

DETERMINATION DES ELEMENTS MAJEURS ET EN TRACES DANS LA PLANTE RAPHIA FARINIFERA DANS CINQ DISTRICTS EX-PROVINCE D'ANTSIRANANA PAR ANALYSE DE LA FLUORESCENCE X A L'ENERGIE DISPERSIVE



| Augustin Razafindrapata ^{1*} | et | Hery Tiana Rakotondramanana ² |

¹ Université d'Antsiranana | Département de physique | Laboratoire de Métrologie Nucléaire et Environnement | Diégo Suarez | Madagascar |

² Université d'Antananarivo | Département de physique | Laboratoire de Physiques Nucléaire et Physique de l'Environnement | Antananarivo | Madagascar |

| Received April 17, 2022 |

| Accepted April 24, 2021 |

| Published April 29, 2022 |

| ID Article | Augustin-Ref01-ajira170422 |

RESUME

Introduction : La majorité de la population mondiale utilise les plantes médicinales pour diverses raisons. **Contexte :** Le *Raphia farinifera* qui est une plante fréquemment cultivée, s'est souvent naturalisé et abondamment consommée par des femmes enceintes dans la région DIANA grâce à ses effets antihypertenseurs artérielle, antidiurétique. **Objectifs :** Ce travail porte sur la détermination des éléments majeurs et en traces dans le *Raphia farinifera* dans cinq districts de la région DIANA. **Méthodes :** Les échantillons sont collectés dans cinq (05) districts différents dans la région DIANA au Nord de Madagascar qui sont le district de DIEGO Suarez, le district d'ANIVORANO Nord, le district d'AMBANJA, le district d'AMBILOBE et le district de NOSY BE HELL ville. Les échantillons ont été analysés par la méthode de fluorescence X à énergie dispersive (ED-XRF) marque « Amptek EXP-2 » au Laboratoire de Physiques Nucléaire et Physique de l'Environnement (LPNPE) de l'Université d'Antananarivo, Madagascar. FastSDD est le type de détecteur utilisé ayant une résolution énergétique de 130 eV FWHM avec temps de points à 4 µs, l'épaisseur du silicium est 50µm et le collimateur multicouche intérieure a une dimension 17 mm² à 25 mm². L'étalonnage a une corrélation bien confirmé entre les valeurs trouvées par Madagascar-LPNPE et celles concentration théorique des éléments d'intérêt avec une régression de l'ordre 0,9984. **Résultats :** Les résultats de ces analyses montrent que le *Raphia farinifera* contient les éléments tels que : le Potassium (K), le Calcium (Ca), le Phosphore (P), le Manganèse (Mn), le Fer (Fe), le Cuivre (Cu), le Nickel (Ni), le Cuivre (Cu), le Zinc (Zn), le Brome (Br), le Titane (Ti), le Vanadium (V) et le Plomb (Pb). Les teneurs de ces éléments varient en fonction des lieux de prélèvements des échantillons et la partie à analyser sur cette plante. **Conclusion :** La plante utilisée durant la grossesse renferme plus des éléments nutritifs que des éléments toxiques. Il est préférable pour les femmes enceintes de faire des bonnes consultations prénatales (CPN) pour avoir des soins qui lui sont nécessaires durant sa grossesse.

Mots-clés : *Raphia farinifera*, ED-XRF, éléments minéraux, grossesses, consommation, Région DIANA.

ABSTRACT

Introduction: The majority of the world's population uses medicinal plants for various reasons. **Background:** *Raphia farinifera*, which is a frequently cultivated plant, is often naturalized and widely consumed by pregnant women in the DIANA region thanks to its arterial antihypertensive and antidiuretic effects. **Objectives:** This work focuses on the determination of major and trace elements in *Raphia farinifera* in five districts of the DIANA region. **Methods:** The samples are collected in five (05) different districts in the DIANA region in the North of Madagascar which are the district of DIEGO Suarez, the district of ANIVORANO North, the district of AMBANJA, the district of AMBILOBE and the district of NOSY BE HELL city. The samples were analyzed by the energy dispersive X-ray fluorescence method (ED-XRF) brand "Amptek EXP-2" at the Laboratory of Nuclear Physics and Physics of the Environment (LPNPE) of the University of Antananarivo, Madagascar. FastSDD is the type of detector used having an energy resolution of 130 eV FWHM with point time at 4 µs, the thickness of the silicon is 50 µm and the inner multilayer collimator has a dimension of 17 mm² to 25 mm². The calibration has a well confirmed correlation between the values found by Madagascar-LPNPE and those theoretical concentrations of the elements of interest with a regression of the order of 0.9984. **Results:** The results of these analyzes show that *Raphia farinifera* contains elements such as: Potassium (K), Calcium (Ca), Phosphorus (P), Manganese (Mn), Iron (Fe), Copper (Cu), Nickel (Ni), Copper (Cu), Zinc (Zn), Bromine (Br), Titanium (Ti), Vanadium (V) and Lead (Pb). The contents of these elements vary according to the places where the samples are taken and the part to be analyzed on this plant. **Conclusion:** The plant used during pregnancy contains more nutrients than toxic elements. It is preferable for pregnant women to do good prenatal consultations (CPN) to get the care they need during pregnancy.

Keywords: *Raphia farinifera*, ED-XRF, mineral elements, pregnancies, consumption, DIANA region.

1. INTRODUCTION

Le *Raphia* est un arbre d'un palmier de Madagascar appelée en Malagasy « Rafia ». Originaire de Madagascar, le *raphia* à Madagascar provient d'origines différentes, sur la côte Est : Vohémar, Sambava, Tamatave, sur la côte Ouest de Madagascar : Antsohihy, Befandriana, Besalampy, Majunga, Bealanana, Maintirano, Port-Bergé, Kandrehô [15]. A Madagascar, bien que nous sommes en voie de développement, les plantes sont parmi des traitements que les femmes enceintes prennent durant la grossesse. Elles utilisent de plante pour avoir ses effets thérapeutiques. Les plantes sont prises soit par décoction ou infusion ou en macération. Elles en consomment selon les dires de ces femmes, dans le but d'arrêter les vomissements ou nausées qui surviennent très souvent dans les six premiers mois de la grossesse. À force de nausées ou de vomissements, la consommation peut perdurer jusqu'à l'accouchement.

Mais pourquoi en consommer ? Selon ces femmes, la tradition et les matrones leur prescrivent de plante pour ses effets antihypertenseurs artérielle, anti-œdémateux et aussi pour arrêter les nausées et le vomissement. A ce sujet aussi, les matrones ont aussi répondu que les plantes qu'elles donnent aux femmes enceintes sont pour traiter des maladies telles que fièvre, paludisme, hypertension artérielle, œdème, en procurant aussi de l'énergie au fœtus pour faciliter la descente et l'expulsion, mais aussi pour faciliter la dilatation de la colle utérine. Parmi les plantes, *Raphia farinifera* sont les plus souvent utilisés surtout dans la partie nord de Madagascar pour ses effets mais elles n'ont pas pu répondre quels sont les éléments minéraux constituant de ces plantes. Selon Direction Régionale de la Santé Public DIANA, en 2019, les femmes en état de grossesse ont tendance à faire une Consultation Périnatale et consulter les matrones en même temps, ce qui favorise l'utilisation du *Raphia farinifera* dans la partie Nord de Madagascar [3]. Les femmes en consomment à des doses selon leur propre envie, sans posologie exacte mais à chaque fois qu'elle en a besoin elles en prennent. L'intérêt de ce travail sont de déterminer les éléments minéraux contenus dans les feuilles, la tige et la racine du *Raphia farinifera*, utilisés par les femmes enceintes durant la grossesse dans le Nord de Madagascar ainsi que d'améliorer la santé des femmes enceintes en assurant la croissance normale du fœtus. L'analyse par fluorescence X à l'énergie dispersive est une technique rapide à la détermination des éléments contenu dans les échantillons quelconques soit biologiques, soit géologique, etc. Il est comme une technique les plus performantes dans la spectrométrie de nos jours. Cette technique permet de mesurer des échantillons très variées : minéraux, métaux, huiles, eau, plante, ciments, et autres [17]. Nous espérons que cet article arrive à convaincre les décideurs, les matrones et surtout les femmes en état de grossesse de prendre des mesures très sérieuses et respectueuse d'interdire la consommation au cours de la grossesse du *Raphia farinifera* enfin de préserver la santé du materno-fœtal.

2. MATERIELS ET METHODES

Plusieurs échantillons sont collectés dans cinq (5) districts différents dans la région DIANA au Nord de Madagascar qui sont le district de DIEGO Suarez, le district d'ANIVORANO Nord, le district d'AMBANJA, le district d'AMBILOBE et le district de NOSY BE HELL Ville. La stratégie d'échantillonnage est basée sur méthodes probabilistes plus précisément sur l'échantillonnage aléatoire simple.

2.1 Préparation des échantillons

Plusieurs matériels sont nécessaires pour transformer l'échantillon en déposé sur le réflecteur. La préparation des échantillons consiste à transformer les spécimens solides en poudre fine. La finalité de cette transformation est d'obtenir un échantillon homogène. A cet effet, Elle consiste à transformer les échantillons en pastilles [10]. Les échantillons sont portés à la température environ 450°C pendant 30 minutes dans un four pour détruire la matière organique afin d'éliminer l'effet de matrice de l'échantillon [9]. Chaque échantillon est ensuite broyé à l'aide d'un mortier en agate afin d'obtenir des grains très fins dont la taille est inférieure ou égale à 50µm pour le but d'avoir homogénéisé le mélange [7]. Après broyage et tamisé, on prend 4 grammes, on le comprime sous une pression de 10 tonnes par cm² soit 109 Pa (Pascal) pour fabriquer des échantillons intermédiaires. Enfin, il est placé dans une porte épargne pour la conservation des échantillons fait et analysé directement par la spectrométrie X [8]. La préparation des échantillons doit être faite avec précaution pour empêcher la contamination des échantillons.

2.2 Equation

Dans la pratique, on analyse généralement l'échantillon épais avec la fluorescence X à énergie dispersive à excitation directe du fait que le rayonnement incident absorbé par l'échantillon est maximal et peut entraîner l'émission des raies caractéristiques optimales des éléments excités dans l'échantillon analysé. L'équation est donnée sous forme de :

$$I_i = S_i \frac{(\rho d)_i}{(\rho d) a_i} \quad (1)$$

Avec :

- $(\rho d)_i$: la densité superficielle de l'élément i.
- ρd : la masse par unité de surface de l'échantillon d'épaisseur uniforme, en g.cm⁻².
- I_i : intensité de fluorescence de l'élément i
- S_i : sensibilité d'analyse par fluorescence X pour l'élément i
- a_i : coefficient d'absorption massique de l'échantillon, en cm².g⁻¹

2.3 Analyse

Le Laboratoire de Physiques Nucléaire et Physique de l'Environnement (LPNPE-Madagascar) dispose un spectromètre de fluorescence X de marque « Amptek EXP-2 » utilisé pour les analyses qualitative et quantitative des éléments minéraux présents dans les échantillons. FastSDD est le type de détecteur utilisé ayant une résolution énergétique de 130 eV FWHM avec temps de points à 4 µs, l'épaisseur du silicium est 50µm et le collimateur multicouche intérieure a une dimension 17 mm² à 25 mm². L'étalonnage a une corrélation bien confirmé entre les valeurs trouvées par Madagascar-LPNPE et celles concentration théorique des éléments d'intérêt avec une régression de l'ordre 0,9984.

Les conditions de mesure sont les suivantes :

- Temps de comptage: 200 secondes.
- Logiciel « XRS-FP2 » qui permet de faire le traitement et le stockage des données : dépouillement et lissage du spectre.
- Logiciel « DPP MCA » : application sous Windows qui fournit l'acquisition de données, l'affichage et le contrôle pour les processeurs de signaux Amptek.
- Tension du tube: 40 kV;
- Courant du tube: 10 μ A.

La figure 1 illustre le spectromètre de fluorescence X au LPNPE-MADAGASCAR :



Figure 1: Spectromètre de fluorescence X au LPNPE-MADAGASCAR.

2.4 Statistique

L'analyse de la statistique est utilisée pour les traitements des données des éléments minéraux obtenue afin de déterminer les facteurs éléments minéraux et ces variations. L'ANOVA est une analyse de variance entre une ou plusieurs variables indépendantes et une variable dépendante. Les variables indépendantes sont de type qualitatif et la variable dépendante est de type quantitatif [23, 24]. Dans cette étude, les résidus des données sont supposés suivre la loi normale. Les variances des résidus sont homogènes. Le résidu est la différence entre la valeur observée et la valeur prédite par le modèle prédit par l'ANOVA. Le test d'ANOVA est une technique statistique utilisant deux hypothèses à vérifier : hypothèse nulle H_0 et hypothèse alternative H_a . Les deux hypothèses à tester sont:

- H_0 : La concentration des éléments contenus du *Raphia farinifera* du cinq (05) districts sont les mêmes ;
- H_a : La concentration des éléments contenus du *Raphia farinifera* du cinq (05) districts sont différentes.

Le complémentaire Excel XLSTAT est choisi pour effectuer le test. Fisher a introduit les termes de significativité, d'hypothèse nulle et l'utilisation de la valeur-p [25]. Selon Fisher, l'hypothèse nulle ne peut jamais être acceptée, mais peut seulement être rejetée par le test statistique. La valeur p est considérée comme une mesure à quel point les données plaident contre H_0 . Elle mesure la présomption contre H_0 [26]. Les seuils suivants sont généralement pris pour référence [27] :

- $p \leq 0,01$: très significative contre l'hypothèse nulle H_0 ;
- $0,01 < p \leq 0,05$: significative contre l'hypothèse nulle H_0 ;
- $0,05 < p \leq 0,1$: faible significative contre l'hypothèse nulle H_0 ;
- $p > 0,1$: non significative contre l'hypothèse nulle H_0 ;

3. RESULTATS

Les tableaux 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12 représentent les teneurs moyennes exprimées en % respectives des éléments minéraux dans les échantillons du *Raphia farinifera* selon les parties analysées.

- Concentration moyenne du Phosphore dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 1: Variation de la concentration du phosphore dans le *Raphia farinifera* ;

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
DIEGO Suarez	17,914 $\pm$ 0,450	22,024 $\pm$ 1,042	14,460 $\pm$ 1,227
ANIVORANO Nord	20,336 $\pm$ 0,450	18,694 $\pm$ 0,659	13,281 $\pm$ 1,227
AMBANJA	17,298 $\pm$ 0,711	20,280 $\pm$ 0,659	12,814 $\pm$ 0,776
AMBILOBE	18,122 $\pm$ 0,711	18,239 $\pm$ 0,659	12,418 $\pm$ 0,776
NOSY BE HELL Ville	17,335 $\pm$ 0,450	17,110 $\pm$ 1,042	13,720 $\pm$ 0,776

- Concentration moyenne du Potassium dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 2: Variation de la concentration du Potassium dans le *Raphia farinifera*.

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
DIEGO Suarez	14,715 $\pm$ 0,901	10,442 $\pm$ 1,832	26,871 $\pm$ 1,594
NOSY BE HELL Ville	13,617 $\pm$ 0,901	25,442 $\pm$ 1,159	25,971 $\pm$ 2,520
ANIVORANO Nord	11,284 $\pm$ 0,570	18,653 $\pm$ 1,832	27,695 $\pm$ 2,520
AMBANJA	12,487 $\pm$ 0,570	9,880 $\pm$ 1,159	25,452 $\pm$ 1,594
AMBILOBE	11,321 $\pm$ 0,570	7,967 $\pm$ 1,159	19,920 $\pm$ 1,594

- Concentration moyenne du Calcium dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 3: Variation de la concentration du Calcium dans le *Raphia farinifera*.

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
AMBILOBE	13,891 ± 0,529	20,409 ± 0,804	7,137 ± 1,432
AMBANJA	10,822 ± 0,529	17,258 ± 0,804	6,561 ± 1,432
ANIVORANO Nord	12,531 ± 0,836	11,535 ± 1,271	5,546 ± 2,264
DIEGO Suarez	8,599 ± 0,529	14,760 ± 0,804	6,171 ± 1,432
NOSY BE HELL Ville	11,440 ± 0,836	8,440 ± 1,271	5,416 ± 1,264

- Concentration moyenne du Titane dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 4: Variation de la concentration du Titane dans le *Raphia farinifera*.

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
NOSY BE HELL Ville	0,300 ± 0,028	0,048 ± 0,006	0,235 ± 0,030
DIEGO Suarez	0,240 ± 0,017	0,080 ± 0,006	0,188 ± 0,047
AMBILOBE	0,041 ± 0,002	0,042 ± 0,004	0,340 ± 0,030
ANIVORANO Nord	0,075 ± 0,017	0,040 ± 0,004	0,211 ± 0,047
AMBANJA	0,284 ± 0,017	0,040 ± 0,004	0,070 ± 0,030

- Concentration moyenne du Vanadium dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 5: Variation de la concentration du Vanadium dans le *Raphia farinifera*.

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
DIEGO Suarez	0,231 ± 0,035	0,276 ± 0,029	0,293 ± 0,032
ANIVORANO Nord	0,161 ± 0,022	0,170 ± 0,018	0,268 ± 0,020
AMBILOBE	0,146 ± 0,022	0,226 ± 0,018	0,167 ± 0,020
AMBANJA	0,085 ± 0,035	0,190 ± 0,018	0,239 ± 0,032
NOSY BE HELL Ville	0,091 ± 0,022	0,167 ± 0,029	0,197 ± 0,020

- Concentration moyenne du Manganèse dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 6: Variation de la concentration du Manganèse dans le *Raphia farinifera*.

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
AMBILOBE	3,199 ± 0,197	1,367 ± 0,062	1,323 ± 0,054
AMBANJA	1,731 ± 0,197	0,862 ± 0,062	0,858 ± 0,054
DIEGO Suarez	1,338 ± 0,197	0,690 ± 0,097	0,762 ± 0,085
ANIVORANO Nord	1,707 ± 0,312	0,673 ± 0,062	0,653 ± 0,085
NOSY BE HELL Ville	0,647 ± 0,312	0,479 ± 0,097	0,849 ± 0,054

- Concentration moyenne du Fer dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 7: Variation de la concentration du Fer dans le *Raphia farinifera*.

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
AMBILOBE	1,374 ± 0,338	0,749 ± 0,074	4,789 ± 0,356
DIEGO Suarez	3,710 ± 0,214	1,391 ± 0,047	1,293 ± 0,563
NOSY BE HELL Ville	4,496 ± 0,338	0,671 ± 0,047	1,957 ± 0,356
ANIVORANO Nord	1,675 ± 0,214	0,747 ± 0,047	1,723 ± 0,563
AMBANJA	4,048 ± 0,214	0,739 ± 0,074	1,003 ± 0,356

- Concentration moyenne du Cuivre dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 8: Variation de la concentration du Cuivre dans le *Raphia farinifera*.

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
AMBILOBE	0,422 ± 0,036	0,483 ± 0,031	0,513 ± 0,032
DIEGO Suarez	0,434 ± 0,036	0,566 ± 0,020	0,403 ± 0,032
ANIVORANO Nord	0,433 ± 0,023	0,416 ± 0,020	0,499 ± 0,032
NOSY BE HELL Ville	0,535 ± 0,023	0,329 ± 0,020	0,415 ± 0,051
AMBANJA	0,421 ± 0,023	0,465 ± 0,031	0,416 ± 0,051

- Concentration moyenne du Zinc dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 9: Variation de la concentration du Zinc dans le *Raphia farinifera*.

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
DIEGO Suarez	7,471 ± 0,703	5,804 ± 0,207	4,261 ± 0,240
AMBILOBE	5,770 ± 0,445	5,575 ± 0,131	8,011 ± 0,380
AMBANJA	7,356 ± 0,703	4,838 ± 0,131	4,129 ± 0,240
NOSY BE HELL Ville	6,392 ± 0,445	3,361 ± 0,131	5,304 ± 0,380
ANIVORANO Nord	5,608 ± 0,445	3,788 ± 0,207	4,797 ± 0,240

- Concentration moyenne du Nickel dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 10: Variation de la concentration du Nickel dans le *Raphia farinifera*.

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
ANIVORANO Nord	0,296 ± 0,020	0,238 ± 0,027	0,329 ± 0,026
NOSY BE HELL Ville	0,277 ± 0,032	0,240 ± 0,017	0,312 ± 0,026
AMBILOBE	0,267 ± 0,020	0,275 ± 0,027	0,297 ± 0,040
DIEGO Suarez	0,220 ± 0,032	0,318 ± 0,017	0,289 ± 0,026
AMBANJA	0,219 ± 0,020	0,223 ± 0,017	0,313 ± 0,040

- Concentration moyenne du Brome dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 11: Variation de la concentration du Brome dans le *Raphia farinifera*.

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
AMBANJA	0,167 ± 0,023	0,055 ± 0,030	0,097 ± 0,032
AMBILOBE	0,116 ± 0,037	0,076 ± 0,019	0,205 ± 0,051
DIEGO Suarez	0,149 ± 0,037	0,153 ± 0,019	0,080 ± 0,032
NOSY BE HELL Ville	0,136 ± 0,023	0,027 ± 0,030	0,118 ± 0,051
ANIVORANO Nord	0,048 ± 0,023	0,020 ± 0,009	0,066 ± 0,032

- Concentration moyenne du Plomb dans le *Raphia farinifera* :

Tableau 12: Variation de la concentration du Plomb dans les *Raphia farinifera*.

	Feuilles (%)	Tiges (%)	Racines (%)
AMBILOBE	0,592 ± 0,145	0,487 ± 0,025	1,168 ± 0,086
DIEGO Suarez	1,038 ± 0,092	0,465 ± 0,039	0,351 ± 0,086
AMBANJA	1,023 ± 0,145	0,453 ± 0,025	0,302 ± 0,036
ANIVORANO Nord	0,514 ± 0,092	0,261 ± 0,025	0,608 ± 0,136
NOSY BE HELL Ville	0,800 ± 0,092	0,172 ± 0,039	0,533 ± 0,086

4. DISCUSSION

- Cas de Phosphore

Selon les résultats des analyses, *Raphia farinifera* contient de phosphore dans toute partie de la plante. En moyenne, la concentration du Phosphore sur la racine analysée est la plus élevée dans le district de DIEGO Suarez qui est de $14,460 \pm 1,227$ % et dans le district d'AMBILOBE ces valeurs sont le plus bas soit $12,418 \pm 0,776$ %. Sur la tige, la plus élevée se trouve dans le district de DIEGO Suarez qui est de $22,024 \pm 1,042$ % et dans le district de NOSY BE HELL ville, ces valeurs sont le plus bas de $17,110 \pm 1,042$ %. Sur les feuilles, la concentration la plus élevée se trouve d'ANIVORANO Nord est de $20,336 \pm 0,450$ % et la valeur la plus basse se trouve dans le district d'AMBANJA avec de $17,298 \pm 0,711$ %. D'après le test statistique ANOVA, dans les parties feuilles et les tiges, l'hypothèse nulle est rejetée car leur p-valu est inférieur à 0,0001 dans les feuilles et 0,007 dans les tiges. En d'autre terme, au moins deux concentrations de phosphore dans cinq (5) districts sont différents sur les feuilles et les tiges analysées. Par contre dans la partie racine, l'hypothèse nulle est confirmée, les teneurs de phosphore sont presque les mêmes dans cinq districts de la région DIANA avec p-valu dans la partie racine est de 0,657. Le phosphore est très important pour la santé de l'organisme car il est très utile pour le bon fonctionnement du système nerveux. Les vertus du phosphore pendant la grossesse, les taux normaux de phosphore est important pendant la grossesse car cela va contribuer au bon développement des os chez le nouveau-né. L'Organisation des Nations Unis en 2015 fixe que la consommation du phosphore doit être de $150 - 220 \text{ mg.kg}^{-1}$ par jour [22] tandis que l'European Food Safety Authority (E.F.S.A) a recommandé la valeur de 550 mg par jour [4].

- Cas de Potassium

Les résultats des analyses de *Raphia farinifera* ont montré que qu'ils contiennent du potassium et certains même représente le quart de pourcentage des éléments. La concentration la plus élevée de potassium analysé dans les feuilles se trouve dans le district de DIEGO Suarez qui est de $14,715 \pm 0,901$ % et la plus basse est à $11,284 \pm 0,570$ % dans le district d'ANIVORANO Nord. Dans les tiges, le district de NOSY BE HELL ville possède la concentration le plus élevé avec une moyenne de $25,442 \pm 1,159$ % et la moyenne la plus basse se trouve à AMBILOBE qui est de $7,967 \pm 1,159$ %. Et dans la partie racine, ANIVORANO Nord possède la concentration le plus élevé qui est de $27,695 \pm 2,520$ % par contre la moyenne la plus basse est à AMBILOBE avec une moyenne de $19,920 \pm 1,594$ %. Selon le test ANOVA, les p-valu des toute la partie de la plante sont de 0,0001 dans les feuilles et dans les tiges et 0,019 dans les racines. Ces valeurs indiquent que l'hypothèse nulle est rejetée ou encore qu'il y a au moins deux teneurs de potassium dans cinq districts sont différents du région DIANA. Le potassium est un élément chimique existant sous la forme d'un ion dans l'organisme, c'est-à-dire un constituant porteur d'une charge électrique. Il est présent notamment dans les cellules, mais aussi dans le sang [14]. L'EFSA a recommandé la valeur journalière est de 1599 mg par jour [4].

- Cas de Calcium

Le Calcium joue aussi un rôle essentiel dans la coagulation sanguine, le maintien de la pression sanguine et la contraction des muscles. Son excès provoque l'apparition des calculs rénaux et une augmentation du risque Cardiovasculaire. Il intervient aussi dans les échanges cellulaires. Son taux sanguin (Calcémie) est extrêmement régulé, pour éviter des variations fatales à l'organisme [13]. Le *Raphia farinifera* de la région DIANA contient aussi du calcium en une quantité assez importante. La concentration la plus élevée du calcium analysé dans les feuilles se trouve dans le district d'AMBILOBE qui est de $13,981 \pm 0,529$ % et la plus basse est à $8,599 \pm 0,529$ % dans le district de DIEGO Suarez. Dans les tiges, le district d'AMBILOBE possède la concentration le plus élevé avec une moyenne de $20,409 \pm 0,804$ % et la moyenne la plus basse se trouve à NOSY BE HELL Ville qui est de $8,440 \pm 1,271$ %. Et dans la partie racine, AMBILOBE possède la concentration le plus élevé qui est de $7,137 \pm 1,432$ % par contre la moyenne la plus basse est à NOSY BE HELL Ville avec une moyenne de $5,416 \pm 1,264$ %. Les p-valu obtenu selon le test ANOVA effectué sur cette plante permettent de confirmer qu'il y a au moins deux concentrations de calcium dans cinq districts sont différents dans les feuilles et les tiges. Par contre dans les racines, l'hypothèse nulle est confirmée donc la concentration de calcium est le même dans les cinq districts de la région DIANA. Les p-valu sont de 0,0001 dans les feuilles et les tiges mais dans les racines cette valeur est de 0,982. L'Organisation Mondiale de la Santé recommande une consommation de 1,5 à 2,00 g/ kg par jour [20], donc il serait préférable de contrôler la consommation de *Raphia farinifera* pour éviter l'excès de calcium dans le corps des femmes en état de grossesse afin d'empêcher des menaces sur leurs santé.

- Cas de Titane

Les résultats des analyses du *Raphia farinifera* montrent une présence de Titane. C'est un élément indésirable. La concentration la plus élevé dans les feuilles se trouve dans le district de NOSY BE HELL Ville est de $0,300 \pm 0,028$ % et la moyenne la plus basse est à AMBILOBE avec une moyenne de $0,041 \pm 0,002$ %. Dans les tiges, la concentration dans le district de DIEGO Suarez est le plus élevé avec une moyenne de $0,080 \pm 0,006$ % et le district d'AMBANJA possède la moyenne la plus basse qui est de $0,040 \pm 0,004$ %. Et dans les racines, la concentration la plus élevé se trouve dans le district d'AMBILOBE qui est de $0,340 \pm 0,030$ % par contre le district de AMBANJA possède la moyenne la plus basse qui est de $0,070 \pm 0,030$ %. D'après le test ANOVA, les p-valu obtenus sont inférieur à 0,0001 dans les feuilles, tiges et racines. Ces valeurs confirment que l'hypothèse nulle est rejetée donc au moins deux teneurs de titane dans cinq districts sont différentes. Même en étant très faibles quantités, il est nécessaire d'être prudent.

- Cas de Vanadium

Les résultats des analyses montrent que le *Raphia farinifera* contient du Vanadium en très faible quantité par rapport aux autres éléments présents. Même à l'état de trace, la consommation de *Raphia farinifera* doit être contrôlée pour ne pas ingérer une dose excessive de Vanadium. En moyenne, la concentration la plus élevé dans les feuilles se trouve dans le district de DIEGO Suarez est $0,231 \pm 0,035$ % et la moyenne la plus basse est à AMBANJA avec une moyenne de $0,085 \pm 0,035$ %. Dans les tiges, la concentration dans le district de DIEGO Suarez est le plus élevé avec une moyenne de $0,276 \pm 0,029$ % et le district de NOSY BE HELL Ville possède la moyenne la plus basse qui est de $0,167 \pm 0,029$ %. Et dans les racines, la concentration la plus élevé se trouve dans le district de DIEGO Suarez qui est de $0,293 \pm 0,032$ % par contre le district d'AMBILOBE possède la moyenne la plus basse qui est de $0,167 \pm 0,020$ %. Les p-valu selon le test ANOVA de cette plante sont 0,011 dans les feuilles, 0,024 dans les tiges et 0,005 dans les racines. On en déduit alors qu'il y a au moins deux concentrations de vanadium dans cinq districts de la région DIANA sont différents sur la plante analysée.

- Cas de Manganèse

Les résultats des analyses de *Raphia farinifera* de la région DIANA contiennent de Manganèse en très faible quantité. Le manganèse est représenté un taux ne dépassant pas 2 %. En ce qui concerne la moyenne, la concentration la plus

élevé dans les feuilles se trouve dans le district d'AMBILOBE $3,199 \pm 0,197$ % et la moyenne la plus basse est à NOSY BE HELL Ville avec une moyenne de $0,647 \pm 0,312$ %. Dans les tiges, la concentration dans le district d'AMBILOBE est le plus élevé avec une moyenne de $1,367 \pm 0,062$ % et le district NOSY BE HELL Ville possède la moyenne la plus basse qui est $0,479 \pm 0,097$ %. Et dans les racines, la concentration la plus élevée se trouve dans le district d'AMBILOBE qui est de $1,323 \pm 0,054$ % par contre le district d'ANIVORANO Nord possède la moyenne la plus basse qui est de $0,653 \pm 0,085$ %. Les p-valu de cet élément obtenu selon le test ANOVA sont inférieur à 0,0001 sur toute la partie de la plante analysée. Ces valeurs permettent de déduire qu'à l'hypothèse nulle est rejetée. En d'autre terme, au moins deux teneurs de manganèse dans cinq districts sont différentes de la région DIANA. Le cas de carence de manganèse n'a été établi chez la femme enceinte. Les cas d'empoisonnements sont exceptionnels mais un excès de manganèse a un effet asphyxiant sur le système nerveux central. Aucun bénéfice d'une supplémentation en manganèse n'a été prouvé chez la femme enceinte [11]. L'A.F.S.S. A recommandé une limite de consommation de 0,6 à 4,3 mg par jour [1].

- Cas du Fer

Suivant les résultats des analyses de *Raphia farinifera* la présence de l'élément Fer a été constaté avec une concentration moins importante. Le taux de fer se diffère d'un district à l'autre. La concentration la plus élevée du fer analysé dans les feuilles se trouve dans le district de NOSY BE HELL Ville qui est de $4,496 \pm 0,338$ % et la plus basse est à $1,374 \pm 0,338$ % dans le district d'AMBILOBE. Dans les tiges, le district de DIEGO Suarez possède la concentration la plus élevée avec une moyenne de $1,391 \pm 0,047$ % et la moyenne la plus basse se trouve à NOSY BE HELL Ville qui est de $0,671 \pm 0,047$ %. Et dans la partie racine, AMBILOBE possède la concentration la plus élevée qui est de $4,789 \pm 0,356$ % par contre la moyenne la plus basse est à AMBANJA avec une moyenne de $1,003 \pm 0,356$ %. Selon le test ANOVA, les p-valu de toute partie de cette plante sont inférieurs à 0,0001 dans les feuilles, tiges et racines. Ceci indique que l'hypothèse nulle est rejetée alors au moins deux teneurs de fer dans cinq districts sont différentes. Le fer est un oligoélément indispensable à l'organisme vivant. Les besoins en fer sont particulièrement importants chez la femme au cours des grossesses, pour faire face à l'accroissement du volume sanguin, ainsi qu'à la croissance des tissus du fœtus et du placenta. Ils sont également élevés pendant la croissance, en particulier durant la première année de vie, au cours de laquelle la quantité de fer corporel est multipliée par deux [2]. En 2017, Organisation Mondiale de la Santé recommande une consommation journalière de 120 mg [20].

- Cas de Nickel

Le Nickel est aussi présent dans le *Raphia farinifera* de la région DIANA mais en très petite quantité puisqu'il n'atteint pas de 1%. Pour le cas de nickel, il est présent un taux très faible n'atteignant pas le 1 %. En moyenne, la concentration la plus élevée dans les feuilles se trouve dans le district d'ANIVORANO Nord qui est de $0,296 \pm 0,020$ % et la moyenne la plus basse est à AMBANJA avec une moyenne de $0,219 \pm 0,020$ %. Dans les tiges, la concentration dans le district de DIEGO Suarez est la plus élevée avec une moyenne de $0,318 \pm 0,017$ % et le district d'AMBANJA possède la moyenne la plus basse qui est de $0,223 \pm 0,017$ %. Et dans les racines, la concentration la plus élevée se trouve dans le district d'ANIVORANO Nord qui est de $0,329 \pm 0,026$ % par contre le district de DIEGO Suarez possède la moyenne la plus basse qui est de $0,289 \pm 0,026$ %. Selon ANOVA, dans la partie feuille et les racines, il n'y a pas de différence de la teneur dans les cinq districts car le p-valu de cette partie est 0,076 dans les feuilles et 0,835 dans les racines. Par contre dans les tiges le p-valu est de 0,044 alors l'hypothèse nulle est rejetée c'est-à-dire il y a au moins deux concentrations de nickel dans les cinq districts sont différents sur la plante analysée. Les effets de consommation importante de nickel sont les menaces de développer un cancer de poumon, larynx et de la prostate, nausée, vomissement et vertige, échec pulmonaire, échec de naissance, asthme et bronchite chronique, problème cardiaque [6]. L'Organisation Mondiale de la santé a recommandé de 5 µg/kg par jour [20] tandis qu'en 2001, l'A.F.S.S. A a recommandé une consommation de 60 µg par jour [1].

- Cas de Cuivre

Selon les résultats des analyses, le cuivre est contenu dans le *Raphia farinifera* à une valeur très faible c'est-à-dire en état de trace, mais en état de trace. C'est un élément indésirable. Le cuivre aussi est en très faible quantité. Dans tout le district de la région DIANA, ces valeurs ne dépassent pas le 1%. La concentration la plus élevée dans les feuilles se trouve dans le district de NOSY BE HELL ville qui est de $0,535 \pm 0,023$ % et la moyenne la plus basse est dans le district d'AMBANJA avec une moyenne de $0,421 \pm 0,023$ %. Dans les tiges, le district de DIEGO Suarez possède la concentration la plus élevée avec une moyenne de $0,566 \pm 0,020$ % par contre le plus bas est à NOSY BE HELL Ville avec une moyenne de $0,329 \pm 0,020$ %. Et dans les racines, la concentration la plus élevée se trouve dans le district d'AMBILOBE qui est de $0,513 \pm 0,032$ % contrairement au district de DIEGO Suarez qui représente une moyenne la plus basse à $0,403 \pm 0,032$ %. Les p-valu obtenu selon le test ANOVA sont 0,108 dans les feuilles ; 0,0001 dans les tiges et 0,118 dans les racines. Ces résultats permettent de dire qu'il n'y a pas de différence de concentration de cuivre dans les cinq districts de la région DIANA sur les parties feuilles et racines. Par contre dans les tiges, il y a une différence de concentration au moins du cuivre. Le risque d'une carence est extrêmement rare. Les excès de cuivre sont quant à eux plus courants et peuvent être causés par une maladie métabolique héréditaire. Aucune supplémentation en cuivre n'a démontré un quelconque bénéfice pour la femme enceinte ou son fœtus [19]. En 2015, l'Organisation des Nations Unies recommande la consommation de 11 à 37 mg/kg par jour [22].

- Cas de Zinc

La présence d'élément zinc dans le *Raphia farinifera* a été aussi remarqué mais en très faible quantité. Le zinc est un élément a une moyenne différent d'un district a un autre. En moyenne, la concentration la plus élevé dans les feuilles se trouve dans le district de DIEGO Suarez est de $7,471 \pm 0,703$ % et la moyenne la plus basse est à ANIVORANO Nord avec une moyenne de $5,608 \pm 0,445$. Dans les tiges, la concentration dans le district de DIEGO Suarez est le plus élevé avec une moyenne de $5,804 \pm 0,207$ % et le district de NOSY BE HELL ville possède la moyenne la plus basse qui est de $3,361 \pm 0,131$ %. Et dans les racines, la concentration la plus élevé se trouve dans le district d'AMBILOBE qui est de $8,011 \pm 0,380$ % par contre le district d'AMBANJA possède la moyenne la plus basse qui est de $4,129 \pm 0,240$ %. Selon le test statistique ANOVA, les p-valu dans les tiges et racines sont inférieur à 0,0001, tandis que dans les feuilles, le p-valu est de 0,031. Ces valeurs indiquent qu'il y a au moins une différence de concentration de zinc dans les cinq districts de la région DIANA. Chez les femmes enceintes, particulièrement, un risque d'attraper un rhume, une grippe ou toute autre infection qui peut réduire la teneur en zinc dans l'organisme, ce qui peut être dangereux pour le fœtus. Une carence chez les femmes peut aussi entraîner un pré éclampsie, une rupture prématurée des membranes, une prématurité du fœtus, un petit poids de naissance [5]. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, la supplémentation en zinc chez les femmes enceintes n'est recommandée que dans le contexte d'une recherche menée avec rigueur [20] tandis qu'en 2015, l'EFSA recommande une consommation journalière de 1,6 mg [4].

- Cas de Brome

Dans le *Raphia farinifera* de la région DIANA l'analyse a révélé une présence de l'élément Brome à une quantité très faible. Le brome est présent à une moyenne très faible qui n'arrive pas attendre 1%. En moyenne, la concentration la plus élevé dans les feuilles se trouve dans le district d'AMBANJA qui est de $0,167 \pm 0,023$ % et la moyenne la plus basse est à ANIVORANO Nord avec une moyenne de $0,048 \pm 0,023$ %. Dans les tiges, la concentration dans le district de DIEGO Suarez est le plus élevé avec une moyenne de $0,153 \pm 0,019$ % et le district d'ANIVORANO Nord possède la moyenne la plus basse qui est de $0,020 \pm 0,009$ %. Et dans les racines, la concentration la plus élevé se trouve dans le district d'AMBILOBE qui est de $0,205 \pm 0,051$ % par contre le district d'ANIVORANO Nord possède la moyenne la plus basse qui est de $0,066 \pm 0,032$ %. D'après le test ANOVA, les p- valu sont 0,015 dans les feuilles, 0,009 dans les tiges et 0,047 dans les racines. Par rapport à ces valeurs, l'hypothèse nulle est rejetée. En autre terme, au moins deux concentrations de Brome dans cinq districts sont différents sur les parties analysées. Le brome fait partie des éléments dangereux à l'organisme vivant. Il provoque de dysfonctionnement des systèmes nerveux et peut perturber le matériel génétique ce qui est très risqués pour les femmes enceintes [16].

- Cas de Plomb

Le plomb est un élément toxique. Il peut passer de la mère au fœtus, via la barrière placentaire et il peut passer également après la naissance à l'enfant au travers le lait maternel [18]. L'effet toxique majeur du plomb au cours du développement du fœtus entraînerait un déficit neurocomportemental durable durant l'enfance [12]. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé recommande une consommation de 3,6 µg/kg par jour [21]. Le plomb aussi est un élément à une très faible moyenne. Ces moyennes se différent selon le district. En moyenne, la concentration la plus élevé dans les feuilles se trouve dans le district de DIEGO Suarez qui est de $1,038 \pm 0,092$ % et la moyenne la plus basse est à ANIVORANO Nord avec une moyenne de $0,514 \pm 0,092$ %. Dans les tiges, la concentration dans le district d'AMBILOBE est le plus élevé avec une moyenne de $0,487 \pm 0,025$ % et le district de NOSY BE HELL ville possède la moyenne la plus basse qui est de $0,172 \pm 0,039$ %. Et dans les racines, la concentration la plus élevé se trouve dans le district d'AMBILOBE qui est de $1,168 \pm 0,086$ % par contre le district de AMBANJA possède la moyenne la plus basse qui est de $0,302 \pm 0,036$ %. Selon le test statistique ANOVA, les p- valu de toutes les parties de la plante sont inférieur à 0,0001. Ces valeurs permettent de dire que l'hypothèse nulle est rejetée. En autre terme, au moins deux concentrations de plomb dans cinq districts sont différents sur les parties analysées.

D'après le criblage photochimique effectué sur les extraits de *Raphia farinifera* contient des tanins et polyphénols, stéroïdes et des terpenoïdes à moyenne concentration (++) , l'alkaloïde présent à faible concentration (+) et l'absence (-) de la saponine, quinones et polysaccharides. En administrant l'extrait de *Raphia farinifera* par voies orale des animaux (Des rats 15 mâles et des 10 femelles de race Wistar, pesant comprise entre 166 à 253 grammes), la diurèse des traités augmente par rapport à celle des témoins pendant 24 heures. La valeur d'excrétion urinaire volumétrique (EUV) est égale à $42,539 \pm 0,030$ %, qui sont inférieur à 80%. Cet indice indique que l'extrait possède une activité anti- diurétique. Les extraits de *Raphia farinifera* expliquent sa vertu médicinale anti-hypertensive et confirment son usage traditionnel dans le traitement de l'hypertension artérielle. La pression artérielle systolique en moyenne est comprise entre $6,470 \pm 0,106$ mg. Hg⁻¹ à $7,600 \pm 0,200$ mg. Hg⁻¹ et pression artérielle diastolique en moyenne est comprise entre $4,100 \pm 0,122$ mg. Hg⁻¹ à $4,500 \pm 0,025$ mg. Hg⁻¹.

5. CONCLUSION

L'extrait de *Raphia farinifera* possède une activité anti-diurétique et utilisée dans le traitement de l'hypertension artérielle. Les analyses par la fluorescence X à l'énergie dispersive montrent que les parties de la plante est riche en : Potassium (K), le Calcium (Ca), le Brome (Br), le Manganèse (Mn), le Fer (Fe), le Nickel (Ni), le Cuivre (Cu), le Zinc (Zn), le Titane (Ti), le Vanadium (V), le Plomb (Pb), et le Phosphore (P). Certains de ces éléments sont nutritifs

comme le phosphore, potassium et calcium et ils sont majoritaires en quantités. On peut dire que le *Raphia farinifera* peut remplacer certains aliments contenant ces éléments. Mais malgré la présence de ces éléments nutritifs, il existe aussi des éléments toxiques comme le Brome (Br), le Nickel (Ni) et le Plomb (Pb) qui est très nuisible à la santé de l'homme. Ces effets sont très dangereux qu'il est nécessaire de prendre des précautions pour éviter certaines complications aux utilisateurs du *Raphia farinifera*. Il est préférable pour les femmes enceintes de faire des bonnes consultations prénatales (C.P.N) pour avoir des soins qui lui sont nécessaires durant sa grossesse.

Reconnaissance : J'exprime mes sincères remerciements à Monsieur Hery Tiana RAKONDRAMANANA, Professeur au Domaine Sciences et Technologies à la faculté des sciences de l'université d'Antananarivo ; de m'avoir orienté, prodigué des idées et des précieux conseils pour la conception et la réalisation de ce travail.

6. REFERENCES

- [1] Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (A.F.S.S.A). *Apports nutritionnels conseillés*. 2001.
- [2] Martin A et al., *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. Ed Lavoisier, Tec & Doc. 2001.
- [3] Direction Régionale de la Santé Publique DIANA. *Taux de mortalités maternel et mort nés de la région DIANA*. Rapport annuelle. 2019.
- [4] European Food Safety Authority (E.F.S.A). *Les valeurs nutritionnelles de référence pour les nutriments*. Rapport de référence pour femmes enceintes. Octobre 2015.
- [5] Favier M, Hininger-Favier I. *Zinc et grossesse. Gynécologie Obstétrique & Fertilité*. 2005 ; 33 : 253-258.
- [6] I.N.E.R.I.S., « *Fiche des données toxicologiques et environnementales des substances chimiques* », Version N 1- 2juillet 2006, p 71.
- [7] Agence Internationale de l'Energie Atomique (IAEA DRAFT). *Documentation version 1.2, Q. X. A. S. (Quantitative X-ray Analysis System)*. 1995-1996.
- [8] Agence Internationale de l'Energie Atomique (IAEA / SOIL-7). *Certified Reference Material*. May 1984
- [9] Agence Internationale de l'Energie Atomique (IAEA-TECDOC-950). *Sampling, storage and sample preparation procedures for X-ray fluorescence analysis of environmental materials*. June 1997.
- [10] Agence Internationale de l'Energie Atomique, (IAEA-TECDOC-300). *Sample preparation Techniques in trace Element Analysis By X-ray Emission Spectroscopy*. Vienna, 1983.
- [11] Genevey Laurene, Schutz Claire. *Législation du complément alimentaire et étude des compositions de deux types de compléments alimentaires*. Thèse de docteur en Pharmacie. Université Joseph Fourier. Faculté de Pharmacie de Grenoble, p 76-78-87-89, 12 janvier 2009.
- [12] Guide de Bonnes Pratiques d'hygiène de la Nutrition Animale (G.B.P.N.A) – OQUALIM. *Dangers*. Version Finalisée soumise 18/10/2016, ANNEXE 1, p 67 - 127.
- [13] K. Huheey et al, « *Chimie Inorganique des Systèmes Biologiques* », 1993. 944 – 946.
- [14] Merck index – « *Encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals* », 12ème édition. Merck and Co., Rahway, 1996.
- [15] Rasolojaona Lalaina Sylviane. *Étude de la filière Raphia en vue du développement de son exportation : cas de RAMANANDRAIBE Exportation S.A*. Diplôme d'Etudes Approfondies. Université d'Antananarivo. Faculté de droit, d'économie, de gestion et de sociologie. p 20-22, 2006.
- [16] RUFFIN R et al. *Investigation des éléments minéraux traces et actifs dans le Khat par la technique de fluorescence X à l'énergie dispersive (ED-XRF)*. Afrique Science. 2017; 13(3):228.
- [17] S.M. Sumabuco, V. F. Nascimento Filho. *Quantitative analysis by energy dispersive X-Ray fluorescence by the transmission method applied to geological samples*. Sci. Agri. Piracicaba. 1994;51(2): 197-206.
- [18] Société Suisse de Nutrition (S.S.N). *L'alimentation de la femme enceinte*. Schwarztorstrasse 87.ase postale 8333, CH-3001 Berne, édition actualisée 2011, p 8.
- [19] Sylvain Bélanger. *Une santé de cuivre*. Éditions Quintessence. Rue de la Bastidonne 13678 Aubagne Cedex – France. p 12, 2003.
- [20] Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S). *Recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé concernant les soins prénatals pour que la grossesse soit une expérience positive*. p xi, 2017.
- [21] Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S). *Risk assessment of khat use in the Netherlands: a review based on adverse health effects, prevalence, criminal involvement and public order*. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2008;52(3):199-207.
- [22] Organisation des Nations Unies (O.N. U). *Objectifs du millénaire pour le développement*. Rapport 2015.
- [23] Larson M. G. *Analysis of Variance*. Circulation 2008; 117: 115-121.
- [24] Randrianantenaina Fanjanirina Rovatiana. *Étude de l'érosion hydrique du sol par la technique du ⁷Be : cas d'un site agricole d'Andranomanelatra Antsirabe*. Thèse de doctorat en physique. Université d'Antananarivo. Faculté des sciences, p 38, 10 décembre 2021.
- [25] Dahiru T., Fmcp, Hsm Dip. *P-value, a true test of statistical significance? A cautionary note*. Annals of Ibadan Postgraduate Medicine. 2008 ;6 (1):1-6.
- [26] Sterne J. A. C., Smith G. D. *Sifting the evidence-what's wrong with significance tests?* BMJ. 2001; 322: 226 -231.
- [27] Wasserman L., 2004. *All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference*, Springer-Verlag, p. 157.



Cite this article : Augustin RAZAFINDRAPATA et Hery Tiana RAKOTONDRAMANANA. DETERMINATION DES ELEMENTS MAJEURS ET EN TRACES DANS LA PLANTE *RAPHIA FARINIFERA* DANS CINQ DISTRICTS EX-PROVINCE D'ANTSIRANANA PAR ANALYSE DE LA FLUORESCENCE X A L'ENERGIE DISPERSIVE. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2022; 14(4): 162-170.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>