

Dominique RAMBAUD

BILAN DE L'ETUDE
DES STANDARTS GEOCHIMIQUES
(Roches-Etalons du C.R.P.G. - Nancy)

Granites GA et GH-Basalte BR-Diorite DR-N
Serpentine UB-N-Bauxite BX-N-Disthène DT-N

Juillet 1971

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE DAKAR



BILAN DE L'ETUDE
DES STANDARDS GEOCHIMIQUES
(Roches-Etalons du C.R.P.G. -Nancy)

Granites GA et GH-Basalte BR - Diorite DR-N
Serpentine UB-N - Bauxite BX-N-Disthène DT-N

Dominique RAMBAUD
Laboratoires Centraux

Centre O.R.S.T.O.M de DAKAR

Juillet 1971

Associés depuis le mois de Janvier 1970 à la Commission "Géochimie Appliquée" de l'Associatio Nationale de la Recherche Technique (A.N.R.T.) les laboratoires Centraux de l'ORSTOM à DAKAR-HANN participent à l'étude coopérative des roches-étalons et des standarts géochimiques édités par le Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques de NANCY.

Cette note présente le bilan de l'étude de spt roches, minéraux et minerais : Granite GA, Granite GH, Basalte BR, Diorite DR-N, Serpentine UD-N, Bauxite BX-N, Disthène DT-N.

Les résultats analytiques portent essentiellement sur les éléments majeurs, dont il est précisé brièvement le protocole de dosage.

Nous remercions ici vivement la Direction de l'Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux (I.E.M.V.T.), ainsi que la Direction des Mines et de la Géologie du Sénégal, de nous avoir permis d'accéder à leur appareillage de spectrométrie d'absorption atomique et de spectrographie d'émission.

NOTE sur les indicatifs et SYMBOLES

figurant dans les tableaux de résultats

Nous rappellerons ici simplement la signification des indicatifs et symboles adoptés par la Commission "Géochimie Appliquée" de l'Association Nationale de la Recherche Technique.

1°/. Indicatifs utilisés dans les tableaux pour désigner les méthodes analytiques :

Celles-ci sont désignées par un indicatif de trois lettres :

1er lettre	2ème et 3ème lettre
<u>Méthode de préparation</u>	<u>Méthode de dosage</u>
A - Mise en solution aqueuse	AA : Absorption atomique
	CC : Méthode chimique (gravimétrie titrimétrie colorimétrie)
B - Mise en solution solide	CP : Chromatographie sur papier
	FM : Fluorimétrie
C - Mise en solution et fractionnement	FX : Fluorescence X
	MN : Méthodes nucléaires
	SF : Spectrophotométrie de flamme
D - Simple mélange avec tampon	SG : Spectrographie d'émission
	SM : Spectrométrie de masse
E - Simple conditionnement physique.	SP : Spectrométrie photoélectrique d'émission.

Aux Laboratoires Centraux du Centre ORSTOM de DAKAR, les méthodes utilisées furent essentiellement :

ACC : Mise en solution aqueuse + Méthode chimique
(gravimétrie, complexométrie, colorimétrie)
AAA : Mise en solution aqueuse + absorption atomique
ASF : Mise en solution aqueuse + spectrophotométrie de flamme

2°/. Symboles utilisés dans les tableaux pour désigner les résultats du traitement statistique :

N	Nombre d'analyses	$\bar{x} - s$) Limite de sélection
\bar{x}	Moyenne arithmétique	$\bar{x} + s$) des valeurs préférées
M	Valeur médiane	X_1	Moyenne des valeurs préférées
s	Ecart-type	M_1	Médiane des valeurs préférées
C %	Ecart-type relatif		

NOTA - Etant donné le faible nombre d'analyses ($N = 2$) effectuées, nous avons seulement procédé au calcul de la moyenne arithmétique (\bar{x}). Il ne nous a pas été possible pour diverses raisons matérielles de doser d'une façon satisfaisante le fer ferreux, le gaz carbonique, le fluor, le chrome, le nickel et le carbone organique. Afin d'équilibrer le total, nous avons repris dans nos résultats, et entre parenthèses, les valeurs recommandées par le Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques.

GRANITE GA

Eléments majeurs en %

Valeurs recommandées (V.R) par le CRPG - Nancy (1968)		Résultats acquis par les Laboratoires Centraux du Centre ORSTOM de Dakar (1971)				
			Méthodes	1er Dosage	2ème Dosage	Moyenne arithmétique (\bar{x})
SiO ₂	69,90	SiO ₂	ACC.	69,83	69,53	69,68
Al ₂ O ₃	14,50	Al ₂ O ₃	ACC.	17,78	17,68	17,73
Fe ₂ O ₃	1,36	Fe ₂ O ₃	ACC.AAA	1,20	1,15	1,17
FeO	1,35	FeO		(1,35)	(1,35)	(1,35)
MnO	0,09	MnO	ACC.	0,08	0,08	0,08
MgO	0,95	MgO	ACC.AAA	0,94	0,92	0,93
CaO	2,45	CaO	ACC.AAA	2,40	2,40	2,40
Na ₂ O	3,55	Na ₂ O	ASF.	3,80	3,80	3,80
K ₂ O	4,03	K ₂ O	ASF.	3,66	3,62	3,64
TiO ₂	0,38	TiO ₂	ACC.	0,36	0,37	0,37
P ₂ O ₅	0,12	P ₂ O ₅	ACC.	0,14	0,14	0,14
H ₂ O ⁺	0,87	H ₂ O ⁺	ACC.	0,84	0,92	0,88
H ₂ O ⁻	0,09	H ₂ O	ACC.	0,10	0,10	0,10
CO ₂	0,12	CO ₂		(0,12)	(0,12)	(0,12)
F	0,05	F		(0,05)	(0,05)	(0,05)
Cr ₂ O ₃	-	Cr ₂ O ₃		-	-	-
NiO	-	NiO		-	-	-
C.org.	-	C.org		-	-	-
Total	99,81	Total		102,65	102,23	102,44

GRANITE GH

Eléments Majeurs en %

Valeurs recommandées (V.R) par le CRPG - Nancy (1968)		Résultats acquis par les Laboratoires Centraux du Centre ORSTOM de Dakar (1971)				
			Méthodes	1er Dosage	2ème Dosage	Moyenne arithmétique (\bar{x})
SiO ₂	75,80	SiO ₂	ACC	75,61	74,09	75,85
Al ₂ O ₃	12,50	Al ₂ O ₃	ACC	12,74	12,72	12,73
Fe ₂ O ₃	0,41	Fe ₂ O ₃	ACC·AAA	0,52	0,52	0,52
FeO	0,83	FeO		(0,83)	(0,83)	(0,83)
MnO	0,05	MnO	ACC	0,06	0,06	0,06
MgO	0,03	MgO	ACC·AAA	0,03	0,03	0,03
Ca O	0,65	CaO	ACC·AAA	0,65	0,62	0,64
Na ₂ O	3,80	Na ₂ O	ASF·	4,24	3,95	4,09
K ₂ O	4,78	K ₂ O	ASF·	4,37	4,31	4,34
TiO ₂	0,09	TiO ₂	ACC·	0,10	0,10	0,10
P ₂ O ₅	0,01	P ₂ O ₅	ACC·	0,02	0,02	0,02
H ₂ O ⁺	0,49	H ₂ O ⁺	ACC·	0,48	0,43	0,45
H ₂ O ⁻	0,07	H ₂ O ⁻	ACC·	0,08	0,11	0,09
CO ₂	0,14	CO ₂		(0,14)	(0,14)	(0,14)
F	0,30	F		(0,30)	(0,30)	(0,30)
Cr ₂ O ₃	-	Cr ₂ O ₃		-	-	-
NiO	-	NiO		-	-	-
C.org	-	C.org		-	-	-
Total	99,95	Total		100,17	98,23	99,20

B A S A L T E B R

-7-

Eléments majeurs en %

Valeurs recommandées (V.R) par le CRPG- Nancy (1968)		Résultats acquis par les Laboratoires du Centre ORSTOM de Dakar (1971)				
			Méthodes	1er Dosage	2ème Dosage	Moyenne arithmétique (\bar{x})
SiO ₂	38,20	SiO ₂	ACC.	38,13	38,73	38,43
Al ₂ O ₃	10,20	Al ₂ O ₃	ACC.	10,48	10,60	10,54
Fe ₂ O ₃	5,58	Fe ₂ O ₃	ACC.AAA	5,99	5,89	5,94
FeO	6,61	FeO		(6,61)	(6,61)	(6,61)
MnO	0,21	MnO	ACC.	0,18	0,18	0,18
MgO	13,28	MgO	ACC.AAA	13,68	13,68	13,68
Ca O	13,74	CaO	ACC.AAA	13,20	13,20	13,20
Na ₂ O	3,05	Na ₂ O	ASF.	3,36	3,34	3,35
K ₂ O	1,40	K ₂ O	ASF	1,30	1,28	1,29
TiO ₂	2,62	TiO ₂	ACC.	2,20	2,20	2,20
P ₂ O ₅	1,04	P ₂ O ₅	ACC.	1,14	1,14	1,14
H ₂ O ⁺	2,30	H ₂ O ⁺	ACC.	2,93	2,30	2,61
H ₂ O ⁻	0,46	H ₂ O ⁻	ACC.	0,49	0,47	0,48
CO ₂	0,87	CO ₂		(0,87)	(0,87)	(0,87)
F	0,10	F		(0,10)	(0,10)	(0,10)
Cr ₂ O ₃	-	Cr ₂ O ₃		-	-	-
NiO	-	NiO		-	-	-
C.org.	-	C.org.		-	-	-
Total	99,66	Total		100,66	100,59	100,62

DIORITE DR-N

Eléments majeurs en %

Valeurs recommandées(V.R) par le CRPG - Nancy (1969)		Résultats acquis par les Laboratoires Centraux du Centre ORSTOM de Dakar (1971)				
			Méthodes	1er Dosage	2ème Dosage	Moyenne arithmétique (\bar{x})
SiO ₂	52,65	JiO ₂	ACC.	52,07	52,36	52,21
Al ₂ O ₃	17,42	Al ₂ O ₃	ACC.	17,84	17,80	17,82
Fe ₂ O ₃	3,89	Fe ₂ O ₃	ACC.AAA	4,28	4,18	4,23
FeO	5,42	FeO		(5,42)	(5,42)	(5,42)
MnO	0,21	MnO	ACC.	0,19	0,19	0,19
MgO	4,50	MgO	ACC.AAA	4,12	4,10	4,11
CaO	7,08	CaO	ACC.AAA	7,19	7,19	7,19
Na ₂ O	3,00	Na ₂ O	ASF	3,36	3,30	3,33
K ₂ O	1,70	K ₂ O	ASF	1,55	1,55	1,55
TiO ₂	1,11	TiO ₂	ACC.	1,10	1,10	1,10
P ₂ O ₅	0,27	P ₂ O ₅	ACC.	0,24	0,24	0,24
H ₂ O ^F	2,09	H ₂ O	ACC.	2,10	2,10	2,10
H ₂ O ⁻	0,23	H ₂ O ⁻	ACC.	0,25	0,31	0,28
CO ₂	0,13	CO ₂		(0,13)	(0,13)	(0,13)
F	-	F		-	-	-
Cr ₂ O ₃	-	Cr ₂ O ₃		-	-	-
NiO	-	NiO		-	-	-
C.org	-	C.org		-	-	-
Total	99,70	Total		99,84	99,97	99,90

S E R P E N T I N E U B - N

Eléments majeurs en %

Valeurs recommandées (V.R.) par le CRPG - Nancy (1969)		Résultats acquis par les Laboratoires Centraux du Centre ORSTOM de Dakar (1971)				
			Méthodes	1er Dosage	2ème Dosage	Moyenne arithmétique (\bar{x})
SiO ₂	39,40	SiO ₂	ACC.	39,32	39,66	39,49
Al ₂ O ₃	2,99	Al ₂ O ₃	ACC.	2,93	2,94	2,94
Fe ₂ O ₃	5,52	Fe ₂ O ₃	ACC.AAA	5,40	5,60	5,50
FeO	2,70	FeO		(2,70)	(2,70)	(2,70)
MnO	0,12	MnO	ACC.	0,14	0,14	0,14
MgO	35,00	MgO	ACC.AAA	34,79	34,79	34,79
CaO	1,12	CaO	ACC.AAA	1,08	1,08	1,08
Na ₂ O	0,10	Na ₂ O	ACC.	0,10	0,10	0,10
K ₂ O	0,02	K ₂ O	ACC.	0,02	0,02	0,02
TiO ₂	0,12	TiO ₂	ACC.	0,19	0,19	0,19
P ₂ O ₅	0,03	P ₂ O ₅	ACC.	0,03	0,02	0,03
H ₂ O ⁺	11,00	H ₂ O ⁺	ACC.	11,65	12,08	11,86
H ₂ O ⁻	1,16	H ₂ O	ACC.	1,26	1,15	1,20
CO ₂	0,41	CO ₂		(0,41)	(0,41)	(0,41)
F	-	F		-	-	-
Cr ₂ O ₃	0,32	Cr ₂ O ₃		(0,32)	(0,32)	(0,32)
NiO	0,25	NiO		(0,25)	(0,25)	(0,25)
C.org.	-	C.org.		-	-	-
Total	100,26	Total		100,59	101,45	101,02

Eléments majeurs en %

Valeurs recommandées (V.R) par le CRPG - Nancy (1969)		Résultats acquis par les Laboratoires Centraux du Centre ORSTOM de Dakar (1971)				
			Méthodes	1er Dosage	2ème Dosage	Moyenne arithmétique (\bar{x})
SiO ₂	7,47	SiO ₂	ACC.	7,88	8,32	8,10
Al ₂ O ₃	53,77	Al ₂ O ₃	ACC	53,53	53,50	53,52
Fe ₂ O ₃	23,13	Fe ₂ O ₃	ACC.AAA	23,10	23,12	23,11
FeO	0,28	FeO		(0,28)	(0,28)	(0,28)
MnO	0,04	MnO	ACC.	0,06	0,06	0,06
MgO	0,13	MgO	ACC.AAA	0,15	0,15	0,15
CaO	0,21	CaO	ACC.AAA	0,25	0,25	0,25
Na ₂ O	0,10	Na ₂ O	ASF	0,10	0,10	0,10
K ₂ O	0,07	K ₂ O	ASF	0,06	0,06	0,06
TiO ₂	2,41	TiO ₂	ACC.	1,50	1,55	1,53
P ₂ O ₅	0,14	P ₂ O ₅	ACC	0,13	0,13	0,13
H ₂ O ⁺	11,82	H ₂ O ⁺	ACC	12,03	11,90	11,96
H ₂ O ⁻	0,41	H ₂ O ⁻	ACC	0,48	0,40	0,44
CO ₂	0,48	CO ₂		(0,48)	(0,48)	(0,48)
F	-	F		-	-	-
Cr ₂ O ₃	-	Cr ₂ O ₃		-	-	-
NiO	-	NiO		-	-	-
C. org	-	C.org		-	-	-
Total	100,66	Total		100,03	100,30	100,16

D I S T H E N E DT-N

Eléments majeurs en %

Valeurs recommandées (V.R) par le CRPG - Nancy (1969)		Résultats acquis par les Laboratoires Centraux du Centre ORSTOM de Dakar (1971)				
			Méthodes	1er Dosage	2ème Dosage	Moyenne arithmétique (\bar{x})
SiO ₂	36,41	SiO ₂	ACC.	36,47	36,96	36,71
Al ₂ O ₃	59,07	Al ₂ O ₃	ACC.	59,39	59,33	59,36
Fe ₂ O ₃	0,57	Fe ₂ O ₃	ACC.AAA	0,53	0,53	0,53
FeO	0,09	FeO		(0,09)	(0,09)	(0,09)
MnO	0,00	MnO	ACC.	0,02	0,02	0,02
MgO	0,12	MgO	ACC.AAA	0,15	0,15	0,15
CaO	0,14	CaO	ACC.AAA	0,15	0,15	0,15
Na ₂ O	0,05	Na ₂ O	ASF	0,06	0,06	0,06
K ₂ O	0,11	K ₂ O	ASF	0,10	0,10	0,10
TiO ₂	1,38	TiO ₂	ACC.	1,30	1,30	1,30
P ₂ O ₅	0,09	P ₂ O ₅	ACC.	0,08	0,08	0,08
H ₂ O ⁺	0,98	H ₂ O ⁺	ACC.	1,01	0,90	0,95
H ₂ O ⁻	0,24	H ₂ O ⁻	ACC	0,25	0,25	0,25
CO ₂	-	CO ₂		-	-	-
F	-	F		-	-	-
Cr ₂ O ₃	-	Cr ₂ O ₃		-	-	-
NiO	-	NiO		-	-	-
C.org	0,62	C.org		(0,62)	(0,62)	(0,62)
Total	99,93	Total		100,22	100,54	100,38

COMPLEMENT : PRECISIONS SUR LES METHODES UTILISEES

SILICE (SiO_2) : Mise en solution aqueuse. Méthode chimique
(gravimétrie)

La roche est mise en solution par fusion alcaline au carbonate neutre de sodium, en creuset de platine. Après insolubilisation en milieu chlorhydrique, le résidu sur filtre est calciné au four à moufle et pesé

ALUMINE (Al_2O_3) : Mise en solution aqueuse - Méthode chimique
(Complexométrie)

Après une mise en solution par fusion alcaline et reprise chlorhydrique, l'alumine et le fer sont complexés à pH 2,5 par une solution titrée de complexon III, soit directement sur le filtrat, soit après séparation des hydroxydes et élimination des alcalins. L'excès de la solution de complexon III est ensuite déterminé en retour à pH 5, par une solution de zinc de titre connu. La teneur en alumine est calculée par différence.

F E R (Fe_2O_3) : Mise en solution aqueuse. Méthode chimique
(Colorimétrie).

Sur une aliquote provenant du filtrat de la fusion alcaline, le fer est réduit par l'hydroquinone à pH 3,5, puis complexé au rouge par l'orthophénantroline, et enfin colorimétré.

MANGANESE (MnO) : Mise en solution aqueuse. Méthode chimique
(Colorimétrie)

Après élimination des ions Cl^- par évaporation en milieu sulfurique, le manganèse est oxydé en MnO_4^- par le périodate de potassium : on mesure au colorimètre l'intensité de la teinte rose-violacée obtenue.

MAGNESIUM (MgO) :

1°/ Mise en solution aqueuse - Méthode chimique (Complexométrie)

Sur une aliquote provenant du filtrat de la fusion alcaline les hydroxydes sont précipités à pH 7 par l'ammoniaque. Le magnésium est ensuite dosé sur ce deuxième filtrat, par complexométrie à l'aide du complexon III. On observe la fin de la réaction avec, comme indicateur, le noir ériochrome T.

2°/ Mise en solution aqueuse - Absorption atomique

Après dilution convenable d'une aliquote du filtrat, on dose le magnésium par absorption atomique à l'aide d'une flamme air-acétylène, la longueur d'onde étant fixée à 2852 Å

CALCIUM : (CaO) :

1°/ Mise en solution aqueuse - Méthode chimique (Complexométrie)

Après précipitation des hydroxydes à pH 7 avec l'ammoniaque, le calcium est dosé par complexométrie à l'aide du complexon III. La fin de la réaction est observée par le Calcon de teinte bleue en présence de Ca⁺⁺ et rouge en son absence.

2°/ Mise en solution aqueuse. Absorption atomique

L'addition de chlorure de lanthane à la solution à analyser permettant de réduire les interactions de certains éléments sur le calcium, celui-ci est dosé par absorption atomique à l'aide d'une flamme air-acétylène, la longueur d'onde choisie étant 4227 Å.

SODIUM (Na_2O) - POTASSIUM (K_2O) :

Mise en solution aqueuse - Spectrophotométrie de flamme

On procède à la séparation des hydroxydes à pH 7 avec l'ammoniaque, et l'on dose à l'aide d'une gamme-étalon le Sodium (Raie de Na à 5890 Å) et le Potassium (Raie de K à 7690 Å)

TITANE (TiO_2) - Mise en solution aqueuse - Méthode chimique

Il est dosé colorimétriquement sur une aliquote à partir du complexe jaune qu'il forme avec l'eau oxygénée

PHOSPHORE (P_2O_5) - Mise en solution aqueuse - Méthode chimique

Le phosphore est mis en solution par une attaque nitrique. Après lavage et filtration il est dosé par colorimétrie, sur une aliquote, sous forme de phosphomolybdate d'ammonium en milieu sulfurique.

HUMIDITE (H_2O^-) et PERTE au FEU (H_2O^+).

Elle sont déterminées pondéralement après passage à l'étuve à 105°C et au four à moufle à 1000°C.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE ET REFERENCES.

ABBEY (S.) - 1970 - U.S. Geological Survey standarts.
A critical study of published analytical data
Can. Spectroscopy vol. 15 pp. 2-8

Association Nationale de la Recherche Technique (A.N.R.T.)
Commission de Géochimie. 1966.
Le problème des étalons analytiques, dans le
domaine des Sciences de la Terre. Rapport ronéo-
typé. ANRT. 1966.

CIONI (R.), INNOCENTI (F.), MAZZUOLI (R.) - 1971.
Chemical analyses and some trace element data on
standart silicate rocks.
Chemical Geology, 7. (1971), 19-23

Colloque National du C.N.R.S. N° 923 :
"Dosage des éléments à l'état de traces dans les
roches et les autres substances minérales natu-
relles".
Nancy - 4-6 Décembre 1968. 468 p. 1970. Ed. CNRS-PARIS

Commission " géochimie Appliquée " de l'Association
Nationale de la Recherche Technique :
Nouveaux standarts géochimiques (Diorite DR-N et
Serpentine UB-N).
Comptes Rendus Somm. des Séances de la Soc. géol.
de France . 1969. Fasc. 8 - p. 302.

FAIRBAIRN (H.W) - 1951 - A Cooperative investigation of précision and
accuracy in chemical, spectrochemical and modal
analysis of silicate rocks
Geol. Surv. Bull. N° 980.

- FLANAGAN (F.J.), GWYN (M.E.). 1967
Sources of geochemical standarts
Geochim., Cosmochim. Acta 31. pp. 1211-1213.
- FLANAGAN (F.J.) - 1969 U.S. Geological Survey Standarts II.
First compilation data for the new USGS rocks.
Geochim. Cosmochim. Acta, vol. 33, pp. 81-120.
- LAFFITTE (P.) - 1953 Etude de la précision des analyses de roches
Bull. Soc. Géol. Fr. (6) p. 723-745.
- PINTA (M.) - 1962 Recherche et dosage des éléments traces-Dunod-PARIS
- PINTA (M.) - 1970 Perspectives nouvelles en absorption atomique
Les méthodes indirectes.
Méthodes phys. Anal. Fr. 6, N°3 pp.268-276
- RAMBAUD (D.) - 1969 Etude sur la répartition des éléments traces dans
quelques sols ferrallitiques. Thèse de Doctorat
Université de PARIS - In 4^e 157 p. multigr.,
33 pl. h.t. dont 1 carte, bibl. (8 p.)
- RAMBAUD (D.), N'DIAYE (N.M.), FONSECA (B.), N'DIAYE (P.) - 1970
Contribution à l'étude physique et chimique des
milieux naturels : I. Recherche et dosage du fer,
de l'aluminium et du phosphore à l'aide du Titro-
matic Quéré - ORSTOM. Centre de Dakar-Hann
53 p. multigr .
- RAMBAUD (D.), N'DIAYE (N.M.), FONSECA (B.), N'DIAYE (P.) - 1971
Contribution à l'étude physique et chimique des
milieux naturels : II. Recherche et dosage du
Calcium, du Magnésium, du Cuivre, du Titane, du
Manganèse, du Chrome, du Zinc et des Sulfates à
l'aide du Titromatic QUERE-ORSTOM. Centre de Dakar-
Hann 80 p. multigr.

- de la ROCHE (H.), GOVINDARAJU (K.) - 1968.
Rapport sur deux roches, diorite DR-N, et Serpentine UB-N proposées comme étalons analytiques par un groupe de laboratoires français.
Bulletin de la Société Française de Céramique
N° 85 pp. 35-50
- de la ROCHE (H.), GOVINDARAJU (K.) - 1969.
Rapport sur un minerai d'aluminium Bauxite BX-N et sur un réfractaire Silico-alumineux Disthène DT-N proposés comme étalons analytiques par un groupe de laboratoires français.
Rapport préliminaire de l'ANRT, Circulaire N° 9633
du 15. XII. 1969.
- ROUBAULT (M.), de la ROCHE (H.), GOVINDARAJU (K.) - 1966.
Rapport sur quatre roches étalons géochimiques : granites GR, GA, GH et basalte BK.
Sciences de la Terre XI (1966) N° 1 pp. 105-121
- ROUBAULT (M.), de la ROCHE (H.), GOVINDARAJU (K.) - 1964.
L'analyse des roches silicatées par spectrométrie photo-électrique au Quantomètre A.R.L. et son contrôle par des roches étalons.
Sciences de la Terre IX (1964) N° 4 pp. 339-371
- de la ROCHE (H.), GOVINDARAJU (K.) - 1971
Rapport sur un minerai d'aluminium bauxite BX-N et sur un réfractaire silico-alumineux disthène DT-N proposés comme étalons analytiques. Deuxième série du projet de la Commission "Matières Premières Minérales" de l'Association Nationale de la Recherche Technique.
Bulletin de la Société Française de Céramique.
N° 90 - Janvier-Mars 1971. pp. 3-19