

RESEARCH ARTICLE

ANALYSE DES ELEMENT MINERAUX, PAR TURBO QUANTE-PELLETS POWDER, DES FEUILLES DE *Pistache Ala*

| Serdos Olivier Boudi ^{1*} | and | Frédéric Asimanana ¹ |

| ¹ Faculté des Sciences | Université d'Antsirananana | Madagascar |



| Received | 19 May, 2017 | | Accepted | July 13, 2017 | | Published July 30, 2017 | | ID : Serdos-ManuscriptRef.1-jira190517 |

RESUME

Contexte : Le *Pachira Aquatica* est une plante médicinale traditionnellement utilisée par les ancêtres malgaches et est présente dans presque toutes les régions de Madagascar. Actuellement, les plantes médicinales constituent la meilleure solution pour résoudre les problèmes de santé, notamment dans les pays en développement. **Objectif** : L'objectif de cette étude est de déterminer les éléments minéraux présents dans le *Pachira Aquatica*. **Méthode** : La méthode utilisée pour l'analyse est la méthode Turbo Quante-pellets powder (SPECTRO XEPOS ANALYSIS). Cette méthode permet de détecter des éléments allant du sodium (Na) à l'uranium (U) en utilisant cinq cibles secondaires (Co, Mo, Pd, Al₂O₃, HOP_g) pour l'excitation directe par réflexion. Elle peut analyser jusqu'à douze échantillons simultanément en utilisant des plateaux dédiés. L'analyse est effectuée à l'aide de la machine analyseur spectro Xepos, utilisant le logiciel d'exploitation X-LAB-pro, qui permet l'analyse de différents types d'échantillons tels que liquides, huiles, poudres, métaux et pastilles. Cette méthode est appropriée pour étudier les éléments minéraux dans le *Pachira Aquatica*. **Résultats** : Les résultats de l'analyse réalisée au Laboratoire de l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (Madagascar-INSTN) ont mis en évidence la présence de 43 éléments à l'état de trace, notamment l'aluminium, le silicium, le phosphore, le soufre, le chlore, le potassium, le calcium, le titane, le vanadium, le chrome, le manganèse, le fer, le nickel, le cuivre, le zinc, le gallium, le brome, le rubidium, le strontium, le zirconium, l'yttrium, le niobium, l'argent, le palladium, le molybdène, le cadmium, l'étain, l'antimoine, l'iode, le césium, le brome, le cérium, le lanthane, le praséodyme, le néodyme, le tantale, le tungstène, le plomb, le thorium, l'uranium et la somme totale des éléments détectés. Parmi eux, douze éléments présentent des concentrations supérieures aux valeurs recommandées par l'AIEA, à savoir le silicium, le chrome, le manganèse, le fer, le brome, le rubidium, le strontium, le cadmium, le néodyme, le thallium, le thorium et l'uranium, ce qui indique leur toxicité potentielle. Les autres éléments présentent des concentrations inférieures à celles recommandées par l'AIEA, avec un écart de 80,93 mg/kg pour le rubidium et de 14 mg/kg pour le brome. Les différences pour les autres éléments sont relativement petites. Il est à noter que l'ensemble des éléments quantifiés par échantillon reste dans la catégorie des éléments présents en faible concentration et ne dépasse pas 435,5697 mg/kg. **Conclusion** : En conclusion, les échantillons analysés présentent des concentrations élevées de rubidium, baryum, chrome et zinc, avec des spécificités propres à chaque échantillon. Les autres éléments présents montrent des concentrations plus faibles dans tous les échantillons étudiés.

Mots-clés : pistache, spécifique, éléments, concentration, échantillon

ABSTRACT

Background: *Pachira Aquatica* is a traditional medicinal plant used by the Malagasy ancestors and is found in almost all regions of Madagascar. Currently, medicinal plants are considered the best solution for addressing health issues, especially in developing countries. **Objective**: The objective of this study is to determine the mineral elements present in *Pachira Aquatica*. **Method**: The analysis was conducted using the Turbo Quante-pellets powder method (SPECTRO XEPOS ANALYSIS). This method enables the detection of elements ranging from sodium (Na) to uranium (U) by utilizing five secondary targets (Co, Mo, Pd, Al₂O₃, HOP_g) for direct reflection excitation. It allows for the simultaneous analysis of up to twelve samples using dedicated trays. The analysis was performed using the spectro Xepos analyzer machine and the X-LAB-pro operating software, which enables the analysis of various sample types such as liquids, oils, powders, metals, and pellets. This method is suitable for studying the mineral elements in *Pachira Aquatica*. **Results**: The analysis conducted at the Laboratory of the National Institute of Nuclear Sciences and Techniques (Madagascar-INSTN) revealed the presence of 43 trace elements, including aluminum, silicon, phosphorus, sulfur, chlorine, potassium, calcium, titanium, vanadium, chromium, manganese, iron, nickel, copper, zinc, gallium, bromine, rubidium, strontium, zirconium, yttrium, niobium, silver, palladium, molybdenum, cadmium, tin, antimony, iodine, cesium, bromine, cerium, lanthanum, praseodymium, neodymium, tantalum, tungsten, lead, thorium, uranium, and the total sum of detected elements. Among them, twelve elements exhibited concentrations exceeding the values recommended by the International Atomic Energy Agency (IAEA), namely silicon, chromium, manganese, iron, bromine, rubidium, strontium, cadmium, neodymium, thallium, thorium, and uranium, indicating their potential toxicity. The other elements showed concentrations lower than those recommended by the IAEA, with an 80.93 mg/kg difference for rubidium and a 14 mg/kg difference for bromine. The differences for the remaining elements were relatively small. It is worth noting that all quantified elements per sample fall within the category of elements present in low concentrations and do not exceed 435.5697 mg/kg. **Conclusion**: In conclusion, the analyzed samples exhibited high concentrations of rubidium, barium, chromium, and zinc, with specific variations in each sample. The other elements showed lower concentrations across all studied samples.

Keywords: *Pachira Aquatica*, specific, elements, concentration, sample.

1. INTRODUCTION

Dans les pays en développement, l'utilisation des plantes médicinales suscite un vif intérêt. En raison de la mentalité, de la baisse du pouvoir d'achat et de la disponibilité facile des plantes médicinales pour une grande partie de la population en Afrique, comme à Madagascar, il est courant de recourir à des traitements à base de plantes sans

évaluation scientifique [1]. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à la plante Pistache Ala (Pachira Aquatica). Bien qu'il existe de nombreuses Pachira Aquatica à Madagascar, nous avons spécifiquement étudié les feuilles provenant de Tamatave, Diego et Farafangana.

Cette plante est utilisée pour traiter la maladie de la prostate, connue sous le nom de "Tsymamany" en malgache. Cette maladie est très grave chez les hommes de plus de 40 ans et présente des difficultés de traitement. L'objectif de notre étude est de déterminer les composants présents dans cette plante afin de mieux comprendre son potentiel thérapeutique. Cette recherche vise également à réduire les dépenses des patients qui ont souvent recours à des pratiques traditionnelles, afin de remédier à l'insuffisance des soins de santé causée par le manque de médicaments. Il convient de souligner que l'automédication est une pratique très dangereuse. Comme le mentionne le Caraka Samhita : "Même le poison peut être un remède s'il est utilisé de manière appropriée, tandis que les plantes médicinales peuvent agir comme un poison si elles sont utilisées de manière inappropriée" [2].

Dans le cadre de ce travail, nous utilisons la méthode d'analyse par Turbo Quante-pellets powder au laboratoire de Madagascar-I.N.S.T.N pour déterminer les éléments constitutifs des feuilles de Pachira Aquatica à Tamatave, Diego et Farafangana. Cette méthode est couramment utilisée pour la détermination qualitative et quantitative des différents éléments minéraux. Elle est considérée comme l'une des méthodes analytiques les plus simples, précises et économiques pour déterminer la composition chimique de divers matériaux. De plus, elle est fiable et non destructive, et convient aux échantillons liquides, solides et pulvérulents. Elle permet de déterminer un large éventail d'éléments, de l'aluminium (13) au soufre (93), avec des limites de détection de l'ordre du mg/kg ou en pourcentage, et peut également mesurer facilement et simultanément des concentrations élevées allant jusqu'à 100%.

2. MATERIEL ET METHODES

1.1. Description du matériels biologique

Le Pachira est un arbre à caudex pouvant atteindre 18 mètres de haut dans la nature. Son écorce lisse est de couleur verte. L'espèce appartient à la famille des Malvaceae ou des Bombacaceae, comme les baobabs et des chorisias. Son tronc a tendance, même si c'est moins prononcé que pour les autres espèces, à prendre la forme d'une bouteille. À l'inverse, il ne passe pas par une période de repos en perdant ses feuilles. Ses sont des feuilles palmées, vertes et brillantes de 30 cm de diamètre présentant 5 à 9 folioles obovées-elliptiques. Ses fleurs voyantes et parfumées, apparaissant en décembre et en mars, mesurent environ 20 cm de diamètre. Elles possèdent des pétales longs et lancéolés, et s'ouvrent comme une peau de banane pour révéler des étamines d'un orange tirant sur le jaune ou blanches à extrémité rouge, divergentes, de 7 à 10 cm de long, et disposés comme une chevelure. Le fruit oblong, en forme de cabosse de cacaoyer, de 30 cm de long sur 13 cm de diamètre, charnu et vert devenant ligneux et brun, déhiscent à 5 valves, à graines arrondies de 1,3 cm de diamètre, comestibles, apparaît de février à juin.

1.2. Description des lieu

Dans le cadre de cette étude, des échantillons ont été prélevés dans trois régions distinctes de Madagascar : DIEGO, située dans la partie Nord du pays (région semi-humide), TAMATAVE, localisée dans la partie Est de Madagascar (région humide), et FARAFANGANA, située dans la partie Sud de Madagascar (région sèche).

Pour l'analyse des échantillons, nous avons utilisé la méthode d'analyse par Turbo Quante-pellets powder, spécialement conçue pour l'analyse des éléments en traces multiples. Cette méthode offre des avantages significatifs lorsqu'il s'agit de détecter des concentrations relativement faibles d'éléments dans un échantillon. Elle permet une analyse précise et sensible des éléments présents en quantités minimes.

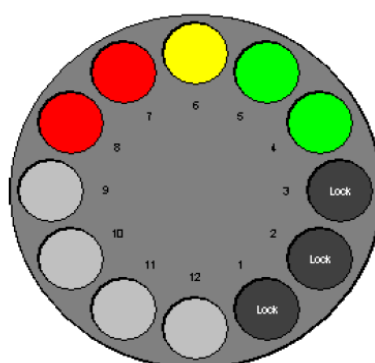


Figure 1: Schéma simplifié de la chaîne d'analyse par Turbo Quante-pellets powder.

La procédure d'analyse au laboratoire se compose de trois étapes distinctes : la préparation des échantillons, l'analyse à l'aide de la chaîne de détection et le traitement des données à l'aide d'un logiciel. Avant de procéder à l'analyse des échantillons en utilisant la méthode Turbo Quante-pellets powder, il est essentiel de régler la géométrie de la chaîne de

détection en effectuant des tests de performance. De plus, l'étalonnage de l'énergie et de la sensibilité du système de mesure doit être ajusté en fonction de l'objectif de détection spécifique. Enfin, la détection des signaux se fait par visualisation et stockage via un ordinateur. Les signaux stockés sont ensuite traités à l'aide du logiciel X-LabPro5.

Voici les étapes de préparation des échantillons selon la méthode d'analyse Turbo Quante-pellets powder. Tout d'abord, il est nécessaire de suivre les procédures de séchage, de broyage, de tamisage, de pesage et de pastillage.



Figure 2 : Four électrique de marque SANYO.

Les échantillons de *Pachira aquatica* sont soumis à un processus de séchage dans un four hermétiquement fermé à une température de 80 °C pendant 48 heures. Une fois les échantillons complètement secs, ils sont broyés et tamisés. Les échantillons sont ensuite conservés individuellement dans des boîtes codées pour assurer leur traçabilité. Pour les analyses des échantillons solides, la méthode d'excitation directe est utilisée après la transformation de la poudre en pastilles.



Figure 3 : Résistance électrique et le Dé-ioniseur d'eau de marque Simplicité



Figure 4: Balance électronique de marque Mettler Toledo AG285, précision 0,01mg.

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 le *Pachira Aquatica*

Vingt-neuf à Trente-quatre éléments minéraux ont été détectés dans les trois échantillons de feuilles de *Pachira aquatica* analysés à l'aide de la méthode Turbo Quante-pellets powder. Ces éléments comprennent l'aluminium (Al), le silicium (Si), le phosphore (P), le soufre (S), le chlore (Cl), le potassium (K), le calcium (Ca), le titane (Ti), le vanadium (V), le chrome (Cr), le manganèse (Mn), le fer (Fe), le nickel (Ni), le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le gallium (Ga), le brome (Br), le rubidium (Rb), le strontium (Sr), le zirconium (Zr), l'yttrium (Y), le niobium (Nb), l'argent (Ag), le palladium (Pd), le molybdène (Mo), le cadmium (Cd), l'étain (Sn), l'antimoine (Sb), l'iode (I), le césium (Cs), le césium (Cs), le cérium (Ce), le lanthane (La), le praséodyme (Pr), le néodyme (Nd), le tantale (Ta), le tungstène (W), le plomb (Pb), le thorium (Th), l'uranium (U) et la somme totale (Sum). La plage d'étude englobe les éléments minéraux ayant des numéros atomiques (Z) allant de 13 à 93. Les concentrations mesurées dans les échantillons sont présentées dans le tableau suivant, où les colonnes représentent les échantillons et les lignes correspondent aux éléments détectés. Les teneurs sont exprimées en milligrammes par kilogramme (mg/kg).

Comparer les moyennes des trois échantillons pour cela il faut utiliser l'analyse statistique suivant :

Tableau 1 : Le tableau montre les teneurs des éléments dans tous les échantillons.

Eléments	Echantillons			MOYENNE	AIEA
	Feuille Diego	Feuille Tamatave	Feuille Farafangana		
Al	0,6877	0,4058	1,2112	0,21	0,39
Si	3,9755	0,3641	19,3955	1,98	0,79
P	0,8175	1,8106	1,2772	0,41	0,77
S	1,0356	0,7924	1,4414	0,31	0,62
Cl	1,6174	0,5829	1,8838	0,36	0,73
K	1,2464	7,0178	8,5733	1,71	4,50
Ca	13,0520	6,4636	10,2241	2,38	0,66
Ti	0,0003	0,0081	0,0129	0,01	0,01

V	0,0140	0,0008	0,0013	0,00	0,00
Cr	9,1	6,8	8,5	8,13	7,20
Mn	0,1537	0,0150	0,4866	0,05	0,01
Fe	0,2627	0,0479	0,5980	0,07	0,05
Ni	14,2	3,1	5,4	0,00	9,10
Cu	26,1	11,8	11,1	0,00	19,5
Zn	19,0	28,3	62,6	36,63	98,7
Ga	0	0	0,4	0,13	0,9
Br	74,3	3,3	16,3	31,3	17,3
Rb	6,9	116,0	140,7	87,63	6,7
Sr	0,1045	0,0333	0,0216	0,01	0,00
Y	0,0006	0	0	0,00	0,00
Zr	0	0	0,0045	0,00	0,00
Nb	0,4	0	3,0	1,13	1,3
Ag	21,8	0	0	0,00	8,2
Pd	0	0	0	0,00	0,00
Mo	0	0	0	0,00	0,00
Cd	9,3	7,0	9,1	8,46	7,1
Sn	11,1	6,7	0	5,93	8,7
Sb	0	0	0	0,00	0,00
I	0	0	6,9	2,3	4,9
Cs	23,2	13,0	25,2	20,46	23,1
Ba	76,1	0	0	0,00	0,00
Ce	0	0	0	0,00	0,00
La	0	0	0	0,00	0,00
Pr	3,5	0	9,6	4,36	4,6
Nd	9,7	15,0	10,9	11,86	11,00
Ta	11,8	8,7	10,0	9,4	4,6
W	0,8	1,3	1,4	1,16	2,2
Pb	0,8	0,4	1,7	0,96	7,7
Th	0,5	1,4	2,0	1,3	0,8
U	3,1	1,0	0	1,36	0,00
Sum	23,0957	17,6092	39,6921	7,59	8,6
TOTAL	367,7636	258,9515	409,6235	209,6	221,23

Douze éléments présentaient des concentrations supérieures aux valeurs recommandées par l'AIEA (Agence internationale de l'énergie atomique) : le silicium, le chrome, le manganèse, le fer, le brome, le rubidium, le strontium, le cadmium, le niobium, le thallium, le thorium et l'uranium. Cela suggère que ces éléments peuvent être considérés comme toxiques. En revanche, les autres éléments présentaient des concentrations inférieures aux recommandations de l'AIEA. Des écarts significatifs ont été observés pour le rubidium, avec une différence de 80,93 mg/kg, et pour le brome, avec une différence de 14 mg/kg. Les autres différences étaient relativement faibles.

Les résultats mettent en évidence la présence notable de rubidium, baryum, chrome et zinc dans tous les échantillons de *Pachira Aquatica*. Les autres éléments, à l'exception du rubidium, du baryum, du chrome et du zinc, étaient présents en quantités relativement faibles.

On a observé que la concentration de rubidium dans les feuilles prélevées à DIEGO est approximativement similaire à celle recommandée par l'AIEA. En revanche, les feuilles de TAMATAVE et de FARAFANGANA présentent une concentration de rubidium supérieure à celle de l'AIEA.

En ce qui concerne la concentration de brome, les feuilles de TAMATAVE présentent une valeur considérablement inférieure, environ cinq fois moins, par rapport aux recommandations de l'AIEA. Toutefois, la concentration de brome dans les feuilles de FARAFANGANA est pratiquement équivalente à celle de l'AIEA. En revanche, les feuilles de DIEGO affichent une concentration nettement supérieure, environ quatre fois plus élevée, par rapport aux recommandations de l'AIEA.

3.2 Echantillon de la feuille *Pachira Aquatica* de Diego

L'analyse de la feuille de *Pachira Aquatica* prélevée à Diego a révélé la présence de trente-trois (33) éléments détectés. L'ensemble des éléments à l'état de trace représente une concentration totale de 367,7636 mg/kg. L'échantillon de la feuille de *Pachira aquatica* de Diego présente une quantité importante de brome (Br) et de baryum (Ba), avec des concentrations respectives de 74,3 mg/kg et 76,1 mg/kg, ce qui correspond à 20,2032 % et 20,6926 % des éléments analysés. Les teneurs en cuivre (Cu), zinc (Zn), argent (Ag), césium (Cs) et la somme totale des éléments (Sum) se situent approximativement entre 19,0 mg/kg et 26,1 mg/kg, soit entre 5,1664 % et 7,0969 % des éléments dosés. Le silicium (Si), le calcium (Ca), le chrome (Cr), le nickel (Ni), le rubidium (Rb), le cadmium (Cd), l'étain (Sn), le néodyme (Nd) et le tantale (Ta) sont également présents, mais à des concentrations plus faibles, allant de 3,9755 mg/kg à 14,2 mg/kg. Les concentrations des éléments aluminium (Al), phosphore (P), soufre (S), chlore (Cl), potassium (K), titane (Ti), vanadium (V), manganèse (Mn), fer (Fe), strontium (Sr), yttrium (Y), niobium (Nb), praséodyme (Pr), tungstène (W), plomb (Pb), thorium (Th) et uranium (U) sont très faibles.

On constate que les éléments les plus abondants dans l'échantillon de la feuille de Diego sont tous supérieurs aux valeurs recommandées par l'AIEA.

3.3 Echantillon du Feuille de *Pachira Aquatica* Tamatave

L'analyse de la feuille de *Pachira Aquatica* prélevée à Tamatave a révélé la présence de vingt-huit (28) éléments détectés. L'ensemble des éléments à l'état de trace représente une concentration totale de 258,9515 mg/kg dans l'échantillon de la feuille de *Pachira Aquatica* à Tamatave. On observe une forte quantité de rubidium (Rb) avec une concentration de 116,0 mg/kg, soit 44,7962 % des éléments dosés.

Les teneurs en zinc (Zn), césium (Cs), néodyme (Nd) et la somme totale des éléments (Sum) se situent approximativement entre 13,0 mg/kg et 28,3 mg/kg, soit entre 5,0202 % et 10,9297 % des éléments analysés. Les concentrations de potassium (K), calcium (Ca), chrome (Cr), nickel (Ni), cuivre (Cu), brome (Br), cadmium (Cd), tantale (Ta) et étain (Sn) sont également présentes, mais à des concentrations plus faibles, allant de 3,1 mg/kg à 4,5568 mg/kg.

En revanche, les concentrations des éléments aluminium (Al), silicium (Si), phosphore (P), soufre (S), chlore (Cl), titane (Ti), vanadium (V), manganèse (Mn), fer (Fe), strontium (Sr), tungstène (W), plomb (Pb), thorium (Th) et uranium (U) sont très faibles dans la feuille de *Pachira Aquatica* à Tamatave.

3.4 Echantillon de la feuille *Depachira Aquatica* Farafangana

L'analyse de la feuille de *Pachira Aquatica* prélevée à Farafangana a révélé la présence de trente-et-un (31) éléments détectés. L'ensemble des éléments à l'état de trace représente une concentration totale de 409,6235 mg/kg dans l'échantillon de la feuille de *Pachira Aquatica* à Farafangana. On observe une forte quantité de rubidium (Rb) avec une concentration de 140,7 mg/kg, soit 34,3485 % des éléments dosés.

Les teneurs en zinc (Zn), césium (Cs) et la somme totale des éléments (Sum) se situent approximativement entre 25,2 mg/kg et 62,6 mg/kg, soit entre 6,1520 % et 15,2823 % des éléments analysés. Le silicium (Si), potassium (K), calcium (Ca), chrome (Cr), nickel (Ni), cuivre (Cu), brome (Br), cadmium (Cd), iode (I), praséodyme (Pr), néodyme (Nd) et tantale (Ta) sont également présents, mais à des concentrations plus faibles, allant de 5,4 mg/kg à 19,3955 mg/kg.

En revanche, les concentrations des éléments aluminium (Al), phosphore (P), soufre (S), chlore (Cl), titane (Ti), vanadium (V), manganèse (Mn), fer (Fe), gallium (Ga), strontium (Sr), zirconium (Zr), niobium (Nb), tungstène (W), plomb (Pb) et thorium (Th) sont très faibles dans la feuille de *Pachira Aquatica* à Farafangana.

Il est également à noter que la quantité de rubidium est largement supérieure à la valeur de référence donnée par l'AIEA.

3. CONCLUSION

Dans tous les échantillons de feuilles analysées, nous avons identifié la présence de 33 éléments à différentes concentrations. Certains de ces éléments sont indispensables à de faibles doses, mais peuvent devenir toxiques à des concentrations élevées, tels que le rubidium (Rb) et le zinc (Zn). Nous avons également remarqué que la présence de métaux lourds est relativement faible, ce qui ne présente aucun danger pour les organismes vivants.

Une observation importante est que les échantillons de feuilles de *Pachira Aquatica* prélevés à Diego présentent des concentrations faibles en rubidium, tandis que le brome (Br) et le baryum (Ba) sont très abondants. L'analyse quantitative et qualitative des échantillons réalisée au laboratoire de l'INSTN-Madagascar, en utilisant la chaîne d'analyses par Turbo Quante-pellets powder, a révélé que les concentrations des éléments détectés étaient supérieures aux valeurs standard établies par la chaîne d'analyse. Au cours de cette étude, nous avons identifié et quantifié la présence de 33 éléments mineurs dans les trois échantillons étudiés. Le rubidium (Rb) est présent de manière abondante dans presque tous les échantillons de *Pachira Aquatica*.

4. REFERENCES

1. Dutertre JM. Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste [Prospective survey among the population consulting in general medical practices on the island of Réunion: regarding medicinal plants, use, effects, safety, and link with the general practitioner]. Bordeaux 2 - Victor Segalen University, Faculty of Medical Sciences; 2011 [cited 2023 Jul 4]. Available from: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01096492/document>
2. Chakou FZ, Medjoudja K. Etude bibliographique sur la phytochimie de la famille Zygophyllaceae pour aider à la détermination des principaux métabolites secondaires isolés des espèces les plus étudiées du genre *Nitraria* dont le but de la valorisation et l'identification des principes actifs de ce genre [Bibliographic study on the phytochemistry of the Zygophyllaceae family to assist in the determination of the main secondary metabolites isolated from the most studied species of the genus *Nitraria* for the purpose of valorization and identification of the active principles of this genus]. Ouargla University, Faculty of Natural and Life Sciences, Department of Biological Sciences; 2014 [cited 2023 Jul 4]. Available from: http://www.univ-tebessa.dz/fichiers/master/master_775.pdf
3. Devos A. Exposition chronique des stades précoces de développement de l'huître japonaise aux contaminants industriels en manche. Marqueurs de stress à des niveaux intégrés et moléculaires [Chronic exposure of early developmental stages of the Japanese oyster to industrial contaminants in the English Channel. Stress markers at integrated and molecular levels] [dissertation]. University of Caen Normandy; 2013 Nov 5. Available from: www.irsrn.fr/FR/Larecherche/Formation.../Theses/Theses.../DSU/.../2013-These-Devos.pdf

4. Haberkorn H. Impact du diflagellé toxique, *Alexandrium minutum*, sur l'huitre creuse, *Crassostrea gigas* : approche intégrative. Interactions entre organismes [Impact of the toxic dinoflagellate, *Alexandrium minutum*, on the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*: an integrative approach. Interactions between organisms] [dissertation]. University of Western Brittany - Brest; 2011 Apr 28. French. Available from: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00471896v2>.
5. SPECTRO Analytical Instruments GmbH. X-LabPro5 Operator Manual. Software Help X-LabPro5 Revision 4; 2011 [cited 2023 Jul 4]. Available from: <http://www.american-ajiras.com/Razy%20ManuscriptRef.2-ajiras051116.pdf>
6. Manoela FP. Etude de la teneur en éléments de quelques plantes médicinales Malagasy par la technique de la fluorescence-X à réflexion totale [Study of the content of elements in some Malagasy medicinal plants using total reflection X-ray fluorescence technique] [Master's thesis]. Faculty of Sciences, University of Antananarivo; 2000 [cited 2023 Jul 4]. Available from: http://theses.recherches.gov.mg/pdfs/manoelafiheverapascal_pc_dea_00.pdf
7. Manoela FP. Etude de la corrélation entre la concentration du potassium dans l'extrait d'Aferontany et effet biologique sur un cœur isolé [Study of the correlation between potassium concentration in Aferontany extract and biological effect on an isolated heart] [Doctoral thesis]. Faculty of Sciences, University of Antananarivo; 2005 [cited 2023 Jul 4].
8. Iserin P. Préface de PAUL. Larousse Encyclopédie des Plantes Médicinales [Preface by Paul Iserin. Larousse Encyclopedia of Medicinal Plants] [Internet]. [Place unknown]: Publisher unknown; [date unknown] [cited 2023 Jul 4]. Available from: <https://www.fichier-pdf.fr/2014/09/24/larousse-encyclopedie-deplantes-medicinales/larousseencyclopedie-des-plantes-medicinales.pdf>



How to cite this article: Serdos Olivier B., Bruno L. et Frédéric A. ANALYSE DES ELEMENTS MINERAUX, PAR TURBO QUANTEPELLETS POWDER, DES FEUILLES DE Pistache Ala. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2017; 5(2): 154-159.

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/>