

# **CONTRIBUTION A L'ETUDE CHIMIQUE ET RADIOCRISTALLOGRAPHIQUE DE QUELQUES ECHANTILLONS DE BAUXITE MALAGASY**

par M. Pax RAJAONERA

et Mme RAZAFIMANDIMBY RAHARIVAO Anjaramalala

Laboratoire de Chimie Physique, BP 906

EES Sciences - Antananarivo.

## *Résumé :*

Nous présentons l'analyse chimique et radiocristallographique de quelques échantillons de bauxite malagasy.

## *Abstract :*

We present the chemical and X-Ray analysis of some malagasy bauxite samples.

On connaît quelques réserves de bauxite à Madagascar localisées notamment :

- au Nord, région de l'Ankaizina (réserve estimée à 4 millions de tonnes) [1];
- au Centre: région de Tampoketsa (500 000 tonnes) [1] et de la base orientale de l'Ankaratra;
- au Sud: région de Manantenina, Manakara (quelques dizaines de millions de tonnes) [1].

Or, leur mise en valeur sera déterminées :

- d'une part, par leur composition chimique (teneur en  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,...);
- et d'autre part, par leur reconstitution minéralogique; car il existe plusieurs variétés d'alumine hydratée: diaspore, boehmite, gibbsite,... dont la réactivité est différente vis-à-vis de la soude, réactif usuel dans le traitement alcalin du minéral.

Quelques résultats d'analyses chimiques ont été déjà publiés. Cependant, aucune étude comparative n'a été entreprise. Par ailleurs, à notre connaissance, aucune analyse radiocristallographique n'a été effectuée.

Notre travail comprendra donc deux parties: la première concerne les résultats de l'analyse chimique, tandis que la seconde ceux de l'analyse radiocristallographique.

### I. Analyse chimique

Nous avons analysé six échantillons de bauxite, provenant de différentes régions de Madagascar, qui nous ont été aimablement donnés par le Service géologique de l'Ile. Ce sont :

- l'échantillon X 3024: bauxite rouge du socle bauxitisé de Manantenina;
- l'échantillon X 2683: bauxite blanche superficielle de Manantenina;
- l'échantillon X 3054, de couleur ocre, provenant de la concrétion bauxitique sur basalte de Manakara;
- l'échantillon X 2051 b, de couleur marron, qui a été prélevé sur la cuirasse bauxitique de Morarano N 46, Tampoketsa de Fenoerivo (cuirasse est de la Maitsovava-Est);
- l'échantillon X 2900, de la cuirasse bauxitique de l'Ankaratra (dépression de Sambaina), de couleur marron;
- enfin, l'échantillon E 6260 b, de couleur marron, venant de l'Ankaizina-Analavory.

Les analyses chimiques ont été effectuées au Laboratoire d'analyse minérale et industrielle du Service des mines d'Antananarivo sur une prise de 0,5 g qui a été préalablement broyée.

La silice a été évaporée sous forme de  $SiF_6H_2$ . L'ensemble des hydroxydes ( $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ) a été précipité avec  $NH_3$  pur. ( $Fe_2O_3 + TiO_2$ ) a été

réduit à la colonne de Jones, sous atmosphère de  $\text{CO}_2$  et dosé rapidement par manganimétrie. La teneur en  $\text{TiO}_2$  a été déterminée après colorimétrie. Enfin, les pourcentages en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  et  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ont été obtenus par différence.

Les résultats expérimentaux (% massique) sont groupés dans le tableau I. Par ailleurs, dans le tableau II, nous comparons nos résultats avec ceux de H. BESAIRIE (1), pour des échantillons de même provenance et de couleur comparable.

Il ressort du tableau I que :

- les échantillons X 3024 et X 2683 de Manantenina (Sud), E 6260 de l'Ankaizina (Nord) et X 3054 de Manakara (Sud), présentent un pourcentage relativement élevé en alumine. Par contre, cette teneur est faible pour les échantillons X 2051 b et X 2900 des régions centrales ;
- le pourcentage en silice est assez élevé dans les échantillons X 3024 et X 2683 de Manantenina ;
- la teneur en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  des échantillons X 2051 b et X 2900 de la région centrale est relativement importante par rapport à celle des autres échantillons ;
- la teneur en  $\text{TiO}_2$  est relativement faible pour tous les échantillons.

Enfin, d'après le tableau II, les teneurs en  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  et  $\text{FeO}_3$  ne varient pas beaucoup, pour des échantillons de couleur comparable provenant de la même région.

## II. Analyse cristallographique

Pour essayer de mettre en évidence sous quelle variété cristalline se présente l'alumine hydratée, nous avons enregistré les diffractogrammes RX des échantillons précédents qui ont été préalablement broyés.

Les enregistrements ont été effectués (au Laboratoire de Physique de l'EES Sciences) sur un diffractomètre Philips PW 1051 à compteur Geiger Muller avec anticathode de cuivre, en opérant par réflexion.

L'étalonnage a été effectué dans les mêmes conditions par enregistrement du diagramme de poudre de silicium pur.

Avant de donner les résultats expérimentaux, nous envisageons d'abord les principales variétés cristallines de l'alumine hydratée. Ce sont :

— *La Boehmite* :

- de structure orthorhombique ;
- de groupe de symétrie :  $\text{Cmcm}$  [2] ;
- de paramètres :

$a = 2,868 \text{ \AA}$  ;  $b = 12,227 \text{ \AA}$  ;  $c = 3,7 \text{ \AA}$  [3] ;  
 $a = 2,85 \text{ \AA}$  ;  $b = 12,2 \text{ \AA}$  ;  $c = 3,69 \text{ \AA}$  [4].

— *Le Diaspore :*

- de structure orthorhombique ;
- de groupe de symétrie Pbnm [2] ;
- de paramètres :

$a = 4,396 \text{ \AA} ; b = 9,426 \text{ \AA} ; c = 2,844 \text{ \AA}$  [3] ;  
 $a = 4,40 \text{ \AA} ; b = 9,39 \text{ \AA} ; c = 2,84 \text{ \AA}$  [4] ;  
 $a = 4,41 \text{ \AA} ; b = 9,40 \text{ \AA} ; c = 2,84 \text{ \AA}$  [5].

— *La gibbsite ou hydrargillite :*

- de structure monoclinique ;
- de groupe de symétrie  $P2\ 1/c$  [2] [5] ;
- de paramètres :

$a = 8,64 \text{ \AA} ; b = 5,07 \text{ \AA} ; c = 9,72 \text{ \AA} ; \beta = 85^{\circ}26'$  [2] [5] ;  
 $a = 8,62 \text{ \AA} ; b = 5,06 \text{ \AA} ; c = 9,70 \text{ \AA} ; \beta = 85^{\circ}26'$  [4].

Dans le tableau III, nous comparons les diffractogrammes RX de nos six échantillons de bauxite avec ceux de la gibbsite et de la boehmite.

Il ressort du tableau III que l'alumine hydratée se présente sous forme de gibbsite dans les six échantillons. Cependant, il existe pour certains échantillons d'autres réflexions supplémentaires.

C'est ainsi que pour l'échantillon X 2051 b, il existe des raies de diffraction que l'on pourrait attribuer à la variété boehmite de l'alumine hydratée. Or, les deux variétés cristallines présentent dans le domaine de l'infra-rouge, des spectres différents [5]. Nous avons donc enregistré le spectre IR de l'échantillon X 2051 b sur un spectrophotomètre Perkin Elmer 457, en utilisant comme diluant le bromure de potassium (produit Merck). Nous avons ainsi remarqué :

- d'une part, la présence d'une bande d'absorption vers  $1017 \text{ cm}^{-1}$  et des épaulements vers  $960$  et  $908 \text{ cm}^{-1}$ , pouvant être attribués à la variété gibbsite ;
- et d'autre part, la présence d'une bande d'absorption et d'un épaulement respectivement vers  $1070$  et  $1150 \text{ cm}^{-1}$ , confirmant la présence de la variété boehmite.

Le diagramme RX de cet échantillon présente également les raies de diffraction de la goethite, variété cristalline de l'hydroxyde de fer dont le diffractogramme RX a été relevé dans la littérature [5].

Dans l'échantillon X 2900, l'importance relative de la teneur en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et en  $\text{TiO}_2$  est confirmée par la présence de la raie la plus intense de l'hématite (variété cristalline de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) [5] et de l'anatase (variété cristalline de  $\text{TiO}_2$ ) [3].

De plus, pour ces échantillons, le pourcentage relativement élevé en fer est à l'origine de l'importance du voile de fluorescence X observé sur les diagrammes de Debye-Scherrer.

Par ailleurs, dans les diagrammes RX des échantillons X 3024, X 2683 et X 2051 b, on observe la raie la plus intense de la silice libre ( $\alpha$  - quartz) qui se situe à  $d=3,34$  Å [3].

En conclusion, l'originalité de ce travail concerne l'analyse radiocristallographique de quelques échantillons de bauxite malagasy. Afin de pouvoir tirer des conclusions plus générales, il serait intéressant d'effectuer une telle analyse systématique sur une série d'échantillons. En attendant, il est possible d'affirmer que dans ceux que nous avons considérés et qui proviennent de différentes régions de l'Ile, l'alumine hydratée se présente essentiellement sous forme de gibbsite, ce qui est compatible avec le climat tropical du pays.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. BESAIRIE (H.). — Gites minéraux de Madagascar, *Annales géologiques de Madagascar*, fascicule n° XXXIV, Imprimerie nationale, 1966.
2. BROWN (G.). — *The X Ray Identification and crystal structures of clay minerals*, Mineralogical Society London, 1961.
3. FISCHES ASTM n° 5-0190; 5-0355; 4-0477; 5-0490.
4. PASCAL (P.). — *Nouveau traité de Chimie minérale*, tome VI, Ed. Masson et C<sup>ie</sup>, 1961.
5. CAILLERE (S.) HENIN (S.). — *Minéralogie des argiles*, Ed. Masson et compagnie, 1963.
6. ROOKSBY (H.-P.) in BRINDLEY (G.-W.). — *X Ray identification and Structure*, Londres 1951.
7. *International tables X-Ray crystallography*, volume I : Symmetry groups, published by the Kynoch Press, 1959.

Tableau I

Echan- tillon	Provenance	Humidité	Perte au feu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Total
x 3024	Socle bauxitisé de Manantenina ... ..	0,38	25,84	14,30	48,37	92,5	1,60	99,74
x 2683	Couche superficielle bauxitique de Manantenina ...	0,51	27,24	17,04	54,13	2,35	0,20	101,38
x 3054	Concrétion bauxitique sur basalte de Manakara ...	0,54	29,60	3,52	58,82	7,12	1,28	100,68
x 2051 b	Cuirasse bauxitique du Tampoketsa-Fencoarivo ...	1,72	20,70	8,82	43,82	20,98	3,44	99,48
x 2900	Cuirasse bauxitique de l'Ankaratra (dépression Sambaina) ... ..	0,84	23,83	6,96	42,95	18,29	6,60	99,47
E 6260 b	Ankaizina-Analavory ... ..	0,68	29,83	3,02	57,03	7,85	1,40	99,81

Tableau II

	Bauxite rouge de Manantenina		Bauxite blanche de Manantenina		Bauxite sur basalte de Manakara		Cuirasse bauxitique du Tampoketsa-Fenoarivo		Bauxite de l'Ankaizins-Analavory	
	A (1)	B (2)	A	B	A	B	A	B	A	B
Echantillons	× 3024	× 3021	× 2683	× 2581	× 3054	× 3054	× 2051 b	Zone I	E 6260 b	Puits n° 40 niv. b
SiO <sub>2</sub> ... ..	14,30	15,35	17,04	15,55	3,52	5,50	8,82	7,98	3,02	3,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . ...	48,37	52,00	54,13	55,00	59,82	60,00	43,82	40,11	57,03	57,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . ...	9,25	6,15	2,35	1,50	7,12	3,60	20,98	26,07	7,85	8,7
TiO <sub>2</sub> ... ..	1,60	1,80	0,20	0,10	1,28	1,25	3,44	3,26	1,40	1,2

(1) Nos résultats.

(2) Résultats de H. BESAIKIE.

Boehmite	Gibbsite						× 3024	× 2683	× 3054	× 2051 b	× 2900	E 6260 b			
	[3]		[2]		[6]										
	d <sub>th</sub> Å	l <sub>th</sub>	d <sub>th</sub> Å	l <sub>th</sub>	d <sub>th</sub> Å	l <sub>th</sub>									
2,346	53	2,288	4	2,278	1	2,27	tf	2,28	tf	2,34	f	2,28	tf	2,24	tf
		2,244	6	2,236	2	2,23	tf	2,23	tf	2,27	tf	2,23	tf	2,23	tf
		2,165	8	2,157	3	2,156	tf	2,16	tf	2,156	tf	2,156	tf	2,156	tf
		2,042	15	2,039	4	2,04	f	2,03	f	2,03	f	2,03	f	2,04	f
		2,024												2,02	f
		1,991	8	1,986	3	1,98	f	1,98	f	1,98	f	1,98	f	1,98	f
		1,916	6	1,909	3	1,91	f	1,91	f	1,91	f	1,91	f	1,91	f
1,860	32														
1,850	27	1,801	10	1,797	4	1,80	f	1,81	f	1,85 W	tf	1,79	tf	1,80	f
		1,750	9	1,743	4	1,74	f	1,748	tf			1,74	tf	1,74	f
		1,685	7	1,677	4	1,68	f	1,68	tf	1,68	tf	1,68	tf	1,68	f
		1,457	8	1,452	4	1,45	f	1,45	tf	1,68	tf	1,68	tf	1,68	f

TF = Très forte; F = Forte; M = Moyenne; tf = très faible; f = faible.