultats sur la caractérisation de la plante « *Ravenala madagascariensis* » nous permettent d'affirmer les points importants suivant :

- On peut utiliser la plante « *Ravenala madagascariensis* » en tant qu'apport alimentaire pour les personnes hypertendues.
- On peut l'utiliser également en tant qu'apport nutritionnel en Calcium.

#### **Remarque :**

Nous constatons sur le spectre la raie X  $K_\alpha$  à 3,6 Kev attribuée par le logiciel du spectromètre au Calcium, Te  $L_\alpha$ , Pd . Or les éléments Te et Pd n'existent pas à l'état mineur ou majeur sauf dans leur gisement minéraux.

Dans cette plante seul l'élément calcium est responsable de cette raie X de fluorescence.

## II. VALORISATION DE LA PLANTE « *Solanum mauritianum* » EN NUTRITION MINÉRALE HUMAINE ET VÉGÉTALE

### A) FICHE TECHNIQUE DU « *Solanum mauritianum* » : [8]

Nous donnons ci- après la fiche technique de la plante « *Solanum mauritianum* » ou « *Sevabe* » :

- **Nom vernaculaires:** Sevabe, Tambakolahy (Malgache), Tambakobe (Betsileo), Voampoabe (Merina).
- **Famille :** *Solanaceae*.
- **Genre :** *Solanum*.
- **Espèce :** *mauritianum*.
- **Botaniste :** *Scopoli*.
- **Description botanique :** Arbrisseau à rameaux épais couverts d'un tomentum blanc. Grandes feuilles par paire ou solitaire, discolores, d'aspect laiteux à la face inférieure. Fleurs en cymes paniculées, à corolle mauve. Fruits : baies globuleuses jaunâtres.
- **Distribution géographique :** Plante originaire de l'Amérique du sud, devenue fréquente à Madagascar, surtout autour d'Antananarivo.
- **Usages et intérêts :** Traitement des ulcères de l'estomac. Cendre riche en carbonate de potassium et en nitrate de potassium.

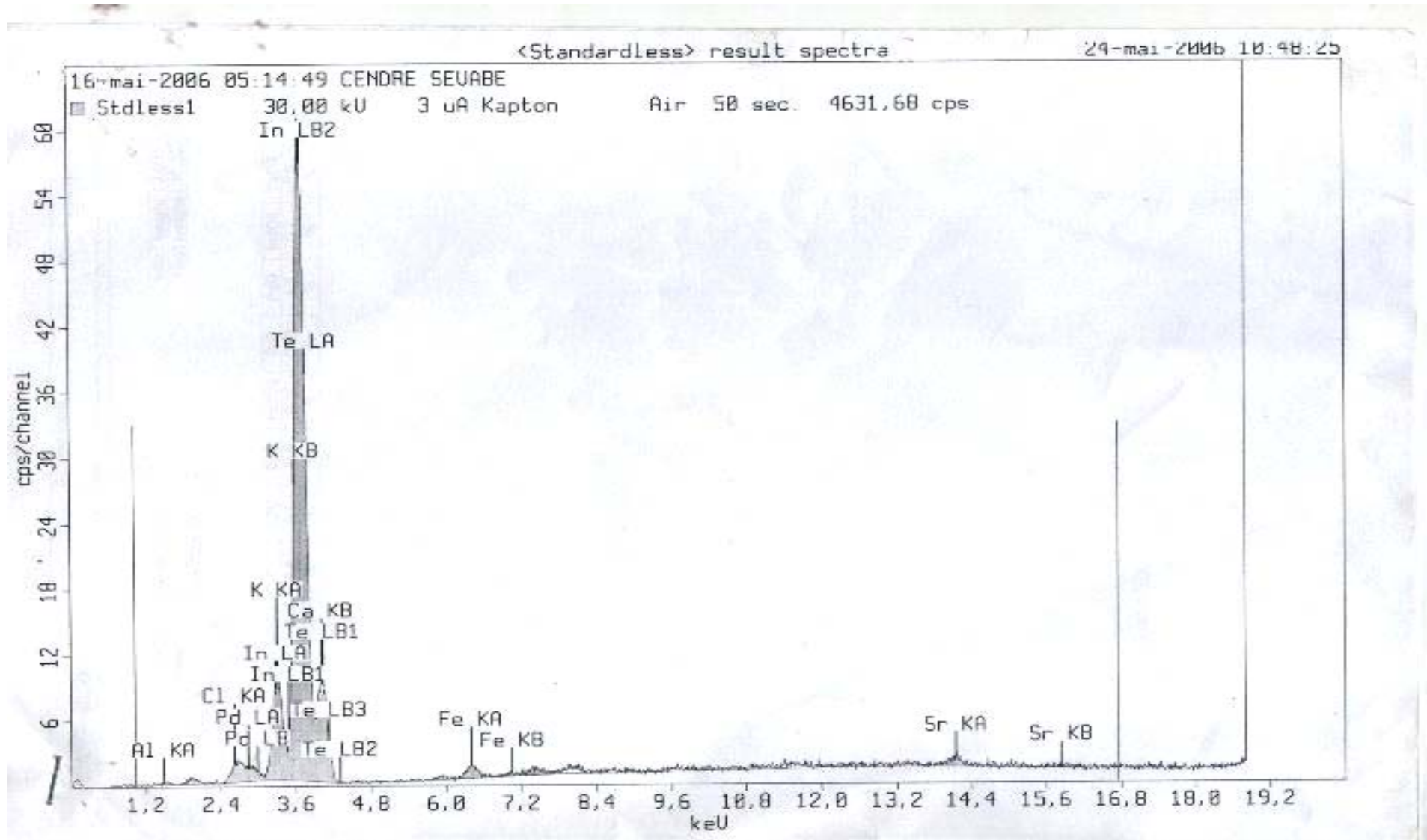
Nous allons caractériser la cendre minérale de cette plante par la méthode de spectrométrie de fluorescence X.

### B) CARACTÉRISATION DE LA CENDRE MINÉRALE DU « *Solanum mauritianum* » PAR SPECTROMÉTRIE DE FLUORESCENCE X :

L'analyse par spectrométrie de fluorescence X de la cendre minérale « *Solanum mauritianum* » ou « *Sevabe* » a été effectuée au laboratoire de cimenterie HOLCIM d'IBITY Antsirabe.

1) SPECTRE DE FLUORESCENCE X DE LA CENDRE MINERALE « *Solanum mauritianum* »

Figure. 9 : Spectre de fluorescence X du « *Solanum mauritianum* »



Le spectre de fluorescence X de la cendre minérale du «*Solanum mauritianum* » met en évidence la présence de l'élément :

- Aluminium par la raie X  $K_{\alpha}$  à 1,50 Kev (Table de power = 1,487 Kev), avec une intensité très faible.
- Chlore par la raie X  $K_{\alpha}$  à 2,64 Kev (Table de power = 2,622 Kev), avec une intensité très faible.
- Potassium par les raies X :
  - ❖  $K_{\alpha}$  à 3,33 Kev (Table de power = 3,314 Kev), avec une intensité **Moyenne**.
  - ❖  $K_{\beta}$  à 3,63 Kev (Table de power = 3,590 Kev), **Epaulement**.
- Calcium par la raie X  $K_{\beta}$  à 4,02 Kev (Table de power = 4,013 Kev), avec une intensité **Moyenne**.
- Fer par la raie X  $K_{\alpha}$  à 6,44 Kev (Table de power = 6,404 Kev), avec une intensité très faible.

## 2) Résultats sous forme de tableau :

Nous donnons dans le **tableau .II (n°3)** suivant le dépouillement du spectre de fluorescence X de la plante « *Solanum mauritianum* » :

SPECTRES				TABLE DE POWERS	COMPOSITION CHIMIQUE	
Eléments chimiques	Raies X de fluorescence	Energie en (Kev)	Intensité	Energie correspondante	Eléments Forme oxyde	Concentration (%)
Al (Z=13)	$K_{\alpha}$	1,50	Très faible	1,487	$Al_2O_3$	22,59 %
Cl (Z=17)	$K_{\alpha}$	2,64	Très faible	2,622	Cl	8,28 %
K (Z=19)	$K_{\alpha}$	3,33	Moyenne	3,314	$K_2O$	34,26 %
	$K_{\beta}$	3,63	Epaulement	3,590		
Fe (Z=26)	$K_{\alpha}$	6,44	Très faible	6,404	$Fe_2O_3$	2,11 %
Bilan					$\Sigma Ci$	67,24 %

**Tableau. II (n°3) : Dépouillement du spectre de fluorescence X du « *Solanum mauritianum* »**



### 3) Interprétations et conclusions :

Nous constatons que  $\sum C_i \neq 100\%$  ce qui signifie que tous les éléments chimiques ne se trouvent pas forcément sous forme oxyde.

D'après nos résultats expérimentaux ci-dessus, nous constatons que la cendre minérale du « *Solanum mauritianum* » ou « *Sevabe* » contient:

- L'élément potassium (K)
- L'élément calcium (Ca)
- L'élément Chlore (Cl)

#### Remarques :

➤ Le logiciel donne tous les éléments chimiques ayant la raie X de fluorescence ( $K\alpha$ ,  $K\beta$ ,  $L\alpha$ ,  $L\beta$ , ...) pour une énergie donnée. C'est ainsi que nous avons des éléments de Terres rares comme le Palladium (Pd) et Tellure (Te) . Cependant ces éléments n'existent pas à l'état mineur ou majeur dans les plantes.

➤ Nous avons mis en évidence par spectrométrie de fluorescence X la présence de l'élément potassium K qui est déjà mentionné dans la fiche technique de la plante. Cet élément potassium joue un double rôle :

- Le potassium K représente un élément fertilisant avec l'azote N et le phosphore P, donc la plante « *Solanum mauritianum* » peut servir des fertilisant. Il s'agit d'un fertilisant non chimique donc utilisable dans la culture des produits Bio recherchés dans le marché mondial à cause des critères environnementaux.

- Le potassium K intervient également en nutrition humaine pour éviter l'hypertension artérielle et l'accident cardiovasculaire.

➤ Nous avons mis en évidence également la présence de

- L'élément Chlore Cl qui joue un rôle important dans la régulation de la pression osmotique et la sécrétion gastrique.
- L'élément fer Fe qui intervient dans la composition de l'hémoglobine

Nous voulons vérifier la présence d'autres éléments minéraux importants par une autre méthode physique : spectrométrie d'absorption atomique.

**C) CARACTERISATION DE LA CENDRE MINERALE DU « *Solanum mauritianum* » PAR SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE :**

La spectroscopie d'absorption atomique nous permet de déterminer les concentrations des éléments (Potassium K, Calcium Ca, Magnésium Mg) dans la cendre minérale « *Solanum mauritianum* ».

Les mesures ont été effectuées au sein du laboratoire de FOFIFA à Tsimbazaza Antananarivo

**FORMULES MATHÉMATIQUES [18]**

**MOYENNE ARITHMÉTIQUE :**

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

**ECART TYPE :**

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

**1) Nos résultats expérimentaux :**

**i. Mesure de l'ion K<sup>+</sup>:**

Nous donnons dans le **tableau. II (n°4)** ci-après les résultats de dosage de l'ion K<sup>+</sup>

Solution à 1/100	Xi en (ppm)			Moyenne arithmétique	Ecart type
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	$\bar{X}$	$\sigma(X)$
<b>Concentration (ppm)</b>	430	430	430	430	0

**Tableau. II (n°4) : Essais de dosage pour le potassium**

ii. Mesure de l'ion  $\text{Ca}^{+2}$

Nous donnons dans le **tableau. II (n°5)** ci-dessous les résultats de dosage de l'ion  $\text{Ca}^{+2}$

Solution à 1/100	Xi en (ppm)			Moyenne arithmétique	Ecart type
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$\bar{X}$	$\sigma(X)$
<b>Concentration (ppm)</b>	68,2	68,2	68,2	68,2	0

**Tableau. II (n°5) :** Essais de dosage pour le Calcium

iii. Mesure de l'ion  $\text{Mg}^{+2}$  :

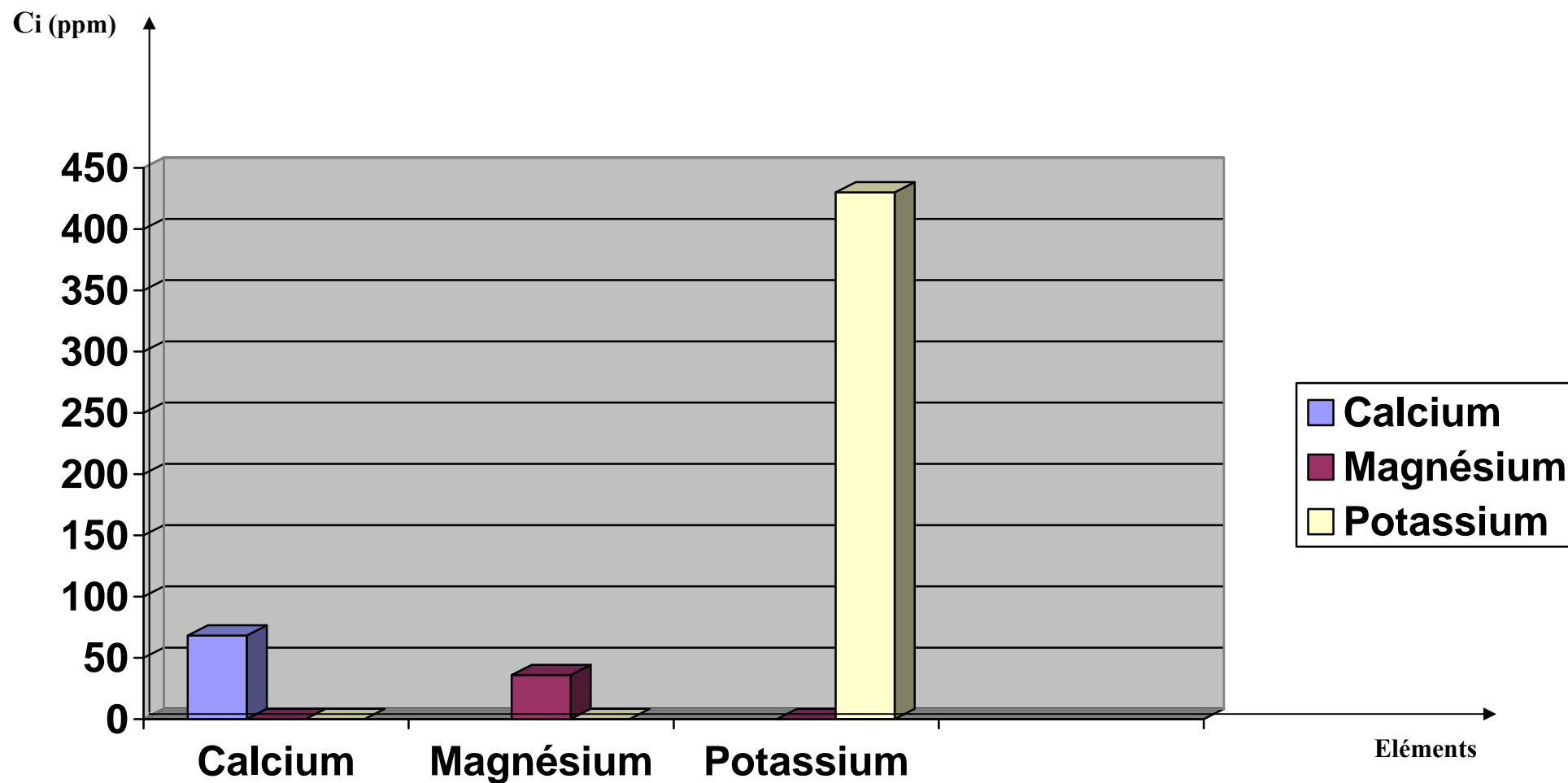
Nous donnons dans le **tableau. II (n°6)** suivant les résultats de dosage de l'ion  $\text{Mg}^{+2}$

Solution à 1/100	Xi en (ppm)			Moyenne arithmétique	Ecart type
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$\bar{X}$	$\sigma(X)$
<b>Concentration (ppm)</b>	36	36	36	36	0

**Tableau. II (n°6) :** Essais de dosage pour le Magnésium

2) HISTOGRAMME DONNANT LA PROPORTION DES ELEMENTS DETECTES PAR SPECTROMETRE D'ABSORPTION ATOMIQUE  
DU « *Solanum mauritianum* » ou « *Sevabe* »

**Figure. 10 :** Histogramme représentant la proportion des éléments détectés par absorption atomique



## **INTERPRETATIONS DES NOS RESULTATS :**

Nous avons mis en évidence par spectrométrie d'absorption atomique que la cendre minérale du « *Solanum mauritianum* » ou « *Sevabe* » contient :

- L'élément Potassium (K)

Ses rôles biologiques sont déjà mentionnés précédemment.

De plus, nous avons détecté aussi la présence de :

- L'élément Calcium (Ca) qui intervient dans la transpiration, le phénomène osmorégulation, la multiplication cellulaire des végétaux. C'est aussi un élément qui sert d'amendement du sol. Ce même élément joue un rôle important dans la formation de la masse osseuse, dans l'équilibre du système nerveux et dans la coagulation sanguine (freine l'hémorragie).

- L'élément magnésium Mg ( $Z = 12$ ) qui n'est pas détecté lors de l'analyse par spectrométrie de fluorescence X. Cet élément magnésium joue un rôle important dans :

- La nutrition végétale : constituant majeur de la chlorophylle.
- L'équilibre du système nerveux.

## **CONCLUSIONS :**

Nous avons constaté que nos résultats d'analyse par spectrométrie d'absorption atomique concordent aussi bien avec ceux obtenus par spectrométrie de fluorescence X que ceux de la littérature [8].

Nous pouvons dire les points importants suivants :

- On peut utiliser la plante « *Solanum mauritianum* » ou « *Sevabe* » en tant que **fertilisant** en particulier pour les produits **Bio** rechercher dans le marché international.
- On peut l'utiliser également pour procurer du potassium dans le traitement de l'**Hypertension artérielle**.

Les plantes que nous avons caractérisées répondent bien à l'objectif de notre étude qui vise à valoriser les éléments minéraux qu'elles renferment en nutrition végétale et animale. Nous allons étudier maintenant le minéral naturel connu sous le nom de « pouzzolane » que nous espérons avoir un intérêt signifiant dans le cadre de la nutrition végétale

### III. VALORISATION DE LA « POZZOLANE » DE MADAGASCAR EN NUTRITION VEGETALE :

#### A. DEFINITION DE LA « POZZOLANE »: [13]

Les pouzzolanes sont des produits naturels d'origine volcaniques, essentiellement composés de silice, d'alumine, et d'oxyde ferrique.

#### B. LOCALISATION DES POZZOLANES A MADAGASCAR :[13]

Des gisements spectaculaires ont été repéré dans les régions volcaniques de Madagascar ; les plus remarquable sont ceux de :

Duégo-Suarez, Nosy-Be, Antsirabe (Betafo), Sambaina, Faratsiho

Nous avons porté une étude sur la caractérisation de la pouzzolane de Madagascar en particulier celle du région de Vakinankaratra (Betafo Antsirabe) afin de valoriser son intérêt économique et scientifique.

#### C. PRELEVEMENT D'ECHANTILLON DE POZZOLANE D'ANTSIRABE BETAFO

Nous donnons dans le **tableau.III (n°7)** suivant le plan de prélèvement. Notre échantillon a été prélevé sur le gisement au près de la route Antsirabe Betafo PK 18,95 :

Lieu de prélèvement		Types d'échantillons	Granulométrie	Couleurs	Réserve économique
<b>Route ANTSIRABE - BETAFO</b>	PK 16,7	Lapilli sans argile	<b>5 à 20 mm</b>	Noire	++
	PK 17	Lapilli et cendres		Brun rouge	+++
	<b>PK 18,95</b>	Lapilli sans argile		<b>Gris noir</b>	+++
	PK 19	Lapilli		Grise	++
	PK 19.2	Lapilli		Grise	++
<b>Aux environs d' ANTSIRABE</b>	Cratère Tritriva	Lapilli	5 à 50 mm	Grise	++
	Amboniloha	Lapilli et cinérites	5 à 20 mm	Brune bariolée	+
	Ambohitsokina	Projection hétérogène	5 à 50 mm	Grise	++
	Vohitra	Lapilli	5 à 50mm	Grise	+

**Tableau. III (n°7) :** Tableau donnant le lieu de prélèvement de notre « Pouzzolane »

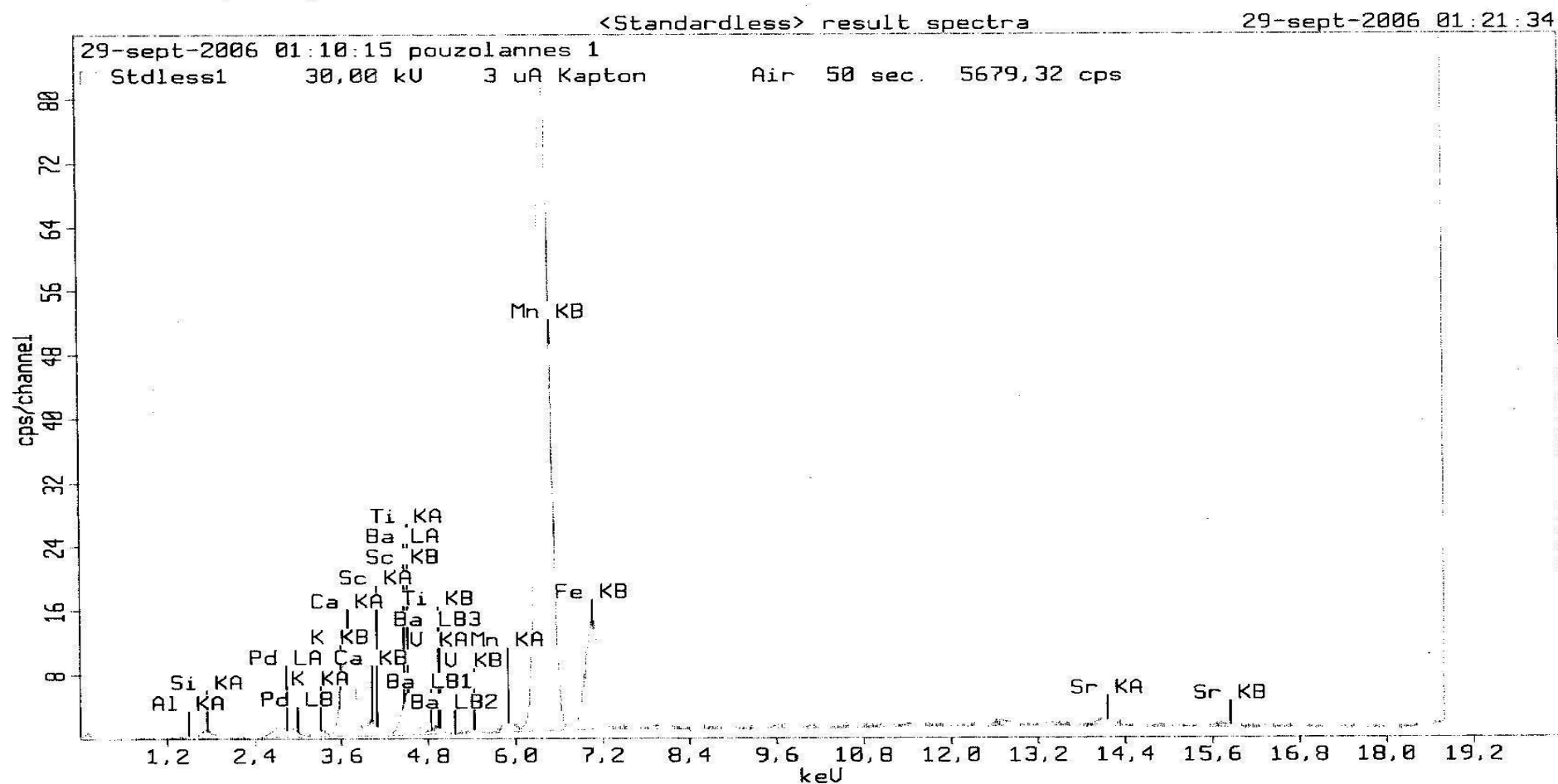
#### D. CARACTERISATION DE LA « POZZOLANE » PAR SPECTROMETRIE DE FLUORESCENCE X

L'analyse par spectrométrie de fluorescence X de notre « **POZZOLANE** » a été effectuée au laboratoire de cimenterie HOLCIM d'Antsirabe.

#### 1) Résultats expérimentaux :

a) SPECTRE DE FLUORESCENCE X DU « POUZZOLANE » DE LA REGION D'ANTSIRABE – BETAFO

Figure. 11 : Spectre de fluorescence X de la « POUZZOLANE » de la région Antsirabe Betafo



Le spectre de fluorescence X de la « **POUZZOLANE** » met en évidence la présence de l'élément :

- Aluminium par la raie X  $K_{\alpha}$  à 1.50 Kev (Table de power = 1.487 Kev), avec une intensité Très faible
- Silicium par la raie X  $K_{\alpha}$  à 1.75 Kev (Table de power = 1.740 Kev), avec une intensité Très faible
- Potassium par les raies X :
  - $K_{\alpha}$  à 3,33 Kev (Table de power = 3,314 Kev), avec une intensité faible
  - $K_{\beta}$  à 3,63 Kev (Table de power = 3,590 Kev) avec une intensité faible
- Calcium par la raie X
  - $K_{\alpha}$  à 3.70Kev (Table de power = 3.69 Kev) avec une intensité Moyenne
  - $K_{\beta}$  à 4.02 Kev (Table de power = 4.013Kev) avec une intensité faible
- Scandium par la raie X  $K_{\alpha}$  à 4.09 Kev (Table de power = 4.091 Kev), avec une intensité faible
- Titane par la raie X  $K_{\alpha}$  à 4.51 Kev (Table de power = 4.508 Kev), avec une intensité faible
- Vanadium par la raie X  $K_{\alpha}$  à 4.97 Kev (Table de power = 4.951 Kev), avec une intensité faible
- Manganèse par la raie X  $K_{\alpha}$  à 5.93 Kev (Table de power = 5.899 Kev), avec une intensité faible
- Strontium par la raie X  $K_{\alpha}$  à 14.33 Kev (Table de power = 14.165 Kev)  
avec une intensité faible



**b) Résultats sous forme de tableau :**

Nous donnons dans le **tableau. III (n°8)** le dépouillement du spectre de fluorescence X de la « **POUZZOLANE** »

SPECTRES				TABLE DE POWERS
Eléments chimiques	Raies X de fluorescence	Energie en (Kev)	Intensité	Energie correspondante
Al (Z=13)	K <sub>α</sub>	1,50	Très faible	1,487
Si (Z=17)	K <sub>α</sub>	2,64	Très faible	2,622
K (Z=19)	K <sub>α</sub>	3,33	faible	3,314
	K <sub>β</sub>	3,63	faible	3,590
Ca (Z=20)	K <sub>α</sub>	3,70	Moyenne	3,69
	K <sub>β</sub>	4,02	faible	4,013
Fe (Z=26)	K <sub>α</sub>	6,44	Très faible	6,404

**Tableau. III (n°8) : Dépouillement du spectre de fluorescence X de la « POUZZOLANE »**

Le **tableau. III (n°9)** ci-après donne le pourcentage (% en oxyde) des éléments détectés

Eléments chimiques	Concentration (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18%
SiO <sub>2</sub>	29%
K <sub>2</sub> O	0,69%
CaO	13%
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08%
TiO <sub>2</sub>	3,9%
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1%
MnO	0,43%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,2%
SrO	0,25%
PdO	4,8%
BaO	0,2%
Σ C <sub>i</sub>	99,65%
Paf (975°C) :	0,35%

**Tableau. III (n°9) : Concentration des éléments (% en oxyde)**

Nous constatons que  $\sum C_i \neq 100\%$  ce qui signifie que tous les éléments chimiques ne se trouvent pas forcément à la forme oxyde.

**C) ETUDE COMPARATIVE DES COMPOSITIONS CHIMIQUES DE NOTRE ECHANTILLON DE POUZZOLANE  
ET CEUX DE LA LITTERATURE**

Nous comparons les résultats expérimentaux dans le **tableau. III (n°10)** suivant :

<b>Analyse des éléments chimiques par spectrométrie de fluorescence X (% en Oxyde)</b>							
Eléments chimiques	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O
Notre échantillon	29 %	18 %	29,2 %	3,9 %	13 %	-	0,69 %
Pouzzolane d'Antsirabe [13]	34,6 %	24 %	13,7 %	2,2 %	5,7 %	4,8 %	-
Pouzzolane de Duégo-Suarez [13]	39,4 %	25,5 %	10,6 %	1,5 %	10,0 %	4,3 %	-
Pouzzolane de Nosy-Be [13]	31,6 %	23,8 %	15,5 %	3,2 %	2,5 %	4,1 %	
Pouzzolane de Sambaina [13]	30,7 %	33,7 %	15,1 %	3,2 %	1,4 %	-	-
Pouzzolane de Faratsiho [13]	47,7 %	34,7 %	2,1 %	1,2 %	-	-	-

**Tableau. III (n°10) : Tableau comparatif des compositions chimiques de notre pouzzolane et celles de la littérature**

## INTERPRETATION :

Le résultat du spectre de fluorescence X de la «**POUZZOLANE**» de la région Antsirabe – Betafo nous montre :

La présence de l'élément potassium en faible concentration qui ne s'affiche pas dans les résultats de la littérature.

Nous avons déjà mentionné que le potassium K est un élément fertilisant dont la fonction majeure est de stimuler la croissance de la plante et d'augmenter sa résistance aux divers facteurs destructeurs.

Nous voulons effectuer la caractérisation de ce même minéral par une autre méthode : spectrométrie d'absorption atomique.

### E. CARACTERISATION DE LA «**POUZZOLANE**» PAR SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE

1) Nos résultats expérimentaux :

#### a) Mesure de l'ion $K^+$

Nous donnons dans le **tableau. III (n°11)** ci-après les résultats de dosage de l'ion  $K^+$

Solution à 1/10	Xi en (ppm)			Moyenne arithmétique	Ecart type
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$\bar{X}$	$\sigma(X)$
<b>Concentration (ppm)</b>	28	28	28	28	0

**Tableau. III (n°11) : Essais de dosage pour le potassium**

**b) Mesure de l'ion  $\text{Ca}^{2+}$  :**

Nous donnons dans le **tableau. III (n°12)** ci-dessous les résultats de dosage de l'ion  $\text{Ca}^{+2}$

Solution à 1/100	Xi en (ppm)			Moyenne arithmétique	Ecart type
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$\bar{X}$	$\sigma(X)$
<b>Concentration (ppm)</b>	132	132	132	132	0

**Tableau. III (n°12) : Essais de dosage pour le Calcium**

**c) Mesure de l'ion  $\text{Mg}^{2+}$**

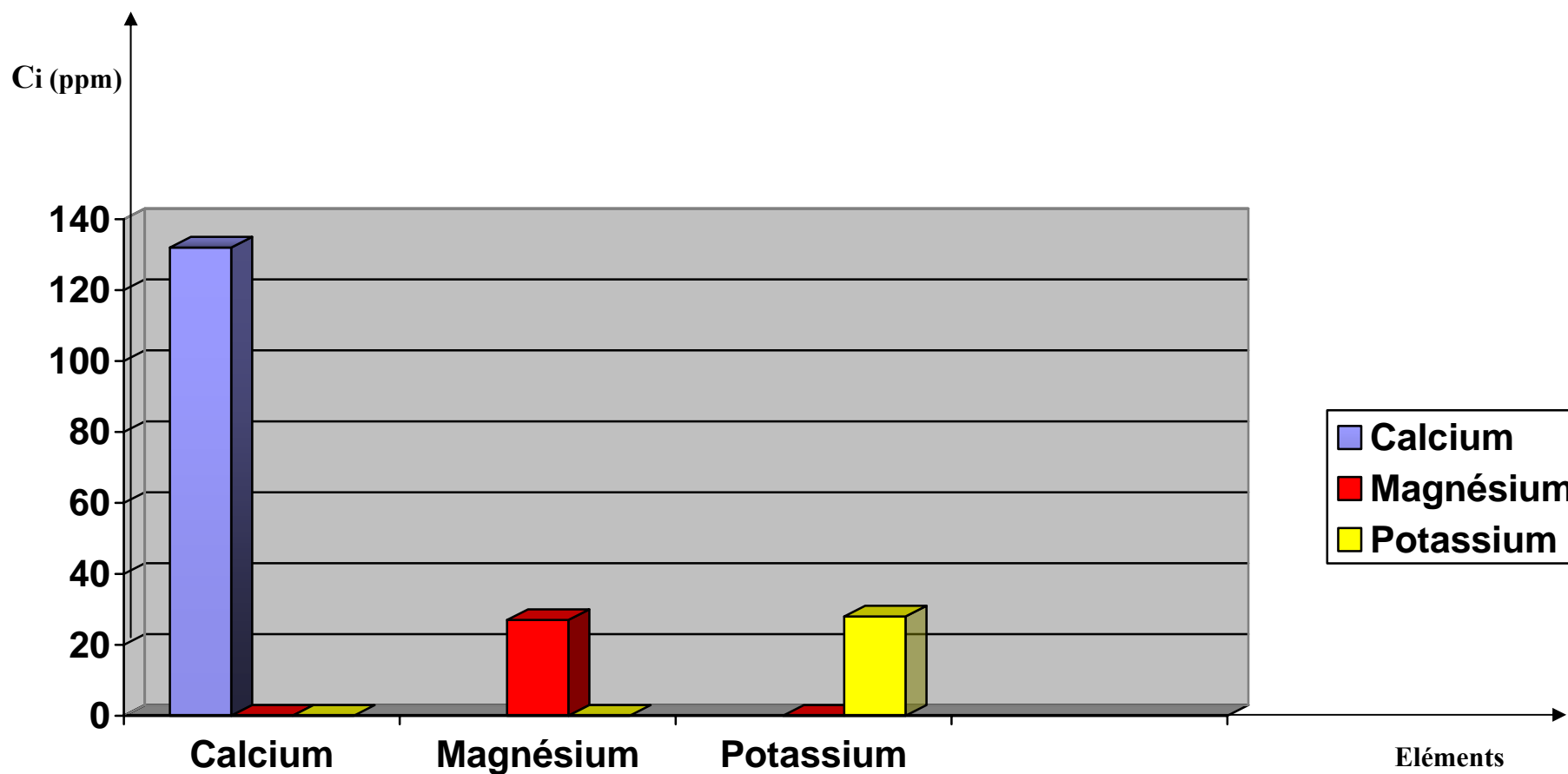
Nous donnons dans le **tableau. III (n°13)** suivant les résultats de dosage de l'ion  $\text{Mg}^{+2}$

Solution à 1/100	Xi en (ppm)			Moyenne arithmétique	Ecart type
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$\bar{X}$	$\sigma(X)$
<b>Concentration (ppm)</b>	27	27	27	27	0

**Tableau. III (n°13) : Essais de dosage pour le Magnésium**

1) HISTOGRAMME DONNANT LA PROPORTION DES ELEMENTS DETECTES PAR ABSORPTION ATOMIQUE

**Figure. 12 : Histogramme représentant la proportion des éléments détectés par absorption atomique**



## CONCLUSION

Nous avons mis en évidence la présence des éléments : potassium, calcium, magnésium dans le minéral naturel « **POUZZOLANE** »

Sa concentration en élément potassium est relativement faible, mais la présence du calcium et du magnésium dans sa composition chimique lui confère le nom « **AMENDEMENT** » qui améliore les propriétés physico-chimiques des sols.

Nous avons constaté également la présence des ions qui peuvent avoir des propriétés hydrauliques intéressantes dans ses constituants.

Certains éléments minéraux que nous avons pu détectés précédemment ont une grande importance pour la maîtrise de cultures vivrières (comme la riziculture, vaniculture,...). Nous allons essayer de voir la liaison entre ces éléments et ces cultures.

**RESULTATS EXPERIMENTAUX SUR LA  
CARACTERISATION DU RIZ PLUVIAL ET DE LA  
VANILLE NATURELLE DE MADAGASCAR**

#### IV. CARACTERISATION DE LA « *Vanilla planifolia* » DE MADAGASCAR

La culture de la vanille est une culture de rente à l'économie Malgache. Le pays fournissait entre 60 à 75 % du marché de la vanille naturelle mondial. [14]

A Madagascar en 2003, le prix du kilo de la vanille atteint 450 à 500 USD. Le volume de transaction pour l'exportation faisait en moyenne 1000 T, donc la vaniculture apporte une centaine de millions USD par an, d'où son intérêt économique. [15]

Nous donnons dans le **tableau. IV (n°14)** la chiffre de la production mondiale annuelle de la «*Vanilla planifolia* » [14]

<i><b>Productions (tonnes) annuelles de vanille [source : FAO (extrait)]</b></i>					
	<b><u>1964</u></b>	<b><u>1974</u></b>	<b><u>1984</u></b>	<b><u>1994</u></b>	<b><u>2004</u></b>
<u>Chine</u>	0	0	0	400	800
<u>Comores</u>	175	160	160	131	140
<u>Indonésie</u>	150	300	520	1770	2783
<u>Madagascar</u>	1050	2283	2277	1320	3000
<u>Mexique</u>	90	29	161	167	189
<u>Ouganda</u>	10	10	10	20	70
<u>Polynésie française</u>	100	21	6	13	35
<u>Réunion</u>	45	27	56	33	35
<u>Tonga</u>	0	10	16	100	130
<b>Total</b>	<b>1620</b>	<b>2 821</b>	<b>3 206</b>	<b>3 954</b>	<b>7 182</b>

**Tableau. IV (n°14) :** Tableau donnant la chiffre de la production mondiale annuelle de la « vanille »

En effet cette partie de mémoire à pour but de caractériser les compositions chimiques de la vanille de Madagascar en vue d'améliorer sa culture et d'augmenter son rendement économique en proposant des fertilisants minéraux bien appropriés.



A. FICHE TECHNIQUE DE LA PLANTE « *Vanilla planifolia* » : [14]

Nous donnons ci- après la fiche technique de la « *Vanilla planifolia* » :

- **Nom binomiale** : *Vanilla planifolia*
- **Règne** : *Plantae*
- **Classe** : *Liliopsida*
- **Ordre** : *Orchidales*
- **Famille** : *Orchidaceae*
- **Genre** : *Vanilla*
- **Distribution géographique** : Dans la région du SAVA (Sambava, Antalaha, Vohémar, Andapa) ; Diego Suarez et Toamasina

B. CARACTERISATION DE LA « *Vanilla planifolia* » PAR SPECTROMETRIE I.C.P

(Inductively Coupled Plasma)

a) Nos résultats expérimentaux :

Nous donnons dans le **tableau. IV (n°15)** ci-dessous les pourcentages (%) des éléments détectés dans la « *Vanilla planifolia* » de Madagascar par spectrométrie I.C.P

Eléments (%)	ECHANTILLON	
	Cendre export	Cendre non export
SiO <sub>2</sub>	0,6	0,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0
TiO <sub>2</sub>	0	0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2	0,1
MnO	0	0
MgO	0,3	0,4
CaO	1,9	1,7
Na <sub>2</sub> O	0,1	0,1
K <sub>2</sub> O	4	3,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,2	0,3
Perte au feu	92,5	92,6
Σ Ci	99,3	99,1

**Tableau. IV (n°15) : Concentration des éléments (% en oxyde) dans la « *Vanilla planifolia* »**

Nous constatons que  $\sum C_i \neq 100\%$  ce qui signifie que tous les éléments chimiques ne se trouvent pas forcément à la forme oxyde.

**b) Conclusions :**

L'analyse par I.C.P de la « *Vanilla planifolia* » de Madagascar met en évidence :

D'une part ses constituants minéraux majeurs :

- Potassium K ( $K_2O$ ) = 4 %
- Calcium Ca ( $CaO$ ) = 1.9 %

D'autre part ses besoins en éléments minéraux :

Cette plante contient des quantités non négligeables en potassium et en calcium. Donc pour améliorer la culture de vanille à Madagascar, nous devons utiliser des fertilisants qui sont en accords avec sa composition chimique.

A titre d'exemple : La Cendre minérale de la plante « *Solanum mauritianum* »

## V. CARACTERISATION DE LA POUDRE DE « *Oryza sativa* » DE MADAGASCAR

La riziculture (pluviale et irriguée) constitue la principale culture vivrière de base à Madagascar. Elle occupe une superficie totale de 1334000ha, ce qui représente environ 57.25% des terres cultivées dans l'île (statistique agricole, 1992) [17]. En particulier, nous avons axé notre étude sur le riz pluvial de Vakinankaratra.

Nous donnons dans le **tableau. V (n°16)** ci-après les résultats tests des riz pluviaux en milieu paysan 2000 – 2001. [17]

N° test	Dates semis	Variétés	% de touffes	Nb de panicule	% moyen de grains pleins	Poids moyen de 1000 grains	Estimation (/9)				Rendement	
							verse	pyri		Brunissure de graine	variété	Test
								Feuille	Cou			
TVR 01	19/11 06/04 18/04	FOFIFA 159	98	6.1	88	30.4	1	3	1	1	2277	2492
TVR 02	08/11 28/03 12/04	FOFIFA 159	92	8	80	30.5	1	2	1	4	3752	3747
TVR 03	15/11 04/04 17/04	FOFIFA 159	95	6.5	3	33.5	2	3	2	2	1241	1776
TVR 04	07/11 06/04 16/04	FOFIFA 159	97	7.7	93	31.5	2	6	1	6	1573	2575

**Tableau. V (n°16) : résultats tests des riz pluviaux en milieu paysan 2000 – 2001**

### A. FICHE TECHNIQUE DU RIZ PLUVIAL « *Oryza sativa* » [17]

Nous donnons ci- après la fiche technique de plante « *Oryza sativa* »

- **Règne** : végétale
- **Classe** : Monocotylédones
- **Famille** : Graminées
- **Genre** : *Oryza*
- **Espèces** : *Oryza sativa*

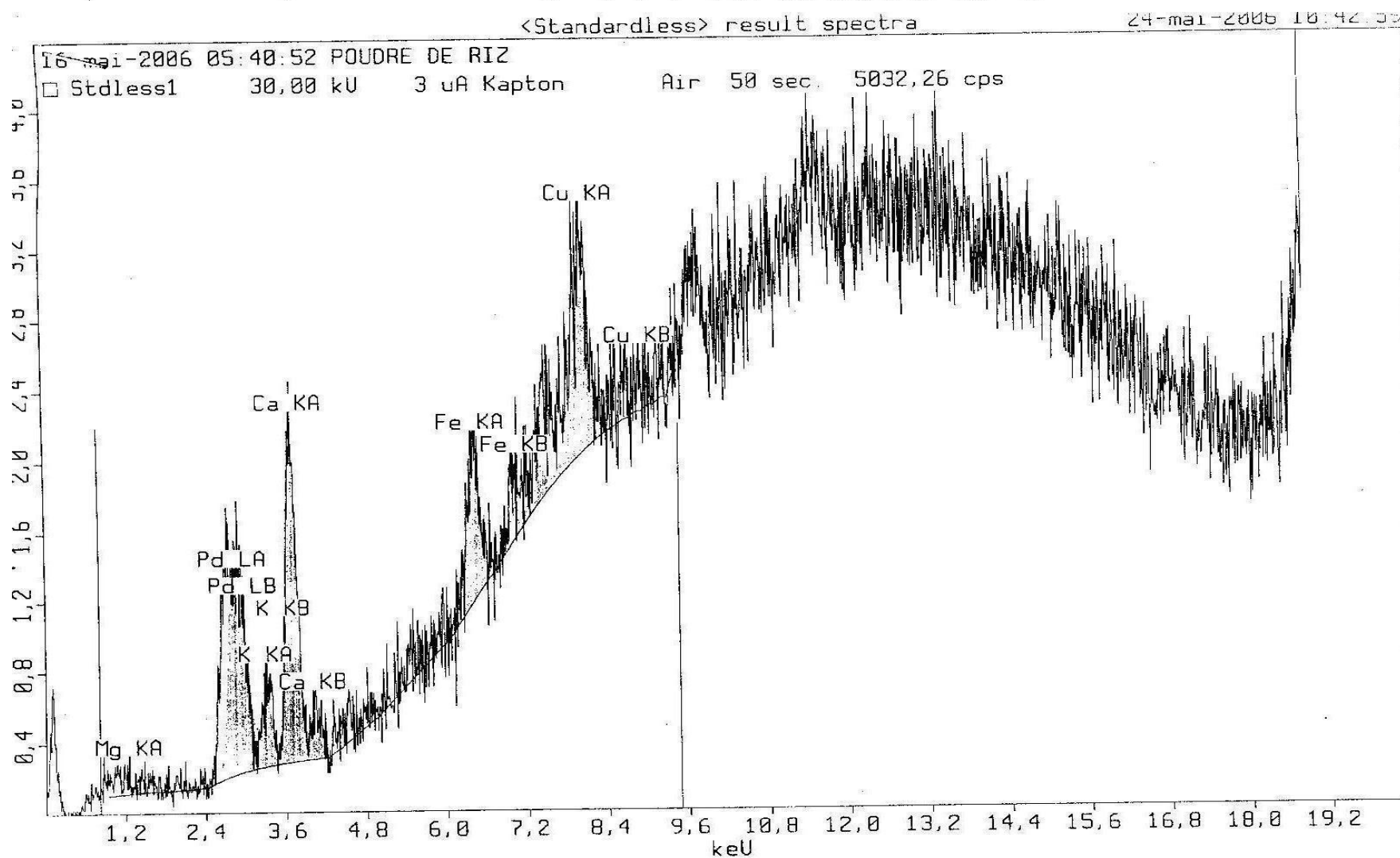
Nous avons envisagé de voir les besoins en éléments minéraux de cette plante « *Oryza sativa* » ou riz pluvial par spectrométrie de fluorescence X.

B. CARACTERISATION DE LA POUDRE « *Oryza sativa* » PAR SPECTROMETRIE DE FLUORESCENCE X

L'analyse par spectrométrie de fluorescence X de la poudre « *Oryza sativa* » a été effectuée au sein du laboratoire de cimenterie HOLCIM d'IBITY Antsirabe.

a) SPECTRE DE FLUORESCENCE X DE LA POUDRE « *Oryza sativa* »

**Figure. 13 :** Spectre de fluorescence X de la poudre « *Oryza sativa* »



Le spectre de fluorescence X de la poudre « *Oryza sativa* » met en évidence la présence de l'élément :

- Magnésium par la raie X  $K_{\alpha}$  à 1,27 Kev (Table de power = 1,253 Kev) avec une intensité Très faible.
- Potassium par les raies X :
  - ❖  $K_{\alpha}$  à 3,33 Kev (Table de power = 3,314 Kev), avec une intensité Moyenne.
  - ❖  $K_{\beta}$  à 3,63 Kev (Table de power = 3,590 Kev) avec une intensité Moyenne.
- Calcium par les raies X :
  - ❖  $K_{\alpha}$  à 3,70 Kev (Table de power = 3,69 Kev) avec une intensité Très Forte.
  - ❖  $K_{\beta}$  à 4,02 Kev (Table de power = 4,013 Kev) avec une intensité Moyenne.
- Fer par la raie X  $K_{\alpha}$  à 6,44 Kev (Table de power = 6,404Kev) avec une intensité faible.
- Cuivre par la raie X  $K_{\alpha}$  à 14,33 Kev (Table de power = 14 ,165 Kev) avec une intensité Moyenne.

**b) Nos résultats sous forme de tableau :**

Nous donnons dans le **tableau. V (n°17)** le dépouillement du spectre de fluorescence X de la poudre « *Oryza sativa* »

SPECTRES				TABLE DE POWERS	COMPOSITION CHIMIQUE	
Eléments chimiques	Raies X de fluorescence	Energie en (Kev)	Intensité	Energie correspondante	Eléments Forme oxyde	Concentration (%)
Mg (Z=12)	$K_{\alpha}$	1,50	Très faible	1,487	MgO	61 %
K (Z=19)	$K_{\alpha}$	3,33	Moyenne	3,314	$K_2O$	2 %
	$K_{\beta}$	3,63	Moyenne	3,590		
Ca (Z=20)	$K_{\alpha}$	3,70	Très Forte	3,690	CaO	11 %
	$K_{\beta}$	4,02	Moyenne	4,013		
Fe (Z=26)	$K_{\alpha}$	6,44	faible	6,404	$Fe_2O_3$	0,91 %
Cu (Z = 29)	$K_{\alpha}$	14,33	faible	14,165	CuO	0,98 %
Bilan					$\sum Ci$	75,89 %

**Tableau. V (n°17) : Dépouillement du spectre de fluorescence X de la poudre « *Oryza sativa* »**

Nous constatons que  $\sum C_i \neq 100\%$  ce qui signifie que tous les éléments chimiques ne se trouvent pas forcément sous forme oxyde.

### c) CONCLUSION :

L'analyse par spectrométrie de fluorescence X de la poudre « *Oryza sativa* » met en évidence :

D'une part les éléments chimiques qui interviennent dans sa composition chimique :

- Magnésium (Mg):  $MgO = 61 \%$
- Calcium (Ca):  $CaO = 11 \%$
- Potassium (K):  $K_2O = 2 \%$

D'autre part les éléments majeurs dont elle a besoin pour améliorer son rendement agricole.

Nous constatons d'après nos résultats expérimentaux que l'utilisation des fertilisants riches en magnésium, potassium et calcium est appréciée dans la riziculture.

A titre d'exemple :

- ♦ La cendre minérale de la plante « *Solanum mauritianum* »

# CONCLUSION



## PARTIE III : CONCLUSION GENERALE

### CONCLUSION GÉNÉRALE

Notre mémoire a permis de mettre en évidence que :

1) La plante « *Ravenala madagascariensis* » peut jouer des rôles majeurs en nutrition humaine :

- Le cœur de la plante riche en Potassium permet d'éviter l'hypertension artérielle et l'accident cardiovasculaire.
- Les feuilles de la plante contiennent une teneur importante de Calcium qui joue un grand rôle dans la formation des masses osseuses et l'équilibre du système nerveux.

2) La cendre minérale « *Solanum mauritianum* » ou « *Sevabe* » peut :

- Servir des fertilisants grâce à l'élément potassium qu'elle renferme en grande quantité.
- Compenser les carences en éléments minéraux (potassium, calcium, magnésium, Chlore) chez l'homme.

3) Le minéral naturel « *pouzzolane* » contient une faible concentration en élément fertilisant mais il pourrait être utilisé comme amendement du sol. En outre sa composition chimique évoque la présence des ions hydrauliques intéressants.

4) Le riz pluvial « *Oryza sativa* » présente dans sa composition chimique de teneurs importante en Magnésium, Calcium et en potassium. Ces résultats nous permettent de voir que les fertilisants riches en magnésium, calcium et potassium sont compatibles pour améliorer le rendement agricole de cette culture.

5) La « *Vanilla planifolia* » de Madagascar renferme une quantité importante de potassium et de calcium. Ces résultats nous montrent qu'il faut envisager d'utiliser des fertilisants contenant une quantité importante de potassium et calcium à cette culture pour augmenter sa production.

ANNEXE

## ANNEXE I

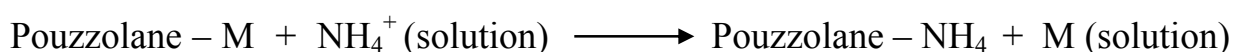
### **I. PREPARATION DE L'ECHANTILLON DE MINERAL « Pouzzolane »**

- Broyage de l'échantillon dans un mortier en marbre à l'aide d'un pilon
- Conservation de l'échantillon dans un récipient en verre bien approprié

### **EXTRACTION ET DETERMINATION DES BASES ECHANGEABLES PAR SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE [17]**

#### a) Principe :

On met en contact le poudre de pouzzolane finement broyée avec une solution molaire d'acétate d'ammonium  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1 M. Les cations basiques échangeables ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ) sont extraits dans la solution, tandis qu'une partie d' $\text{HH}^{4+}$  est absorbée par la pouzzolane, suivant l'équilibre ci-dessous :



M : cations échangeables ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ )

Les cations basiques ainsi extraits sont ensuite déterminés à l'aide du spectromètre d'absorption atomique.

#### b) Procédure :

- On place 10g de pouzzolane dans un erlenmeyer de 125 ml.
- On ajoute 40 ml d'acétate d'ammonium  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1M.
- On fait tournoyer l'ensemble et laisser reposer pendant 1h ou plus.
- On transfère le contenu de l'erlenmeyer dans un entonnoir garnie d'un papier filtre.
- On récupère le filtrat dans une fiole jaugée de 100 ml.

- On rince plusieurs fois le contenu de l'erenmeyer par 10 ml d'acétate d'ammonium  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1M et on le transfère dans l'entonnoir jusqu'à l'obtention d'un volume de 100 ml.
- On complète le volume jusqu'au trait du jauge par l'acétate d'ammonium.
- On fait une série de dilution à : 1/10 – 1/100 – 1/1000.

**c)** Expression des résultats :

La concentration  $C_i$  en (ppm) de l'élément  $X_i$  est donnée par :

$C_i \text{ en (ppm)} = \text{Lecture} \times N \text{ (nombre de dilution)}$
---

Dans notre cas  $N$  prend l'une de trois valeurs suivantes :

- Pour une solution à 1/10                      -----  $N = 10$
- Pour une solution à 1/100                    -----  $N = 100$
- Pour une solution à 1/1000                -----  $N = 1000$

## ANNEXE II

### II. PREPARATION DE L'ÉCHANTILLON DES PLANTES

- Séchage à 70°C pendant 48h
- Broyage avec un tamis de 0,5mm
- Séchage pendant 1h à 70°C
- Refroidir

### EXTRACTION ET DETERMINATION DES BASES ECHANGEABLES PAR SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE [17]

#### a) Principe :

Le principe et l'expression des résultats sont les mêmes que nous avons vu dans l'analyse de l'échantillon minéral sauf la procédure de calcination et d'extraction change.

#### b) Calcination et extraction :

- 1) On pèse 1g de Solanum mauritianum broyé dans un creuset en porcelaine de 25 ml (ou 50 ml).
- 2) On le met dans un four à moufle à  $500 \pm 50^\circ\text{C}$  pendant 5h environ.
- 3) La présence de noirâtres indique une calcination incomplète :
  - On refroidit l'échantillon, puis on y ajoute 3 ml d' $\text{HNO}_3$  5N.
  - On le met sur une plaque chauffante pour évaporer, et on l'introduit dans le four à moufle à  $400^\circ\text{C}$  pendant 15 mn.
  - On le refroidit à nouveau en ajoutant quelques gouttes d'eau pour l'humidifier.
  - On l'évapore à nouveau sur une plaque chauffante pendant 1h.
- 4) On mélange le contenu avec le policeman en ajoutant 5 ml de  $\text{HNO}_3$  2N pour le dissoudre.
- 5) On filtre le mélange à l'aide d'un papier filtre dans un fiole de 50 ml en utilisant de l'eau distillée chaude.
- 6) On y ajoute de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge après refroidissement.
- 7) On fait une série de dilution à : 1/10 – 1/100 – 1/1000.

Déterminer les concentrations des bases échangeables  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  par le spectromètre d'absorption atomique.

## ANNEXE III

### III. EXPRESSION DES RESULTATS POUR L'ANALYSE DU « *Solanum mauritianum* » PAR SPECTROMETRIE DE FLUORESCENCE X

Le spectromètre de fluorescence X a 2 méthodes de mesure :

- Mesure sur perle
- Mesure sur pastille

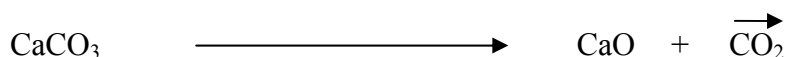
Nous avons réalisé l'analyse de la cendre minérale « *Solanum mauritianum* » par la méthode sur perle

Echantillon : Cendre de « Sevabe » + CaCO <sub>3</sub>		Résultat de la cendre « Sevabe »
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6 %	22,59 %
Cl	2,2 %	8,28 %
K <sub>2</sub> O	9,1 %	34,26 %
CaO	73,1 %	0,00 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,56 %	2,11 %
SrO	0,20 %	0,75 %
PdO	4,20 %	15,81 %
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,70 %	2,64 %
TeO <sub>2</sub>	3,60 %	13,55 %

Proportion des matières :

- Cendre minérale du « *Solanum mauritianum* » : 0,3 g
- CaCO<sub>3</sub> : 0,9 g

Il faut enlever la proportion de CaO apporté par le CaCO<sub>3</sub> suivant la relation :



1,2 g de CaCO<sub>3</sub>  $\longrightarrow$  56 g de CaO sois 100 %

0,9 g de CaCO<sub>3</sub>  $\longrightarrow$  42 g de CaO soit 75 %

D'où le CaO apporté par la cendre de « *Sevabe* » est 73,10 % - 75 % = 0.00 %

Puis on recalcule à nouveau les % des constituants et en les ramenant à 100

Ex: pour le K<sub>2</sub>O    100 % - 73,1 % = 26,9 %  $\longrightarrow$  9,10 % de K<sub>2</sub>O

100 %  $\longrightarrow$  X = 34,26 %

Après avoir effectué le même principe de calcul à tous les constituants on obtient le résultat pour la cendre minérale « *Solanum mauritianum* »

## LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau I (n°1): Résultat du spectre de fluorescence X du Cœur du « <i>Ravenala madagascariensis</i> »	18
Tableau I (n°2): Résultat du spectre de fluorescence X des feuilles du « <i>Ravenala madagascariensis</i> »	21
Tableau II (n°3) : Dépouillement du spectre SFX du « <i>Solanum mauritianum</i> »	25
Tableau II (n°4) : Essais de dosage pour le potassium « <i>Solanum</i> »	27
Tableau II (n°5) : Essais de dosage pour le calcium « <i>Solanum</i> »	28
Tableau II (n°6): Essais de dosage pour le magnésium « <i>Solanum</i> »	28
Tableau III (n°7) : Tableau donnant le lieu de prélèvement de notre « Pouzzolane »	31
Tableau III (n°8) : Dépouillement du spectre de fluorescence X de notre « Pouzzolane »	34
Tableau III (n°9) : Concentrations des éléments détectés par SFX « Pouzzolane »	34
Tableau III (n°10) : Tableau comparatif des compositions chimiques de notre « Pouzzolane » et ceux de la littérature	35
Tableau III (n°11) : Essais de dosage pour le potassium « Pouzzolane »	36
Tableau III (n°12) : Essais de dosage pour le calcium « Pouzzolane »	37
Tableau III (n°13) : Essais de dosage pour le magnésium « Pouzzolane »	37
Tableau IV (n°14) : Tableau donnant la chiffre de la production mondiale annuelle de la « vanille »	40
Tableau IV (n°15) : Résultat d'analyse par I.C.P des vanilles de Madagascar	41
Tableau IV (n°16) : Tableau donnant les résultats tests des riz pluviaux en milieu paysan	43
Tableau IV (n°17) : Résultat du spectre de fluorescence X de la poudre « <i>Oryza sativa</i> »	46

## LISTE DES FIGURES

	Page
<b>Fig. 1 : Processus de fluorescence X</b>	<b>10</b>
<b>Fig. 2 : Principe de spectromètre de fluorescence X</b>	<b>11</b>
<b>Fig. 3 : Processus d'absorption</b>	<b>12</b>
<b>Fig. 4 : Principe de spectrométrie d'absorption atomique</b>	<b>14</b>
<b>Fig. 5 : Principe de la spectrométrie I.C.P</b>	<b>15</b>
<b>Fig. 6 : Spectromètre d'émission I.C.P</b>	<b>15</b>
<b>Fig. 7 : Spectre de fluorescence X du cœur de « Ravenala madagascariensis »</b>	<b>17</b>
<b>Fig. 8 : Spectre de fluorescence X des feuilles du « Ravenala madagascariensis »</b>	<b>20</b>
<b>Fig. 9 : Spectre de fluorescence X de la cendre minérale du « Solanum mauritianum »</b>	<b>24</b>
<b>Fig. 10 : Histogramme des éléments détectés par SAA du « Solanum mauritianum »</b>	<b>29</b>
<b>Fig. 11 : Spectre de fluorescence X de la « Pouzzolane » d'Antsirabe</b>	<b>32</b>
<b>Fig. 12 : Histogramme des éléments détectés par SAA de la « Pouzzolane » d'Antsirabe</b>	<b>38</b>
<b>Fig. 12 : Spectre de fluorescence X du riz « Oryza sativa »</b>	<b>45</b>



## **ABREVIATIONS**

**SFX : Spectrométrie de fluorescence X**

**SAA: Spectrométrie d'absorption atomique**

**I.C.P: Inductively Coupled Plasma**

**F.A.O: Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)**

**S.R.I: Système de Riziculture Irrigué**

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] : [gardenbreizh.org /modules/gbdb/plante\\_348html](http://gardenbreizh.org/modules/gbdb/plante_348html)
- [2] : [http://www.unifa.fr/02\\_pouquoi/potassiq.htm](http://www.unifa.fr/02_pouquoi/potassiq.htm)
- [3] : <http://perso.wanado.fr/biodeug/PV/pv25.htm>
- [4] : MANDRET. G « Manuel d'alimentation des Ruminants domestiques en milieu tropical »  
Institut d'élevage et de médecine Vétérinaire des pays tropicaux. Edition française 1982
- [5] : <http://goldmann.club.fr/conseils/composants.htm>
- [6] : [www.fertilisant.org/Fiches/nouriture.htm](http://www.fertilisant.org/Fiches/nouriture.htm)  
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Solanum>
- [7] : <http://earthim.free.fr/oligoelements.html>
- [8] : <http://hala.refer.mg/imra/plantu/Sola.html>
- [9] : P. RAJAONERA Professeur Titulaire en Chimie Minérale Support de Cours de Chimie générale en  
A.E.A en 2005
- [10] : J.RODIER. « Analyse chimique et physico-chimique de l'eau ». 4em édition. DUNOD Paris. 1971
- [11] : DEGREMONT. « Mémento technique de l'eau ». Tom1. 2em édition. Paris. 1952
- [12] : ALAIN petitjean. « MADAGASCAR par SA FLORE ». Page 41. N° 4729
- [13] : BESAIRIE.H (1962). « Note préliminaire au sujet des pouzzolanes ».Arch.Serv.Géol. Mad. A 1799
- [14] : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Vanille>
- [15] : [www.maep.gov.mg/fr/actuvanille](http://www.maep.gov.mg/fr/actuvanille) 1.htm
- [16] : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Torche\\_%C3%A0\\_plasma\\_%28chimie%29](http://fr.wikipedia.org/wiki/Torche_%C3%A0_plasma_%28chimie%29)
- [17] : Résultats Tests variétaux riz pluvial de Madagascar (Données mené à la FOFIFA)  
Protocole sur le dosage des bases échangeables (Laboratoire de pédologie FOFIFA)
- [18] : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Moyenne\\_arithm%C3%A9tique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Moyenne_arithm%C3%A9tique)



Nom: RADOMANANA Rivo Andriantiana

Adresse: lot 20 C 50 Avaratsena ANTIRABE 110

Tel: 033 14 328 02

Email: radoriv@yahoo.fr

Titre: Contribution à la valorisation des plantes *et minéraux* de Madagascar en nutrition végétale et animale

Caractérisation du riz par spectrométrie de fluorescence X et de la vanille de Madagascar par spectrométrie I.C.P (Inductively Coupled Plasma)

Nombres des pages : 48

Nombres des tableaux : 17

Nombres des figures : 13

Références bibliographiques

Annexes

Mots clés : fluorescence RX, absorption atomique, I.C.P (Inductively Coupled Plasma), ion  $K^+$ , ion  $Ca^{+2}$ , ion  $Mg^{+2}$ , ion  $Cl^-$

## Résumé

Notre mémoire a pour but de valoriser les plantes « *Ravenala madagascariensis* », « *Solanum mauritianum* » et le minéral « *Pouzzolane* » dans le cadre de la nutrition animale et végétale.

Nous avons effectué aussi la caractérisation du riz pluvial « *Oryza sativa* » et de la « *Vanilla planifolia* » de Madagascar afin de voir les fertilisants adéquats pour améliorer les rendements.

A cet effet nous avons utilisé les méthodes physiques : spectrométrie de fluorescence RX, spectrométrie d'absorption atomique et spectrométrie I.C.P (Inductively Coupled Plasma)

Nous avons obtenu des résultats qui permettent de prévenir et réduire le problème du cœur et du système nerveux. D'autres résultats ont permis de voir les besoins minéraux de certaines cultures vivrières (riziculture et vaniculture) pour augmenter leurs productions.

Ce mémoire peut constituer des bases des données scientifiques dans la nutrition végétale et animale.

.....  
“Contribution to the valorization of the plants and mineral of Madagascar in plant and animal nutrition  
Characterization of rice by spectrometry of X fluorescence and the vanilla of Madagascar by I.C.P  
spectrometry (Inductively Coupled Plasma)”

## Summary

Our memory has for object to valorise the plants “*Ravenala madagascariensis*”, “*Solanum mauritianum*” and the mineral “*Pouzzolane*” in the setting of the animal and plant nutrition.

Becomes knotted did the characterization of rice also pluvial “*Oryza sativa*” and of the “*Vanilla planifolia*” of Madagascar in order to see the fertilizing adequate to improve the outputs.

To this effect we used the physical methods: spectrometry of RX fluorescence, atomic absorption spectrometry and I.C.P spectrometry (Inductively Coupled Plasma)

We got the results that permit to warn and to reduce the problem of the heart and the nervous system. Other results permitted to see the mineral needs of some cultures (riziculture and vaniculture) to increase their productions.

This memory can constitute some bases of given them scientific in the plant and animal nutrition

Key words: RX fluorescence, atomic absorption, I.C.P (Inductively Coupled Plasma),  $K^+$  ion,  $Ca^{+2}$  ion,  $Mg^{+2}$  ion, ion  $Cl^-$

Directeur de mémoire: Monsieur P. RAJAONERA, Professeur Titulaire à l'Université d'Antananarivo