

Détermination Des Éléments Majeurs Et En Traces Dans Le Landolphia Myrtifolia Par Analyse Fluorescence X Et Ses Effets Sur L'activité Cardiaque

Daniel RASOLOZAFY^{1*}, RAZAFINDRAPATA Augustin², MAMIZARA Michéa³, Rodel Justola TSIAFITAKA¹, ASIMANANA Frédéric⁴

¹Université d'Antsiranana, Faculté des sciences, Diégo Suarez 201, Madagascar.

rasolozafdaniel566@gmail.com

²Université d'Antsiranana, Institut universitaire des sciences de l'environnement et de la société, Diégo Suarez 201, Madagascar.

faraka207@gmail.com

³Université d'Antsiranana, Faculté des sciences, Mention Physique, Diégo Suarez 201, Madagascar.

mamizara3@yahoo.fr

⁴Université d'Antsiranana, Faculté des sciences, Mention Physique, Diégo Suarez 201, Madagascar

fredericasimanana@yahoo.fr

*Auteur Correspondant: RAZAFINDRAPATA Augustin, faraka207@gmail.com



Résumé : La population Malagasy utilise les plantes médicinales pour diverses raisons. *Landolphia Myrtifolia* qui est une plante souvent naturalisée et abondamment consommée par des populations dans la région SAVA grâce à ses activités cardiaques. L'objectif de cette étude est de déterminer les éléments minéraux contenu dans *Landolphia myrtifolia* utilisé dans le Nord Madagascar. Notre étude s'est déroulée à Madagascar-INSTN dans le département de la fluorescence X et l'environnement. La méthode utilisée est fluorescence X à l'énergie dispersive. Les éléments chimiques ont été trouvés : métaux en trace, oligo-élément, élément nutritif qui sont : le calcium (Ca), le fer (Fe) et le plomb (Pb). *Landolphia myrtifolia* utilisée durant la crise cardiaque renferme plus des éléments nutritifs que des éléments toxiques. Il est préférable pour les populations de faire des bonnes consultations au spécialiste pour avoir des soins qui lui sont nécessaires.

Mot clé : *Landolphia myrtifolia*, Fluorescence X, éléments minéraux, cœur, SAVA.

Abstract: The Malagasy population uses medicinal plants for various reasons. *Landolphia Myrtifolia* which is a plant often naturalized and abundantly consumed by populations in the SAVA region thanks to its cardiac activities. The objective of this study is to determine the mineral elements contained in *Landolphia myrtifolia* used in northern Madagascar. Our study took place in Madagascar-INSTN in the department of X-ray fluorescence and environment. The method used is X-ray fluorescence with dispersive energy. The chemical elements were found: trace metals, trace elements, and nutrients, which are: calcium (Ca), iron (Fe), and lead (Pb). *Landolphia myrtifolia* used during the heart attack contains more nutrients than toxic elements. It is better for populations to have good consultations with the specialist in order to obtain the care they need.

Keywords : *Landolphia myrtifolia*, X-ray fluorescence, mineral elements, core, SAVA.

1. Introduction

A Madagascar, bien que nous sommes en voie de développement, les plantes sont parmi des traitements que les populations prennent durant la crise cardiaque. Ils utilisent de plante pour avoir une activité cardiotonique. *Landolphia myrtifolia* est une liane grimpante qui peut atteindre jusqu'aux voute forestière et on pourra utiliser dans la vie quotidienne dans diverse domaines. Ils en consomment selon les dires de ces populations, dans le but pour soigner les personnes présentant des œdèmes des membres inférieurs avec une fatigue chronique suivie d'essoufflement au moindre effort. Mais pourquoi en consommer ? Selon les populations, la tradition et les tangalamena leurs prescrivent de plante pour ses effets antihypertenseurs artérielle et une activité cardiotonique. Le but de ce travail est de déterminer les éléments minéraux contenus dans les écorces et la racine du *Landolphia myrtifolia*. La spectrométrie de Fluorescence X est une technique d'analyse qui permet d'identifier et de déterminer les éléments qui composent un échantillon [1]. Nous espérons que cet article arrive à convaincre les décideurs, surtout les populations en état de la crise cardiaque de prendre des mesures très sérieuses et respectueuse d'interdit la consommation au cours de la crise cardiaque du *Landolphia myrtifolia* enfin de préserver la santé.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 Caractéristiques de l'étude

Notre étude s'est déroulée dans l'Institut National des Sciences et Technique Nucléaire (INSTN - Madagascar) et qui se trouve à la capitale de Madagascar, plus précisément dans le site Universitaire d'Antananarivo ANKATSO, dans la région Analamanga. Il s'agit d'une étude analytique, descriptives, comparatives et particularisés. Il s'étale du juillet 2023 au mai 2026 avec une durée de 178 semaines. La population étudiée regroupe les populations, les guérisseurs traditionnels et les responsables de la santé.

2.2 Stratégie de prélèvement de l'échantillonnage

La stratégie de prélèvement joue un rôle important sur la réalisation d'une recherche donnée. D'une manière générale, il existe deux types de méthodes sur l'échantillonnage quantitatif c'est-à-dire les méthodes probabilistes et les méthodes non probabilistes. Mais entre ces deux méthodes, nous avons choisi les méthodes probabilistes. Cette méthode probabiliste a pour but de collecter des échantillons les plus représentatifs possibles de la population étudiée. L'échantillonnage de cette étude a été effectué dans le district d'ANTALAHA et de SAMBAVA.

2.3 Matériels utilisés lors de l'échantillonnage

Les matériels utilisés lors de l'échantillonnage sont :

- Caméra HD : appareil de prise de vue, pour les photos ou la vidéo ;
- Global Positioning System MAP 40 : mesures des données géographiques ;
- Porte échantillon : sachets en plastique ;
- Balance PARASONIC : mesure la masse des échantillons prélevées ;
- Glacière portative : conservation des échantillons à l'état frais.

2.4 Matériels utilisés au fluorescence X à l'énergie dispersive

INSTN-Madagascar dispose un spectromètre de fluorescence X de marque SPECTRO XEPOS utilisé pour les analyses qualitative et quantitative des éléments présents dans les échantillons des plantes.



Figure 1 : Spectromètre de fluorescence X SPECTRO XEPOS

Spectro XEPOS est un Spectromètre de fluorescence X qui utilise la méthode par ED-XRF pour les analyses d'échantillons. Le mode d'excitation étant par des cibles secondaires. Lorsque les cibles sont soumises aux rayonnements X primaires délivrés par le tube, elles émettent des rayons pour exciter les atomes de l'échantillon. Une fois ces atomes excités, ils émettent à leur tour des raies de fluorescence qui sont ensuite mesurées par un détecteur à semi-conducteur.

Les données techniques pour une utilisation adéquate du Spectromètre lors des analyses des échantillons sont rapportées dans le tableau ci-contre :

Tableau 1: Données techniques du SPECTRO XEPOS

Plage de la tension de fonctionnement	95-120 V/200 - 240 V 50/60 Hz
Puissance consommée	150 W

2.5 Contrôle qualité de la méthode à l'ED-XRF

Pour les échantillons Biologique surtout les plantes, on utilise la méthode TQ-Pellets-Plant sur l'ordinateur reliant aux appareils. A la présence des trois Matériaux de Référence IPE 2012-1 S4, IPE 2010- S3 et IPE 2011- 4 S2 l'étalonnage du système a été bien réaliser. L'utilisation de ce "matériau de référence" a rendu possible le contrôle de qualité de la méthode d'analyses.

3. Résultats d'expérience

3.1 Résultats suivants l'analyse XRF

Les résultats de ces analyses, par la méthode de fluorescence X à l'énergie dispersive, montrent qu'ils contiennent plusieurs éléments tels que :

- Éléments en trace : Plomb (Pb)
- Oligo-élément : Fer (Fe)
- Élément nutritif : Calcium (Ca)

Ces résultats montrent que les concentrations des éléments minéraux contenus dans les *Landolphia myrtifolia* varient d'un échantillon à l'autre. Les tableaux représentent les teneurs moyennes (%) respectives des éléments minéraux dans les échantillons selon les parties analysées (n=5) :

Résultat d'analyse sur éventuel du Calcium (Ca)

Tableau 2 : Résultat d'analyse selon ED-XRF sur éventuel du Calcium (Ca)

	Écorces (%)	Racine (%)
Antsiradambo	9,53 ± 2,45	22,41 ± 0,25
Mahatsara	7,67 ± 0,54	22,11 ± 5,78
Andigaozabe	7,34 ± 0,48	14,49 ± 1,98
Ambohitralanana	9,60 ± 0,73	22,18 ± 4,87
Ampanavoana	12,03 ± 0,65	17,64 ± 1,08
Antsahanoro	8,12 ± 1,07	19,54 ± 1,01
Antsiranombidy	10,45 ± 0,22	24,58 ± 3,33
Antserasera	10,64 ± 2,24	24,05 ± 0,1
Agnambofo	15,25 ± 2,78	16,10 ± 0,57
Nosiarina	15,20 ± 0,41	19,31 ± 2,78
Bemaneviky	12,44 ± 3,97	21,62 ± 1,46
Farahalana	12,35 ± 1,45	18,45 ± 0,10

Sur les écorces, les communes d'Andigaozabe et Farahalana possèdent les taux les plus bas à des valeurs de $7,34 \pm 0,09\%$ et $12,35 \pm 0,32\%$. Les valeurs les plus élevée sont dans la commune d'Ampanavoana et d'Agnambofo à des valeurs de $12,03 \pm 0,19\%$ et $15,25 \pm 0,26\%$. Dans les racines, les échantillons venant d'Andigaozabe et d'Agnambofo sont les moins dominants qui sont de $14,49 \pm 0,3\%$ et $16,10 \pm 0,34\%$. Quant aux échantillons venant de la commune Bemaneviky et d'Antsiranombidy, ce sont les plus élevée avec des valeurs de $21,62 \pm 0,46\%$ et $24,58 \pm 0,48\%$.

Résultat d'analyse sur éventuel du Fer (Fe)

Tableau 3 : Résultat d'analyse selon ED-XRF sur éventuel du Fer (Fe)

	Écorces (%)	Racine (%)
Antsiradambo	0,62 ± 0,01	2,38 ± 0,06
Mahatsara	0,32 ± 0,04	1,54 ± 0,05
Andigaozabe	0,56 ± 0,04	2,00 ± 0,04
Ambohitralanana	0,56 ± 0,05	1,37 ± 0,02
Ampanavoana	0,42 ± 0,03	2,05 ± 0,32
Antsahanoro	1,67 ± 0,02	1,06 ± 0,01
Antsiranombidy	0,95 ± 0,08	1,94 ± 0,04
Antserasera	0,66 ± 0,01	0,94 ± 0,04

Agnambofo	0,66 ± 0,01	1,65 ± 0,23
Nosiarina	0,56 ± 0,02	1,49 ± 0,01
Bemaneviky	0,74 ± 0,03	1,82 ± 0,06
Farahalana	1,27 ± 0,20	1,93 ± 0,10

< LD : inférieur à la limite de détection

Le fer contenu dans les écorces, les valeurs les moins élevées sont dans la commune de Nosiarina et de Mahatsara avec un taux de $0,56 \pm 0,02$ % et $0,32 \pm 0,04$ %. Les valeurs les plus élevées sont de $1,67 \pm 0,02$ % dans la commune d'Antsahanoro et $1,27 \pm 0,15$ % dans la commune de Farahalana. Dans les racines, les communes de Nosiarina et d'Antserasera représentent les valeurs les moins élevées dont $1,49 \pm 0,01$ % et $0,94 \pm 0,04$ %. Et dans les communes d'Antsiradambo avec une valeur de $2,38 \pm 0,06$ % et de Farahalana qui est de $1,93 \pm 0,05$ %, les valeurs sont les plus élevées.

Résultat d'analyse sur éventuel du Plomb (Pb)

Tableau 4 : Résultat d'analyse selon ED-XRF sur éventuel du Plomb (Pb)

	Écorces (%)	Racine (%)
Antsiradambo	< LD	$0,09 \pm 0,01$
Mahatsara	$0,05 \pm 0,001$	$0,50 \pm 0,03$
Andigaozabe	$0,18 \pm 0,01$	$0,64 \pm 0,02$
Ambohitralanana	$0,15 \pm 0,01$	$0,56 \pm 0,03$
Ampanavoana	$0,17 \pm 0,01$	$0,56 \pm 0,001$
Antsahanoro	< LD	$0,24 \pm 0,01$
Antsiranombidy	$0,25 \pm 0,02$	$0,46 \pm 0,01$
Antserasera	< LD	$0,14 \pm 0,01$
Agnambofo	$0,27 \pm 0,04$	$0,46 \pm 0,01$
Nosiarina	$0,07 \pm 0,01$	$0,52 \pm 0,01$
Bemaneviky	$0,27 \pm 0,03$	$0,65 \pm 0,03$
Farahalana	$0,17 \pm 0,07$	$0,49 \pm 0,04$

< LD : inférieur à la limite de détection

Dans les écorces, les résultats montrent que dans les communes d'Antsahanoro et de Nosiarina, les taux de plomb sont moins dominants dont l'un est inférieur à la limite de détection et l'autre est de $0,07 \pm 0,01$ %. Les valeurs les plus élevées sont à Agnambofo et d'Antsiranombidy dont les taux sont de $0,27 \pm 0,04$ % et $0,5 \pm 0,02$ %. Dans les racines, les valeurs les plus élevées se trouvent dans les communes de Bemaneviky et Andigaozabe avec des taux de $0,65 \pm 0,03$ % et $0,14 \pm 0,01$ %. Quant aux valeurs moins élevées, on les retrouve dans échantillons venant des communes de Agnambofo qui est de $0,46 \pm 0,01$ % et la commune d'Antsiradambo qui est de $0,09 \pm 0,01$ %.

3.2 Résultats suivant le test Pharmacologique

Effet de l'extrait sur la fréquence du battement cardiaque

La perfusion du cœur isolé de grenouille avec l'extrait diminue la fréquence de son battement. Cette fréquence diminue en augmentant la concentration de l'extrait perfusé dans l'aorte.

La figure 2 illustre l'effet de l'extrait sur la fréquence du battement cardiaque.

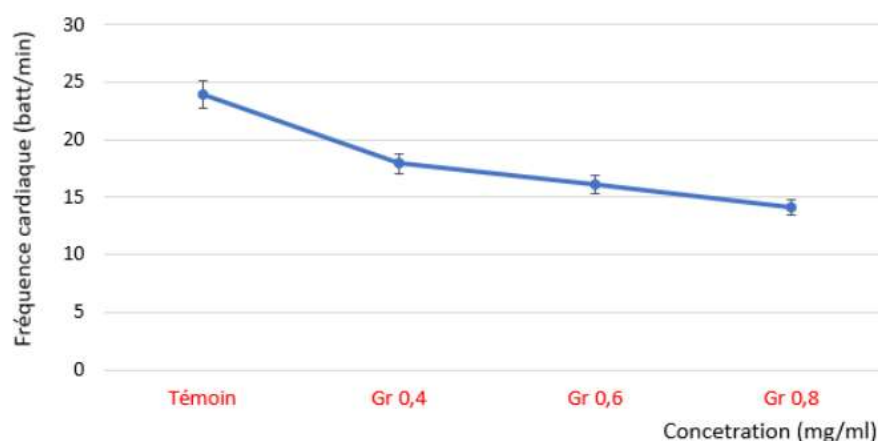


Figure 2 : Variation de la fréquence du battement du cœur isolé de grenouille

En absence de l'extrait, la fréquence du battement cardiaque est égale à $24 \pm 1,1$ battements/ minute, contre $17,93 \pm 0,3$; $16,1 \pm 0,4$ et $14,13 \pm 0,5$ battements/ minute en présence de l'extrait aux concentrations de 0,4 ; 0,6 et 0,8 mg.ml⁻¹. Ces résultats montrent que l'extrait possède un effet chronotrope négatif.

Effet de l'extrait sur la vitesse de contraction du cœur

La perfusion de l'extrait dans l'aorte augmente la vitesse de contraction cardiaque, et elle augmente en fonction de la concentration de l'extrait perfusé dans le cœur.

La figure 3 montre l'effet de l'extrait sur la vitesse de contraction du cœur.



Figure 3 : Variation de la vitesse de contraction du cœur isolé de grenouille

La vitesse de contraction cardiaque passe de $1,96 \pm 0,39$ mm/sec en absence de l'extrait, à $3,35 \pm 0,44$; $5,42 \pm 0,32$ et $6,49 \pm 0,12$ mm.sec⁻¹ en présence de l'extrait aux concentrations de 0,4 ; 0,6 et 0,8 mg.ml⁻¹. Ces résultats montrent que l'extrait améliore la vitesse de contraction cardiaque.

4. DISCUSSIONS

4.1 Cas de Calcium

Le Calcium joue aussi un rôle essentiel dans la coagulation sanguine [14] [12], le maintien de la pression sanguine [13] et la contraction des muscles [16] [2]. Le *Landolphia myrtifolia* de la région SAVA contient aussi du calcium en une quantité assez importante. La concentration la plus élevée du calcium analysé dans les écorces se trouve d'Agnambofo qui est de $15,25 \pm 2,78$ % et la plus basse est à $7,34 \pm 0,48$ % d'Andigaozabe. Dans les racines, Antsiranombidy possède la concentration le plus élevé avec une moyenne de $24,58 \pm 3,33$ % et la moyenne la plus basse se trouve à Andigaozabe qui est de $14,49 \pm 1,98$ %. L'Organisation Mondiale de la Santé recommande une consommation de 1,5 à 2,00 g/ kg par jour [3], donc il serait préférable de contrôler la consommation de *Landolphia myrtifolia* pour éviter l'excès de calcium dans le corps afin d'empêcher des menaces sur leurs santé.

4.2 Cas du Fer

Suivant les résultats des analyses de *Landolphia myrtifolia* 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 écorces se trouve dans le district d'Antsahanoro qui est de $1,67 \pm 0,02$ % et la plus basse est à $0,32 \pm 0,04$ % à Mahatsara. Dans les racines, Antsiradambo possède la concentration le plus élevé avec une moyenne de $2,38 \pm 0,06$ % et la moyenne la plus basse se trouve à Antserasera qui est de $0,94 \pm 0,04$ %. Le fer est un oligoélément indispensable à l'organisme vivant [15] [11]. Ils sont également élevés pendant la croissance [10] [4]. En 2017, Organisation Mondiale de la Santé recommande une consommation journalière de 120 mg [3].

4.3 Cas du Plomb

Le plomb aussi est un élément à une très faible moyenne. Ces moyennes se diffèrent selon les points de prélèvements. En moyenne, la concentration la plus élevée dans les écorces se trouve d'Agnambofo qui est de $0,18 \pm 0,02$ % et la moyenne la plus basse est d'Antsahanoro et d'Antsiradambo qui sont inférieure à la limite de détection. Dans les racines, la concentration d'Andigaozabe est le plus élevé avec une moyenne de $0,64 \pm 0,02$ % et Antsiradambo possède la moyenne la plus basse qui est de $0,09 \pm 0,01$ %. Le plomb est un élément toxique [8] [5]. L'effet toxique majeur du plomb au cours du développement du fœtus entraînerait un déficit neurocomportemental durable durant l'enfance [6] [9]. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé recommande une consommation de $3,6 \mu\text{g/kg}$ par jour [7].

5. Conclusion

Dans notre recherche, les échantillons sont échantillonnés dans deux (02) districts différents dans la région SAVA au Nord de grande ile de Madagascar. Cette plante est utilisée par les populations dans le Nord Madagascar durant la crise cardiaque. Ces résultats montrent que l'extrait améliore la vitesse de contraction cardiaque et possède un effet chronotrope négatif. Les analyses de cette plante ont été fait par une méthode qui à la fluorescence X à l'énergie dispersive au INSTN-Madagascar. Les parties de la plante a été analysé et ces éléments retrouvés sont les mêmes : le Calcium (Ca), le Fer (Fe) et le Plomb (Pb). Ces calciums sont majoritaires en quantités. On peut dire que le *Landolphia myrtifolia* peut remplacer certains aliments contenant ces éléments. Mais malgré la présence ces éléments nutritif, il existe aussi des éléments toxiques comme 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 *Landolphia myrtifolia*. Il est préférable pour les populations de faire des bonnes consultations au spécialistes pour avoir des soins qui lui sont nécessaires durant sa crise cardiaque.

Reconnaissance : J'exprime mes sincères remerciements à Dr. RAZAFINDRAPATA Augustin ; de m'avoir orienté, prodigué des idées et des précieux conseils pour la conception et la réalisation de ce travail.

Références

- [1] 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, 51(2): 197-206. 1994.
- [2] K. HUHEEY et al, « *Chimie Inorganique des Systèmes Biologiques* », p 944 – 946, 1993.
- [3] 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.
- [4] Martin A et al., *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. Ed Lavoisier, Tec & Doc. 2001.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] Organisation Mondial 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 52 (3), pp. 199-207, 2008.
- [8] Mamizara et al., « *Decoction of the roots of Tragia furialis boje and the leaves of Ravenala Madagascariensis, prepared using the method of Atomic Absorption Analysis* », International Journal of Science, Engineering and Technology, Volume 14, Issue 1, pp. 1-6, ISSN (Online): 2348-4098, ISSN (Print): 2395-4752. 2026.
- [9] Michéa et al., « *Mineral Elements in "Morinda Citrifolia" from Antsiranana I District, Madagascar* », International Journal of Scientific Engineering and Science Volume 9, Issue 8, pp. 59-62, 2025. ISSN (Online): 2456-7361.

- [10] RASOLOZAFY et al., « *Analyse des elements majeurs et oligoelements dans les extraits aqueux de feuilles de landolphia myrtifolia par spectrometrie d'absorption atomique.* » *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2025; 20(6): 11-15. DOI:<https://doi.org/10.5281/ZENODO.15534397>.
- [11] Daniel, et al., « *Major Elements, Trace Elements and Effect of Landolphia Myrtifolia on Cardiac Activity in the S.A.V.A Region, Madagascar* », *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET)*, e-ISSN: 2319-8753, p-ISSN: 2347-6710, May 2025, 14(5) : 14620 - 14626, DOI:10.15680/IJIRSET.2025.1405483.
- [12] BEJOMA et al., “*Contribution à l’étude des éléments majeurs et en traces dans le catha edulis (KATY) utilisés par les femmes enceintes dans le district Antsiranana II*”. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2025; 17(3): 280-285.
- [13] Rosny J. et al., “*Analysis of Albizia lebbeck, Flacourtia ramontchi, Annona senegalensis and Imperata cylindrica by the dispersive energy X fluorescence analysis technique for auriferous prospection in the rural municipality Betsiaka*”. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2023 ; 16(5) : 287-293.
- [14] RAZAFINDRAPATA et al., “*Caractérisation des éléments majeurs et en traces dans la plante Aphloia théaéformis dans cinq districts dans la région DIANA par la technique d’analyse fluorescence X a énergie dispersive*”. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2022; 14(4) : 152-160.
- [15] Augustin et al., “*Détermination des éléments majeurs et en traces dans la plante Raphia farinifera dans cinq districts ex-province d’Antsiranana par analyse de la fluorescence X a l’énergie dispersive*”. *Am. j. innov. res. appl. sci.* 2022 ; 14(4) : 161-170.
- [16] Dai-we Yang, “*Effect of Al₂O₃/SiO₂ Ratio on morphology of complex calcium ferrite*”, *journal of iron and steel research international*, Volume 30, 2023, page 1921-1928