# CONTRIBUTION A LA CARACTERISATION PHYSICO CHIMIQUE D'UNE ROCHE ARGILEUSE « LE KEW »

## PHYSICO CHEMICAL CHARACTERISATION of an CLAYISH ROCK the "KEW"

Diarra<sup>1</sup>\* M., Ndiaye<sup>1</sup> A., Mbodj<sup>2</sup> M, Thioune<sup>3</sup> O., Dièye<sup>4</sup> A. M., Mbaye<sup>1</sup> G., Diouf<sup>1</sup> L. A. D., Seck<sup>1</sup> D., Diouf<sup>1</sup> M., Cissé A<sup>5</sup>.

### Résumé:

Notre étude a porté sur le « Kew », une roche argileuse provenant du Mali et consommée au Sénégal par les enfants et les femmes en état de grossesse. Ce travail a pour objectif de contribuer à sa caractérisation physico chimique par différentes techniques. Pour la microscopie électronique à balayage, après métallisation par une fine couche d'or, des observations aux grossissements X 2000, X 10000 et X 30000 ont été réalisées. Cette technique a été couplée à la microanalyse X. Les diagrammes de diffraction des rayons X ont été enregistrés à l'aide d'un diffractomètre à anticathode de cobalt. L'analyse thermogravimétrique a porté sur une poudre chauffée entre 25 et 1000°C à une vitesse de 2°C par minute. Les microphotographies ont montré des microparticules à contours irréguliers de 50 µm. Au grossissement X 30000 on note une disposition en feuillets de ces microparticules. La microanalyse X a révélé la présence d'éléments (silicium, aluminium, fer,...). L'indexation des diagrammes de diffraction des rayons X montre la présence de quartz, d'argile, de feldspath, d'hématite et de sidérite sous une forme cristallisée. La courbe thermopondérale correspond aux différents types d'eau et la perte de masse globale notée est d'environ 5%. Cette étude révèle un matériau pulvérulent, cristallin et très avide d'eau, structuré en feuillets.

Cette contribution peut conduire à une utilisation plus rationnelle du «Kew» comme excipient dans les formes médicamenteuses, et promouvoir la sensibilisation sur le plan de la santé publique.

### Mots clés:

« Kew », argile, kaolinite, macrocristaux, eau de cristallisation.

### Abstract:

Our study related to the "Kew", a clayish rock from Mali and consumed in Senegal by children and pregnant women. The purpose of this work is to contribute to its physico chemical characterization by using various techniques. For scanning electron microscopy, after gold sputtering, observations at X 2000, X 10000 and X 30000 magnifications were carried out. This technique was coupled with X ray microanalysis. The X ray diffraction patterns were recorded using a diffractometer equipped with cobalt anticathode. The thermogravimetric analysis related to a powder heated between 25 and 1000°C at a rate of 2°C per minute. Microphotographies showed microparticles of diameter 50  $\mu$ m with irregular contours. At 30000 magnification the layered structure of these microparticles is evidenced. X ray microanalysis revealed the presence of different elements (silicon, aluminium, iron...). The indexation of X ray diffraction patterns shows the presence of quartz, clay, feldspath, hematite and siderite in a crystallized form. The thermoponderal curve corresponds to the various types of water and the global weight loss noted is approximately 5%. This study reveals a pulverulent, crystalline and very water avid material, structured in layers.

This contributive study may afford a more rational use of the "Kew" as an excipient in the pharmaceutical forms, and promote sensitization in the public health area.

### Keywords:

« Kew », clay, kaolinite, macrocrystals, crystallization water.

<sup>1\*</sup> Laboratoire de Physique Pharmaceutique Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie Université Cheikh Anta Diop Dakar (Sénégal). E-mail correspondant: <a href="mailto:bnimou@yahoo.fr">bnimou@yahoo.fr</a>. Correspondant.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Laboratoire de Biophysique Médicale Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie Université Cheikh Anta Diop Dakar (Sénégal).

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Laboratoire de Pharmacie Galénique Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie Université Cheikh Anta Diop Dakar (Sénégal).

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Laboratoire de Pharmacologie et de Pharmacodynamie, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie, Université Cheikh Anta Diop, Dakar (Sénégal

<sup>5</sup> Laboratoire de Biochimie Pharmaceutique Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie Université Cheikh Anta Diop Dakar (Sénégal).

### 1. Introduction

La roche dite « Kew » qui fait l'objet de cette étude provient du marché de la gare ferroviaire de Dakar au Sénégal, principale source d'approvisionnement du marché sénégalais. Le produit en provenance du Mali est vendu aux détaillants - répartiteurs qui vont se charger de sa distribution au niveau des petits commerçants. C'est une roche argileuse d'aspect grisâtre, friable au toucher, provenant des dépôts du fleuve Niger au Mali, dans la région de Gao, d'où elle est extraite [1]. La région de Gao qui est un des terminus de la ligne fluviale sur fleuve Niger était jadis appelée « kawkaw », sans doute à l'origine de la dénomination « Kew » donnée à cette roche [2]. A l'état pulvérisé, le « Kew » présente un aspect très semblable au kaolin, excipient utilisé en pharmacie. Par ailleurs, elle est de consommation courante par les enfants et les femmes surtout en état de grossesse. La géophagie du « Kew » pose un réel problème de santé publique mentionné par les pédiatres et les gynécologues [3-6]. Enfin, au plan physico chimique cette roche est insuffisamment caractérisée; d'où l'intérêt porté l'identification et à la détermination de la composition chimique du « Kew », afin d'aider à une codification pour son utilisation dans le domaine pharmaceutique.

### 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel

Le « Kew » se présente sous la forme de pierre lisse, poudreuse, à contours irréguliers. L'observation macroscopique montre un bloc argileux de couleur grise incrusté d'îlots de macrocristaux rougeâtres. L'échantillonnage a concerné le bloc massif (pierre totale), la zone grise exclusivement (partie grise) et les îlots de macrocristaux rougeâtres (partie rouge).

### 2.2. Méthodes

La microscopie électronique à balayage, la diffraction des rayons X et l'analyse thermogravimétrique sont les techniques que nous avons utilisées pour l'étude

physico chimique du « Kew ». Les prélèvements de matières premières ont été préalablement pulvérisés dans un mortier en pierre d'agate.

Pour la microscopie électronique balayage, les études ont porté sur quatre échantillons de la pierre totale, de la partie grise et de la partie rouge. La poudre obtenue après pulvérisation est fixée sur un plot en laiton à l'aide d'un scotch double face. Les échantillons ont été métallisés par une fine couche d'or et observés à des grossissements X2000, X10000 et X30000 sous une tension d'accélération de 3kV. Pour l'étude par microanalyse X, la couche d'or a été substituée par du carbone, ensuite l'échantillon a été soumis à un potentiel d'accélération de 15kV, sous un angle d'incidence de 30 degrés pendant une durée secondes. Le microscope électronique à balayage utilisé dans ce travail est un modèle Jeol JSM-840 couplé à un spectromètre à sélection d'énergie Kevex.

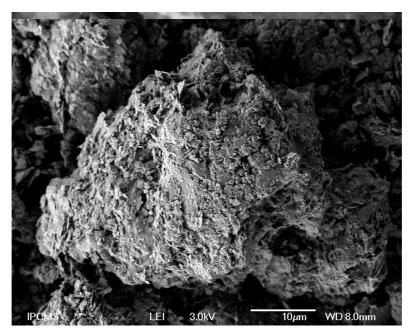
Pour l'étude par diffraction des rayons X, les échantillons de poudre sont déposés sur des lames de verre et fixés par de l'éthanol absolu. Les diagrammes de diffraction des rayons X ont été enregistrés à l'aide d'un diffractomètre à anticathode de cobalt muni d'un monochromateur avant en cristal de quartz, Co  $K_{\alpha l}=0,178897$  nm, modèle Siemens D-500. Pour la détermination des différents constituants minéralogiques présents dans le « Kew », les diagrammes de diffraction des rayons X ont été indexés par l'intermédiaire du fichier JCPDS [7].

L'analyse thermogravimétrique a porté sur un échantillon de poudre de 26,0140 mg chauffé entre 25 et 1000°C à une vitesse de 2°C par minute, à l'aide d'une balance de type SDT Q600 V8.0 Built 95.

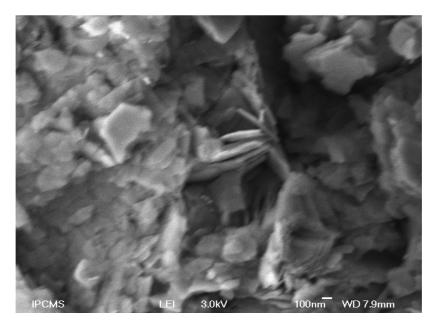
### 3. Résultats

Des microphotographies d'échantillons de la pierre totale aux grossissements X2000 et X30000 sont présentées sur les figures 1 et 2. La microanalyse X effectuée sur les échantillons de « Kew » a montré la présence des éléments suivants : le carbone

échantillons (pourcentage de masse) sont présentées dans les tableaux I, II et III.



**Figure 1 :** Microphotographie de la pierre totale (grossissement X 2000)



**Figure 2 :** Microphotographie de la pierre totale (grossissement X 30000)

(C), l'oxygène (O), l'aluminium (Al), le silicium (Si), le magnésium (Mg), le potassium (K), le fer (Fe), le titane (Ti), le zinc (Zn), le cuivre (Cu), l'antimoine (Sb), le vanadium (V), le nickel (Ni), le cobalt (Co) et le soufre (S). Les proportions des éléments présents dans les différents

Sur la figure 3 sont présentés les diagrammes de diffraction des rayons X d'échantillons de la pierre totale et des parties grise et rouge. Le tableau IV présente les phases identifiées au niveau des diagrammes de diffraction des rayons X de la figure 3.

Tableau I : Eléments présents dans les échantillons de la pierre totale (en% de masse)

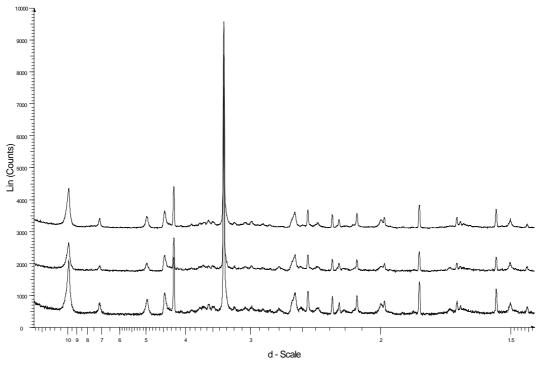
	Al	Si	K	Fe	Mg	Ti	Cu	Zn
Pierre totale 01	20,81	55,04	8,94	4,38	1,07	1,92	4,85	1,37
Pierre totale 02	20,88	58,60	11,17	4,01	0,83	0,81	2,44	
Pierre totale 03	20,03	53,25	9,64	6,78	0,94	0,63	5,69	1,97
Pierre totale 04	19,52	55,57	8,74	5,44	1,00	0,58	5,61	3,14

Tableau II : Eléments présents dans les échantillons de la partie grise (en % de masse)

	Al	Si	K	Fe	Mg	Ti	Cu	Zn
Partie grise 01	21,32	60,65	11,84	2,98	0,83	0,94		0,50
Partie grise 02	22,01	59,24	12,00	2,72	1,01	1,01	0,38	0,77
Partie grise 03	24,77	58,39	12,61	0,26	1,70	0,86	0,26	1,22
Partie grise 04	24,77	48,03	16,11	6,47	0,96		0,59	1,51

Tableau III : Eléments présents dans les échantillons de la partie rouge (en % de masse)

	Al	Si	K	Fe	Mg	Ti	Cu	Zn
Partie rouge 01	20,78	55,73	8,58	11,44	1,10	0,67	0,10	
Partie rouge 02	16,30	49,06	6,11	24,11	0,65	0,65	0,74	1,46
Partie rouge 03	12,62	22,89	2,66	59,20	0,76			0,43
Partie rouge 04	15,96	29,82	5,57	46,56	0,70		0,57	



**Figure 3 :** Diagrammes de diffraction des rayons X de la partie grise (au dessus), de la partie rouge (au milieu) et de la pierre totale (en bas)

La courbe thermopondérale de la pierre totale est présentée sur la figure 4. La perte de masse globale notée est d'environ 5%.

éléments présents. Cependant, la partie grise est plus riche en aluminium. Le fer, le potassium et le magnésium sont présents

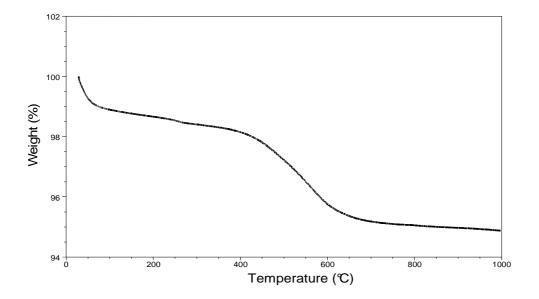


Figure 4 : Courbe thermopondérale de la pierre totale

### 4. Discussion

microphotographies obtenues microscopie électronique à balayage, grâce aux électrons secondaires renseignent sur la topographie de la roche étudiée [8, 9]. La figure 1: X2000 met en évidence des microparticules, agrégats à contours irréguliers de 50µm de long. Au grossissement X30000, on observe la disposition feuillets de ces microparticules (figure 2).

A l'aide du microscope électronique à balayage, la microanalyse X a permis une analyse élémentaire de la roche argileuse (tableaux I, II et III). L'élément prédominant noté est le silicium (Si), la proportion de silicium est à peu près constante pour les échantillons de la pierre totale et de la partie grise. En ce qui concerne les échantillons 03 et 04 de la partie rouge (tableau III), on note une diminution de la proportion de silicium accompagnée d'une augmentation de la proportion de fer (Fe). L'aluminium (Al) représente près de 20% de la masse des dans tous les échantillons dans des proportions variables. Comme attendu, le fer est très abondant dans la partite rouge ce qui témoigne de la présence d'hématite. En dehors de ces éléments toujours présents, on note la présence de cuivre, de titane et de zinc. Pour certains auteurs [10, 11] c'est caractère sédimentaire des roches argileuses qui expliquerait la répartition inégale des éléments d'un échantillon à un autre. Cependant, les éléments comme l'antimoine (Sb), le vanadium (V), le nickel (Ni), le cobalt (Co) et le soufre (S) identifiés dans certains échantillons sont à l'état de trace.

Les diagrammes de diffraction des rayons X (figure 3) mettent en évidence les pics caractéristiques des minéraux constitutifs du matériau de l'étude. Des pics fins et intenses sont observés, révélant la présence d'une structure cristalline et de forme lamellaire. L'indexation de ces diagrammes, révèle la présence de quartz, d'argiles (muscovite, kaolinite et illite), de feldspaths (albite et anorthite), d'hématite

et de sidérite. Le quartz, constituant essentiel de nombreuses roches éruptives, est majoritairement présent dans tous les échantillons. Dans les sédiments, il constitue souvent plus de 95% des fractions sableuses [12]. La présence d'autres éléments peut être détectée en plus au niveau de la partie rouge. Il s'agit essentiellement de l'hématite (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) et de la sidérite (FeCO<sub>3</sub>), hérités du matériel détritique drainé par le lessivage des terrains [13].

La courbe thermopondérale (figure 4) correspond à la perte des différents types d'eau [14, 15]. D'abord, nous notons un évènement thermique entre 25 et 90°C correspondant à une perte de 1% de la masse, cette eau est celle adsorbée en surface. Ensuite, entre 90 et 275°C, survient une perte de masse d'environ 0,5% qui correspondrait au départ de l'eau contenue dans les canaux argileux (eau zéolitique). Puis, entre 275 et 675°C, la perte de masse de l'ordre de 3,25% est associée au départ de l'eau adsorbée dans l'espace inter foliaire. Enfin, entre 675 et 1000°C, une perte de masse de 0,5% est constatée correspondant au départ de l'eau de cristallisation, donc des hydroxyles de la structure.

### 5. Conclusion

Plusieurs techniques complémentaires ont été mises en œuvre pour la caractérisation physico chimique du « Kew ». Elles ont permis l'identification des constituants élémentaires ainsi que la détermination des phases cristallines. La présence dans le « Kew » des éléments tels que le fer, le magnésium, le potassium, le zinc, le cuivre et le cobalt pourrait expliquer en partie la géophagie notée chez les enfants et les femmes en état de grossesse. Les résultats de cette étude permettent d'envisager une purification du «Kew» afin de le débarrasser des impuretés, pour rapprocher davantage sa composition chimique de celle du kaolin officinal. Enfin, il serait avantageux de substituer le kaolin officinal par du « Kew » purifié dans certaines formulations médicamenteuses.

### 6. Références

- 1. Encyclopédie Microsoft ® Encarta ® 2005. La poterie. Bridgeman Art Library, 2005.
- 2. Rapport technique préparé par la section des ressources hydrauliques de la Division des Ressources et Transports: les eaux souterraines de l'Afrique Nations Unies F. 71. II. A. 16, New York. 1971. 122-123.
- 3. Patterson E. C., Staszak D. J. Effects of geophagia (kaolin ingestion) on the maternal blood and embryonic development in the pregnant rat. J. Nutr., 1977, **107**, 2020-2025.
- 4. Key T.C., Horger E.O., Miller J.M. Geophagia as a cause of maternal death. Obstet. Gynecol., 1982, **60**, 525-526.
- 5. Hunter J.M. Clay eating. Science letters, 1985, May31, **228**, 1040-1041.
- 6. D'Andrea W. S., Katz S. H. Géophagie dans la grossesse: Un essai d'une hypothèse. Anthropologie courante 1998, **39** (4): 532-545.
- 7. JCPDS, International Centre for Diffraction Data, Version 2.16, 1995.
- 8. Eberhart J. P. Méthodes physiques d'étude des Minéraux et matériaux solides. Doin Editeurs, Paris. 1976. 41-82.
- 9. Caillère S., Hénin S., Rautureau M. Minéralogie des argiles 1, Structure et propriétés physico chimiques. Actualités Scientifiques et Agronomiques de l'INRA–Masson, Paris. 1982. 14-30.

- 10. Millot G. Géologie des argiles : Altération, Sédimentologie et Géochimie. Masson et Cie, Paris. 1964. 167-170.
- 11. Lameyre J. Roche et minéraux. Matériaux de la terre et témoins de son temps. Doin Editeurs, Paris. 1986. 147-157.
- 12. Parferrof A., Pomerol C., Tourenq J., Wyart J. Les Minéraux en grains: Méthodes d'étude et de détermination. Masson, Paris. 1970. 186-193.

- 13. Ségalen P. Le fer dans les sols. Office de la recherche scientifique et technique, Paris. 1964. 14-21.
- 14. Velde B. Introduction to clays minerals. Chemistry, origins, uses and environmental significance. Chapman and Hall, London. 1992. 45-68.
- 15. Traoré K. Frittage à basse température d'une argile kaolinitique du Burkina faso. Transformations thermiques et réorganisations structurales. Thèse n° 15, 2003 Université de Limoges (France).