

GEOCHIMIE DES ROCHES BASIQUES ET ULTRABASIQUES

IV-1 : Introduction:

Les études géochimiques portent sur des analyses de huit échantillons du secteur de Diakhali dont les quatre sont des gabbros prélevés entre Diakhali et Bouroumbourou : (S140), (S142), (S144), et (SO260). Les trois autres ont été trouvés respectivement au Nord de Diakhali (D9025D) ; à Kéniékéniébandi (D9029B) et à Bérola (D9025/12). Une roche ultrabasique D9023D4 a été prise à Bambaraya. D'autres analyses de roches basiques et ultrabasiques concernent la partie centrale et septentrionale et la partie méridionale du supergroupe de Mako. Les analyses des éléments majeurs, des traces et des terres rares ainsi que leur composition normative sont confinées dans les tableaux : 2 ; 3a, 3b ; 4a, 4b.

Ces analyses ont été effectuées dans trois laboratoires différents :

- au laboratoire de pétrologie de Nancy I ;
- au laboratoire des Recherches Pétrographiques et Géochimique de Vandoeuvre à Nancy ;
- au X-RAY Assay Laboratories en Ontario au Canada.

Les études lithologiques et pétrographiques avaient permis de conclure une certaine différenciation des faciès des roches basiques et ultrabasiques du secteur de Diakhali.

Ainsi, une variation de faciès des ultrabasites vers les termes leucocrates en passant par les mélanocrates a été constaté à l'Ouest de Diégou vers Tourokhoto.

La pétrographie des plutonites basiques et ultrabasiques a permis d'avancer une différenciation à partir des ultrabasites en passant par les gabbros mélanocrates à pyroxènes aux gabbros à grands cristaux d'amphibole.

L'objectif de ce chapitre est de fournir des informations sur la connaissance des processus pétrogénétiques des gabbros et des ultrabasites du supergroupe de Mako, de leur évolution, et d'avoir une idée précise de l'appartenance des roches plutoniques basiques et ultrabasiques à une ou plusieurs lignées magmatiques.

(roches ultrabasiques)		Roches ultramafiques (GGCA)		GM	GTD			
Éléments majeurs								
Localité	Bambaraya	Diakhali	Kéniékéniébandi	Bérola	N Diakhali	Bouroumbourou-Diakhali		
N° échantillon	D9023D4	D9025D	D9029B	D9025/12	S.0260	S.140	S.142	S.144
SiO2 (%)	37,9	48,91	47,4	49,07	48,26	48,31	48,39	49,21
Al2O3	4,5	14,93	15,5	15,6	18,39	14,17	17,32	12,05
Fe2O3*	18,2	9,89	13	13,71	10,28	14,23	11,38	12,67
TiO2	0,31	0,9	0,89	1,1	0,16	1,12	0,79	0,95
CaO	1,96	11,19	10,2	9,82	5,7	9,03	1,11	9,98
MgO	27,4	6,98	8,25	4,94	9,73	7,94	5,59	7,83
MnO	0,29	0,15	0,19	0,17	3,33	0,21	0,18	0,2
K2O	0,07	0,17	0,85	0,19	1	1,18	0,52	0,41
Na2O	0,09	0,9	1,43	2,87	0,75	1,99	2,84	1,94
P2O5	0	0,08	0	0,13	0,01	0,16	0,06	0,07
P.F	9,08	5,82	2,39	2,2	1,86	1,61	1,53	1,54
Total	99,8	99,92	100,1	99,8	99,47	99,95	99,7	99,83
Éléments en traces								
Nb (ppm)	1,99	4,994	1,99	4,998	0d	6	6	6
Zr	13	41	39	57	0d	68	44	44
Y	16	21,53	13	22	0d	20	20	21
Sr	<10	126	244	197	117	191	249	250
Rb	<1	9	26	10	51	55	27	26
Ni	1270	90	194	72	366	240	69	152
Cr	1800	317	200	208	54	313	185	365
V	84	207	251	344	110	222	219	210
Zn	79,8	55	84,6	94	291	0d	0d	0d
Cu	22,2	50	84,7	124	236	0d	0d	0d
Ba	130	37	89	53	34	0d	0d	0d
Ga	18,9	7	26,5	8				
Co	138	49	50	52				
P	66		212	0d				
Be	2	<0,5	3	0,6				
B	91		19	0d				
Th	0,094	4,999	0,498	4,999				
U	0,094		0,098	0d				
S	<50		<50	0d				
Sc	13,6	49	25,2	34,5				
Composition normative CIPW								
N° échantillon	D9023D4	D9025D	D9029B	D9025/12	S.0260	S.140	S.142	S.144
Apatite	0	0,21	0	0,32	0,02	0,38	0,14	0,17
Ilménite	0,64	1,04	1,43	2,17	1,42	2,13	1,5	1,8
Orthose	0,46	1,1	5,21	1,16	5,91	6,97	3,07	8,42
Albite	0,84	4,62	14,3	25,2	26,71	16,84	24,03	10,42
Anorthite	10,93	40,3	33,09	30,21	32,28	26,25	32,98	31,09
Néphéline	0	0	0	0	0	0	0	0
Magnétite	1,32	1,94	2	2,41	3,26	3,8	3,32	3,55
Hématite	0	0	0	0	0	0	0	0
Diopside CaO	4,56	8,25	8,09	8,12	6,65	7,31	9,06	7,5
Diopside FeO	1,24	3,43	3,57	4,75	2,72	3,11	4,11	2,96
Diopside MgO	3	4,52	4,27	3,4	3,68	3,95	4,7	4,23
Hyp FeO	3,47	11	8,45	12,67	0	9,45	2,93	10,71
Hyp MgO	8,43	14,47	10,1	9,07	0	12,01	3,35	15,28
Olivine FeO	45,74	0	4,85	0,21	5,99	2,32	3,96	0
Olivine MgO	20,73	0	4,46	0,32	7,37	2,68	4,11	0
Qz	0	9,48	0	0	0	0	0	1,15
Wo		0	0	0	0	0	0	0
Co		0	0	0	0	0	10,21	0
Plg Norm	92,74	99,71	69,83	26,36	32,62	23,81	27,11	19,99
				54,53	54,72	60,92	57,84	74,9

Tableau2 : Analyses chimiques et compositions normatives des roches basiques et ultrabasiques du secteur de Diakhali.

(GGCA: Gabbros à grands cristaux d'anphiboles ; GM : gabbros mélanocrates ; GTD : gabbros de tendance dionitique)

Gabbros appinitiques du CPLS, (Dia, 88)	Gabbros des formations du CVPK et de celles de Sansankhoto, (Dioh,95)										Gabbros de Soréto et de Sonkounkou, (Diallo,94)							
	Série litée			CVPK			Sansankhoto Gabbros riches en plagioclases				Soréto				Sonkounkou			
											GM (Gabbros mélanocrates)							
	Gabbros appinitiques			Métagabbros														
	109A	109B	109	69	68	128	60	D16	D15	DA12	4106D2	4109B	D9031C	4134G2	5107	5128	4134	N41
SiO2	54,85	52,84	53,11	50,31	48,17	51,44	49,52	50,15	49,11	48,22	48,59	49,06	51	45,73	46,35	46,03	52,76	51
TiO2	0,59	0,58	0,99	0,6	0,55	0,76	0,78	1,05	1,06	1,28	1,17	1,19	0,56	0,84	0,73	0,82	0,67	0,6
Al2O3	9,75	15,63	17,56	15,77	13,74	13,76	13,53	15,6	16,05	17,58	14,79	14,24	8,42	15,71	16,06	15,31	10,04	11,1
Fe2O3*	9,41	8,85	9,82	10,37	12,5	11,76	12,96	11,44	11,88	10,65	12,78	12,69	10	12,56	11,58	14,03	10,09	8,6
MnO	0,17	0,17	0,13	0,16	0,17	0,19	0,21	0,19	0,19	0,18	0,21	0,2	0,17	0,2	0,2	1,9	0,18	0,1
MgO	10,69	6,86	3,23	8,42	13,5	8,38	9,83	7,34	7,38	6,79	6,51	6,54	15,1	8,03	9,12	8,42	11,92	11,1
CaO	9,94	9,09	7,57	11,96	10,07	10,33	11,01	9,53	9,5	10,74	11,37	11,36	8,55	10,51	10,23	10,12	7,6	8
Na2O	2,21	3,14	3,97	1,71	0,97	2,61	1,86	3,35	3,35	3,31	2,23	2,19	1,39	1,68	2,07	1,57	1,56	2,4
K2O	0,64	0,87	1,21	0,65	0,28	0,77	0,23	1,36	1,48	1,24	0,22	0,15	2,21	1,31	0,34	0,16	2,67	1,1
P2O5	0,15	0,13	0,33	0,05	0,05		0,07				0,12	0,12	0,17	0,12	0,1	0,11	0,19	0,1
H2O	1,36	1,52	1,95								1,94	2,16	2	2,93	3,05	3,05	2,09	2,4
Total	99,76	99,68	99,87	100	100	100	100	100	100	99,99	99,97	99,9	99,7	99,62	99,83	99,81	99,81	99,9
Zr	80	81	67	36	35	47	45				54	57	80	41	34	29	96	8
Sr	179	309	582	97	73	129	87				249	321	400	693	184	179	260	36
Rb	22	29	43	35	10	26	7				15	13		34	21	25	87	5
Ni	355	125	25	153	453	198	232				82	64	353	227	326	326	326	31
Cr	371	221	<10	478	241	325	519				209	53	1300	255	551	365	1000	91
Y	19	19	20	16	13	20	17				22	23	10	18	14	18	23	1
Nb	7	7	20	5	3	5	3				6	6	5	5	4	6	7	6
V	171	180	212	244	223	254	279				232	285	207	220	191		178	11
Zn				70	83		112				72	66	74,4	72	68	nd	70	6
Cu				97	86	61	121				71	273	42,3	130	61	nd	62	5
Co				65	94	90	83											
Ba				216	60	127	66				100	99	517	251	79	nd	909	61
Mg*	0,71	0,62	0,42	0,59	0,66	0,56	0,57	0,53	0,53	0,53	0,5	0,51	0,75	0,56	0,61	0,54	0,7	0,1
Composition normative																		
Apatite	0,356	0,309	0,78								0,28	0,28	0,4	0,28	0,24	0,26	0,45	0,1
Ilménite	1,12	1,02	1,88	1,22	1,06	1,52	1,52	1,99	2,01	2,43	2,22	2,26	1,06	1,6	1,39	1,56	1,27	1
Orthose	3,786	5,148	7,16	3,89	1,67	4,45	1,11	8,04	8,75	7,33	1,3	0,89	13,06	7,74	2,01	0,95	15,78	10,1
Albite	8,68	26,24	33,55	14,67	8,38	22,01	15,72	25,52	21,77	18,49	18,87	18,53	11,76	14,22	17,52	13,29	13,2	20,1
Anorthite	14,77	25,94	26,48	33,36	32,25	23,63	28,08	23,51	24,39	29,45	29,7	28,58	10,21	31,46	33,53	34,26	12,62	15,1
Néphéline				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Magnétite	1,58	1,57	2,16	2,32	2,78	2,55	2,78	2,49	2,58	2,32	3,87	3,9	2,99	3,39	3,23	3,36	3,15	3,6
Hématite								1,53	3,56	5,15	0	0	0	0	0	0	0	0
Diopside CaO	14,06	7,68	3,82	10,9	7,42	11,48	11,14				10,83	11,27	12,99	8,31	6,92	6,36	9,96	10,1
Diopside FeO	14,06	3,15	2,22	4,09	2,38	4,88	4,49				4,65	4,77	2,64	3,27	236	3	2,4	2,6
Diopside MgO	4	4,24	1,62	6,3	4,6	6,2	6,2				5,82	6,11	9,21	4,69	4,19	3,21	6,78	7,1
Hyp FeO	9,09	8,73	8,8	7,79	9,37	7,13	8,98				8,31	7,94	4,93	2,66	4,54	10,61	8,13	4,1
Hyp MgO	7,88	12,91	6,46	12	18,2	9,2	12,6				10,4	10,18	17,16	3,81	8,06	11,34	22,91	15,1
Ol FeO				3,59	11,98	6,98	7,32	17,38	18,22	15,24	0	0	2,49	6,19	4,55	4,64	0	1,1
Ol MgO											0	0	7,88	8,05	7,33	4,5	0	4,6
Qz	4,5	0,41	2,17	0	0	0	0				0,74	2,03	0	0	0	0	0,3	0
Wo											0	0	0	0	0	0	0	0
Co											0	0	0	0	0	0	0	0
I.D											20,91	21,45	24,82	21,96	19,53	14,24	29,28	30,1
Plg Norm											61,15	60,67	46,47	68,87	65,68	72,05	48,87	43,1
% en an plg								48	53	61								

Tableau3a : Analyses chimiques et composition normative des roches plutoniques basiques et ultrabasiques de la partie centrale et septentrionale du supergroupe de Mako.

	Chondrites	série ultramafique- mafique									Série supérieure	Métagabbros			
	C1	8642	8650	8625	8623	8664	8666	8609	177A	87M1	109A	EMO-60	128	EMO-68	152
La	0,245	15,94	6,34	7,43	16,27	4,14	12,49	7,16	9,67	1,92	11,79	2,6	2,18	1,93	3,16
Ce	0,638	41,03	24,56	23,67	42,38	19,73	83,63	20,37	36,11	8,32	33,13	8,13	8,17	5,05	10,89
Nd	0,474	22,28	14,49	13,03	21,73	7,03	17,47	9,03	18,69	2,06	15,99	6,01	4,43	5,82	5,94
Sm	0,154	6,13	4,18	3,95	6,01	2,92	4,85	2,96	5,72	1,43	4,55	2,13	1,78	1,56	2,27
Eu	0,058	1,91	1,12	1,17	1,88	1,47	1,56	0,86	2,14	0,58	1,47	0,73	0,83	0,51	1,03
Gd	0,204	5,46	3,41	3,51	5,44	3,33	3,97	2,92	5,18	1,01	4,02	2,84	2,05	1,9	2,4
Dy	0,254	5,04	2,99	2,79	4,91	3,58	3,81	2,34	4,53	0,72	3,42	2,83	2,64	1,98	2,93
Er	0,166	2,82	1,56	1,48	2,74	2,28	2,02	1,41	2,42	0,46	1,92	1,59	1,61	1,14	1,68
Yb	0,165	3,09	1,52	1,49	3,01	2,61	2,11	1,41	2,52	0,42	1,94	1,6	1,81	1,16	1,93
Lu	0,028	0,47	0,24	0,21	0,53	0,47	0,31	0,21	0,41	0,08	0,33	0,31	0,3	0,22	0,32
(La/Yb)		3,48	2,81	3,38	3,65	1,06	3,99	3,44	2,58	3,12		4,08			
(La/Sm)N		1,63	0,95	1,18	1,7	0,88	1,62	1,52	1,06	0,83		1,63			
(Gd/Lu)		1,58	1,94	2,29	1,4	0,97	1,74	1,9	1,74	1,68		1,67			

Tableau3b : Distribution des terres rares dans le complexe plutonique lité de Sandicounda et dans le complexe volcanoplutonique de Kokontou.

(Ngom, 95)

	Gab.Sabodala Gabbros mésocrates 90-				Gab.sud				Ouest Mako(UB)											
			Gabbros à olivine		Ferrogabbro 90- 90-			M1A+	11+	M2A+	M2B+	M2C+	M2D+	21+	25+	46+	M3A+	M3B+	71AD+	71B+
Echant	24*	90-83*	90-12*	90-44*	84*	94*	62	38,39	37,76	50,07	51,78	50,16	51,3	51,72	49,81	48,12	50,47	52,64	49,07	49,4
SiO2	57,3	55,6	45,3	44,5	52,6	56,3	50,42	0,22	0,19	0,58	0,52	0,46	0,49	0,45	0,45	0,67	1,13	0,68	0,5	0,6
TiO2	0,46	0,7	1,13	0,67	1,38	0,86	0,88	2,84	2,48	14,68	5,59	13,87	6,71	5,97	13,64	13,74	13,9	14,69	14,49	14,73
Al2O3	12,3	13,5	12,9	15,2	12,9	14,9	16,01	11,72	13,84	9,06	8,89	8,72	9,94	10,18	8,55	12,69	13,24	10,57	10,56	10,3
Fe2O3*	7,72	8,88	18,3	13,6	15,6	9,15	10,58	0,16	0,17	0,17	0,18	0,17	0,18	0,17	0,16	0,21	0,21	0,18	0,2	0,16
MnO	0,14	0,015	0,25	0,2	0,21	0,14	0,14	32,17	32,21	8,09	15,91	9,44	14,56	15,59	10,02	9,68	5,63	6,02	8,79	8,41
MgO	8,07	6,4	6,7	10	4,42	6,32	6,23	2,48	2,04	11,84	12,95	11,76	13,38	12,7	12,82	9,76	9,69	9,28	11,63	11,64
CaO	8,19	8,34	11,6	10,5	7,99	7,09	8,3	0,05	0,08	2,32	1,16	2,13	0,99	0,79	1,24	2,52	2,67	2,56	1,12	1,29
Na2O	3,26	3,01	1,49	1,34	3,1	3,38	2,91	0,03	0,03	0,48	0,29	0,53	0,2	0,18	0,35	0,12	0,42	0,74	0,69	0,72
K2O	1,15	1,73	0,11	0,17	0,14	0,58	1,16	0,04	0,03	0,07	0,06	0,06	0,07	0,05	0,07	0,09	0,12	0,1	0,08	0,17
P2O5	0,11	0,21	0,03	nd	0,13	nd	0,22	10,08	10,26	2,36	2,1	2,37	1,88	1,8	2,63	2,24	2,36	2,45	2,78	2,48
PF	1,31	1,54	2,08	3,85	1,85	1,39	2,92	99,18	99,04	99,72	99,43	99,67	99,7	99,6	99,74	99,84	99,84	99,91	99,91	99,9
TOTAL mg*	100,1	100,2	99,9	100	100,3	100,1	99,77	0,85	0,83	0,65	0,79	0,69	0,75	0,76	0,71	0,62	0,47	0,54	0,64	0,63
	0,69	0,6	0,43	0,61	0,37	0,59	0,55													
CaO/Al2O3	0,67	0,62	0,9	0,69	0,62	0,48	0,52	11,27	10,74	20,41	24,9	25,57	27,31	28,22	28,49	14,57	8,58	13,65	23,26	19,4
CaO/TiO2	17,8	11,91	10,27	15,67	5,79	8,24	9,43	12,91	13,05	25,31	10,75	30,15	13,69	13,27	30,31	20,51	12,3	21,6	28,98	24,5
Al2O3/TiO2	26,74	19,29	11,42	22,69	9,35	17,33	18,19													
Ni	87	54	61	277	43	164	115	2053	1966	161	288	197	393	435	234	201	63	98	142	115
Co	37	40	69	75	49	40	49	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	58
Cr	650	190	8,9	250	18	230	58	2897	3627	139	2698	272	1104	1306	263	289	<5	45	135	104
Cu	33,7	58,3	343	101	36,4	63,1	101	43	45	105	84	102	241	251	148	83	76	89	61	94
V	200	200	928	238	423	195	188	70	62	182	181	162	191	174	172	234	291	179	163	198
Sr	377	397	65	113	74	173	286	15	8	161	56	186	67	42	116	111	146	198	127	129
Zn	67,8	86,5	87,9	93,3	105	73,3	75	54	64	48	40	44	47	52	46	68	103	64	nd	64
Rb	36	42	12	<2	<2	10	31	7	6	25	14	27	18	14	18	13	22	26	32	21
Ba	514	527	190	54	67	135	195	25	20	84	189	232	81	60	77	68	118	254	71	43
Nb	<10	5	<10	<2	7	6	<5	nd	nd	4	4	3	4	4	3	3	8	5	3	<5
Zr	71	105	44	24	74	110	66	18	15	18	43	39	40	38	41	40	80	84	43	34
Y	25	11	25	nd	22	10	16	1	nd	13	11	11	11	11	11	14	20	18	14	13
Be	3	16	5	12	7	28	0,5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,5
Ga	nd	20,4	nd	21	29,7	22,8	18	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	16
Sc	29,5	24,2	62,8	24,8	35,3	21,2	32	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	43,7

Tableau 4a : Analyses chimiques des gabbros et des roches ultrabasiques de la partie mé

Analyses effectuées au Canada (*)

Analyses effectuées au laboratoire du sevice commun de Nancy (+)

Analyses effectuées au laboratoire du CRPG de Vandoeuvre (Nancy)

IV-2- Classification géochimique

Dans le diagramme de Tilley et Yoder, 1962 ; les faciès de gabbros du secteur de Diakhali se situent essentiellement dans le domaine des tholéiites à olivine à l'exception de deux échantillons très riches en quartz normatif et qui correspondent à des tholéiites à quartz.

IV-3- Evolutions géochimiques

L'étude de l'évolution géochimique des roches basiques et ultrabasiques peut être contrainte à partir des diagrammes de variations des éléments majeurs et en traces en fonction des indices de différenciation tels que SiO_2 ; FeO^*/MgO et Mg^* . Elle permettra de déterminer les particularités géochimiques des gabbros et des ultrabasites.

3-1 : Variation des éléments majeurs avec SiO_2 (fig.6)

Malgré une certaine dispersion des valeurs ; Al_2O_3 montre :

- deux tendances évolutives inverses pour les gabbros des régions centrale et septentrionale : l'une négative et l'autre positive.
- une bonne corrélation positive pour les roches ultrabasiques des régions méridionales.

Les ultrabasites les moins siliceux sont très pauvres en Al_2O_3 .

- K_2O , Na_2O , P_2O_5 , TiO_2 présentent une grande dispersion des échantillons, cependant une bonne corrélation positive est observable avec Na_2O dans les gabbros des régions méridionales ; il en est de même pour P_2O_5 dans les gabbros à grands cristaux d'amphibole, les gabbros mélanocrates et les gabbros de tendance dioritique du secteur de Diakhali.

K_2O présente néanmoins une corrélation négative dans les gabbros du secteur de Diakhali.

La dispersion de ces éléments atteste leur grande mobilité au cours des phénomènes postmagmatiques qui ont dû modifier les concentrations initiales de ces éléments.

Les valeurs de MnO sont indépendantes des variations en silice.

Fe_2O_3 , CaO , MgO montrent une bonne corrélation négative malgré une certaine dispersion des teneurs.

La diminution de CaO qui est observable dans tous les gabbros, et plus marquée dans les gabbros de tendance dioritique du secteur de Diakhali se traduit par la cristallisation des plagioclases et des pyroxènes.

Certains ultrabasites des régions méridionales présentent une corrélation positive.

Certaines roches ultrabasiques sont plus riches en magnésium que les autres roches étudiées.

3-2 : Variation des éléments en traces avec SiO_2 (fig.9)

-Variation des éléments de transition ou éléments compatibles avec SiO_2 :

Co et Ni montrent une bonne corrélation négative entre les gabbros des régions méridionales, les gabbros à grands cristaux d'amphibole et les gabbros mélanocrates de Diakhali.

Ces éléments présentent une grande affinité pour l'olivine et les pyroxènes.

Malgré une certaine dispersion, l'augmentation des teneurs en V pour les éléments dont valeurs en SiO₂ sont inférieures à 48% suivie de leur diminution dans les termes plus acides sont similaires à l'évolution enregistrée dans les séries tholéitiques.

Cr montre par contre une importante diminution dans les échantillons à SiO₂ inférieures à 48% suivie d'une augmentation dans les termes plus siliceux. Cette évolution est moins marquée pour les gabbros des régions méridionales et de Diakhali où l'augmentation est plus tardive car amorcée à des valeurs de SiO₂ supérieures à 52%.

Cet appauvrissement en Cr, observable dans tous les types de gabbros peut être attribuée à une importante précipitation des spinelles, de la magnétite, de l'olivine ou des pyroxènes.

Les ultrabasites des régions méridionales et de Daikhali sont plus nickélicifères et plus chromifères.

Zn montre une légère diminution pour des teneurs en silice inférieures à 48% suivie d'une augmentation et d'une nouvelle diminution pour des valeurs de SiO₂ supérieures à 52% dans les gabbros des régions méridionales et de Daikhali.

Les ultrabasites de Diakhali, des régions méridionales et les roches basiques des régions centrale et septentrionale montrent une légère augmentation au cours de la différenciation.

Les éléments de transition permettent de faire la distinction des caractères des différents termes gabbroïques car leurs variations sont en accord avec les tendances générales des processus de différenciation magmatiques.

- Les éléments lithophiles à rayon atomique élevés (LILE).

Les valeurs en Rb, Sr et Ba montrent une grande dispersion des points représentatifs caractéristiques de la mobilité de ces éléments.

- Les éléments de haute densité de charge (HFSE)
- Ils sont considérés comme mobiles lors du métamorphisme de faciès schistes verts.
- Zr montre une diminution pour des valeurs de SiO₂ inférieures à 48% suivie d'une augmentation et d'une diminution pour des teneurs de SiO₂ supérieures à 52% dans les gabbros des régions méridionales et les gabbros à grands cristaux d'amphibole et les gabbros mélanocrates de Diakhali.

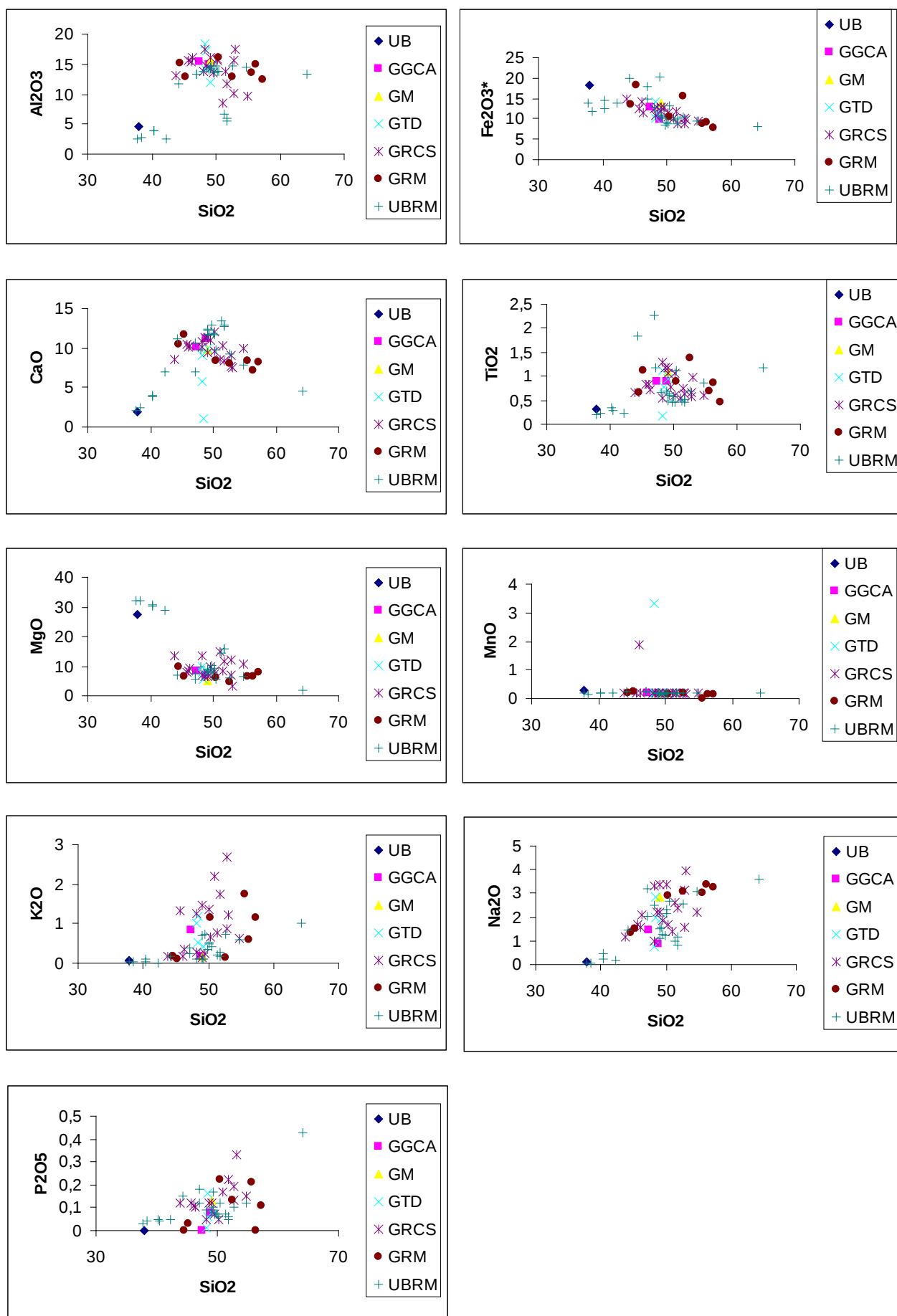


Figure 6 : Variations des éléments majeurs en fonction de SiO₂

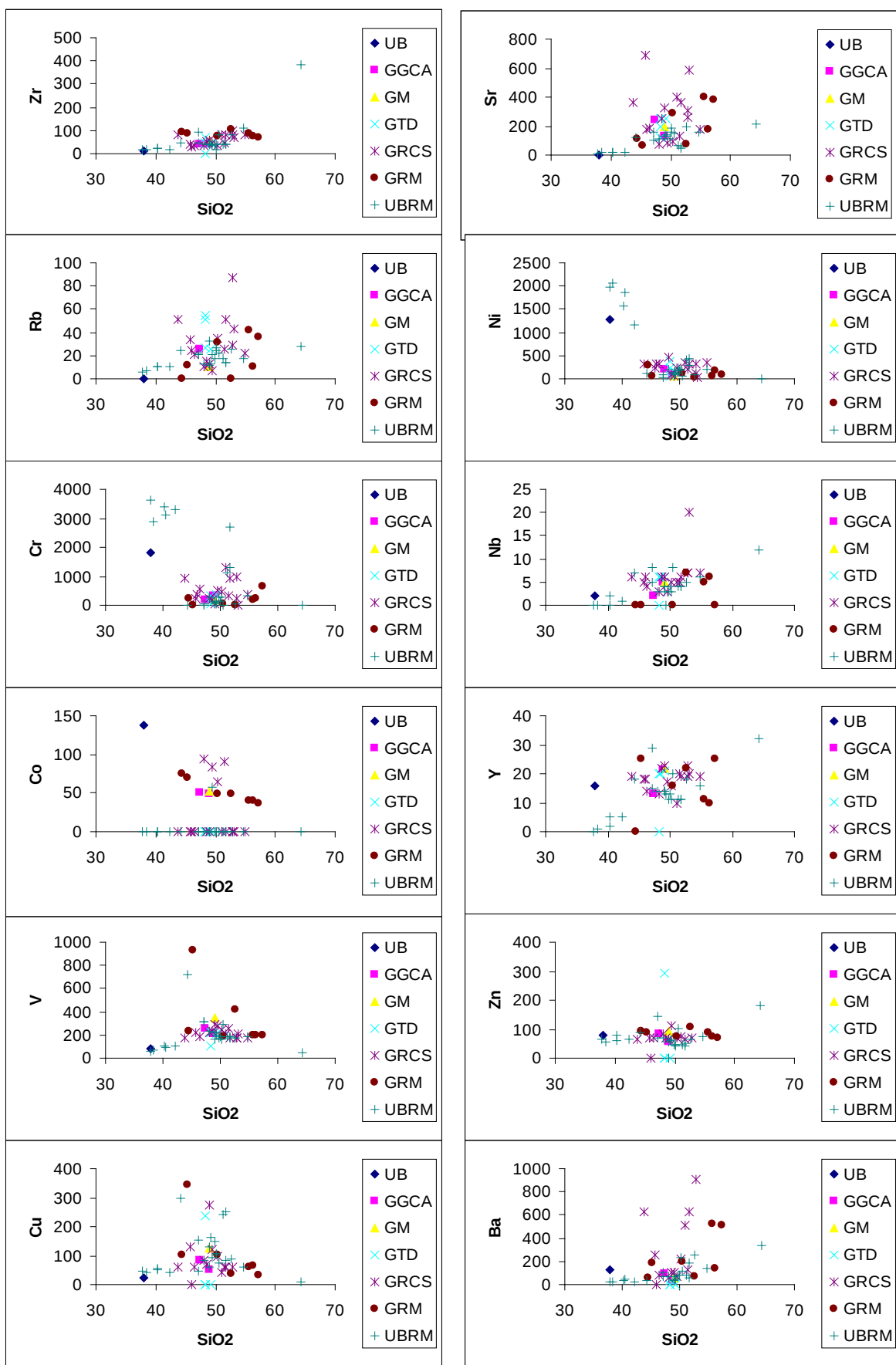


Figure 9 : Variations des éléments en traces en fonction de SiO_2

Malgré une certaine dispersion, l'augmentation des teneurs en V pour les éléments dont les valeurs en SiO₂ sont inférieures à 48% suivie de leur diminution dans les termes les plus acides est similaire à l'évolution enregistrée dans les séries tholéitiques.

Cr montre par contre une importante diminution dans les échantillons à SiO₂ inférieures à 48% suivie d'une augmentation dans les termes plus siliceux. Cette évolution est moins marquée pour les gabbros des régions méridionales et de Diakhali où l'augmentation est plus tardive car amorcée à des valeurs de SiO₂ supérieures à 52%.

Cet appauvrissement en Cr, observable dans tous les types de gabbros peut être attribuée à une importante précipitation de spinelle, magnétite, olivine et des pyroxènes.

Zn montre une légère diminution pour des teneurs en silice inférieures à 48% suivie d'une augmentation et d'une nouvelle diminution pour des valeurs de SiO₂ supérieures à 52% dans les gabbros des régions méridionales et de Diakhali.

Les ultrabasites de Diakhali, des régions méridionales et les roches basiques des régions centrale et septentrionale montrent une légère augmentation au cours de la différenciation.

Les éléments de transition permettent de faire la distinction des caractères des différents termes gabbroïques car leurs variations sont en accord avec les tendances générales des processus de différenciation magmatiques.

-Les éléments lithophiles à rayon atomique élevé (LILE) :

Les valeurs en Rb, Sr, et Ba montrent une grande dispersion des points représentatifs caractéristiques de la mobilité de ces éléments.

Les ultrabasites des régions méridionales et de Diakhali sont plus nickélicifères et plus chromifères.

- les éléments de haute densité de charge (HFSE) :

Ils sont considérés comme mobile lors du métamorphisme de faciès schistes verts.

Zr montre une diminution pour des valeurs de SiO₂ inférieures à 48% suivie d'une augmentation et d'une autre diminution pour des teneurs de SiO₂ supérieures à 52% dans les gabbros des régions méridionales et les gabbros à grands cristaux d'amphibole et les gabbros mélanocrates de Diakhali.

Pour les ultrabasites de Diakhali et des régions méridionales, on a un comportement inverse : augmentation puis diminution à SiO₂ supérieure à 48% et augmentation de nouveau à SiO₂ supérieure à 50%.

Y montre une tendance à une diminution dans les gabbros des régions méridionales et de Diakhali (gabbros à grands cristaux d'amphibole et gabbros mélanocrates).

Les ultrabasites des régions méridionales présentent une augmentation des valeurs de Y en fonction de l'indice de différenciation SiO_2 .

Par contre les gabbros des régions centrale et septentrionale ne présentent aucune homogénéité de leurs valeurs.

Nb présente une augmentation dans les gabbros des régions méridionales.

Les relations pétrogénétiques entre les différents faciès gabbroïques sont seulement décelables entre les gabbros mélanocrates, les gabbros à grands cristaux d'amphibole de Diakhali et entre les gabbros des régions méridionales à travers les caractéristiques des variations observées avec la silice. Ces relations restent à préciser pour les ultrabasites et les autres faciès de gabbros d'où la nécessité d'étudier les variations des éléments majeurs et en traces à travers FeO^*/MgO et Mg^* .

3-3 : Variation des éléments majeurs et en traces en fonction de FeO^*/MgO et Mg^*

- le comportement des différents éléments majeurs au cours de l'évolution de FeO^*/MgO (fig.7) permet de suivre l'avancée de la cristallisation fractionnée.

Pour les valeurs de CaO , Na_2O , K_2O on a une grande dispersion des points représentatifs des différents échantillons qui est caractéristique de la mobilité de ces éléments lors de l'altération. Cependant CaO montre une assez bonne corrélation dans les de tendance dioritique de Diakhali indiquant une cristallisation importante de plagioclases.

On a un accroissement rapide des teneurs en Al_2O_3 dans tous les faciès gabbroïques et ultrabasiques et les champs représentatifs des gabbros se chevauchent montrant une certaine homogénéité des valeurs de Mg^* .

P_2O_5 montre une bonne corrélation positive dans les roches ultrabasiques des régions méridionales. Il en est de même pour SiO_2 dans toutes les roches étudiées. Pour les gabbros étudiés les valeurs de P_2O_5 sont dispersées.

TiO_2 augmente avec l'accroissement de FeO^*/MgO dans tous les échantillons étudiés

Les teneurs en MnO restent pratiquement constante ; ce qui reflète leurs concentrations dans le magma originel.

Malgré un comportement variable, Fe_2O_3 augmente néanmoins avec le taux de cristallisation fractionnée.

MgO présente une corrélation négative avec FeO^*/MgO . Le comportement de MgO est marqué surtout pour les termes dont le rapport FeO^*/MgO est inférieur à l'unité et qui caractérisent les faciès les moins évolués avec de fortes valeurs de MgO (autour de 30%).

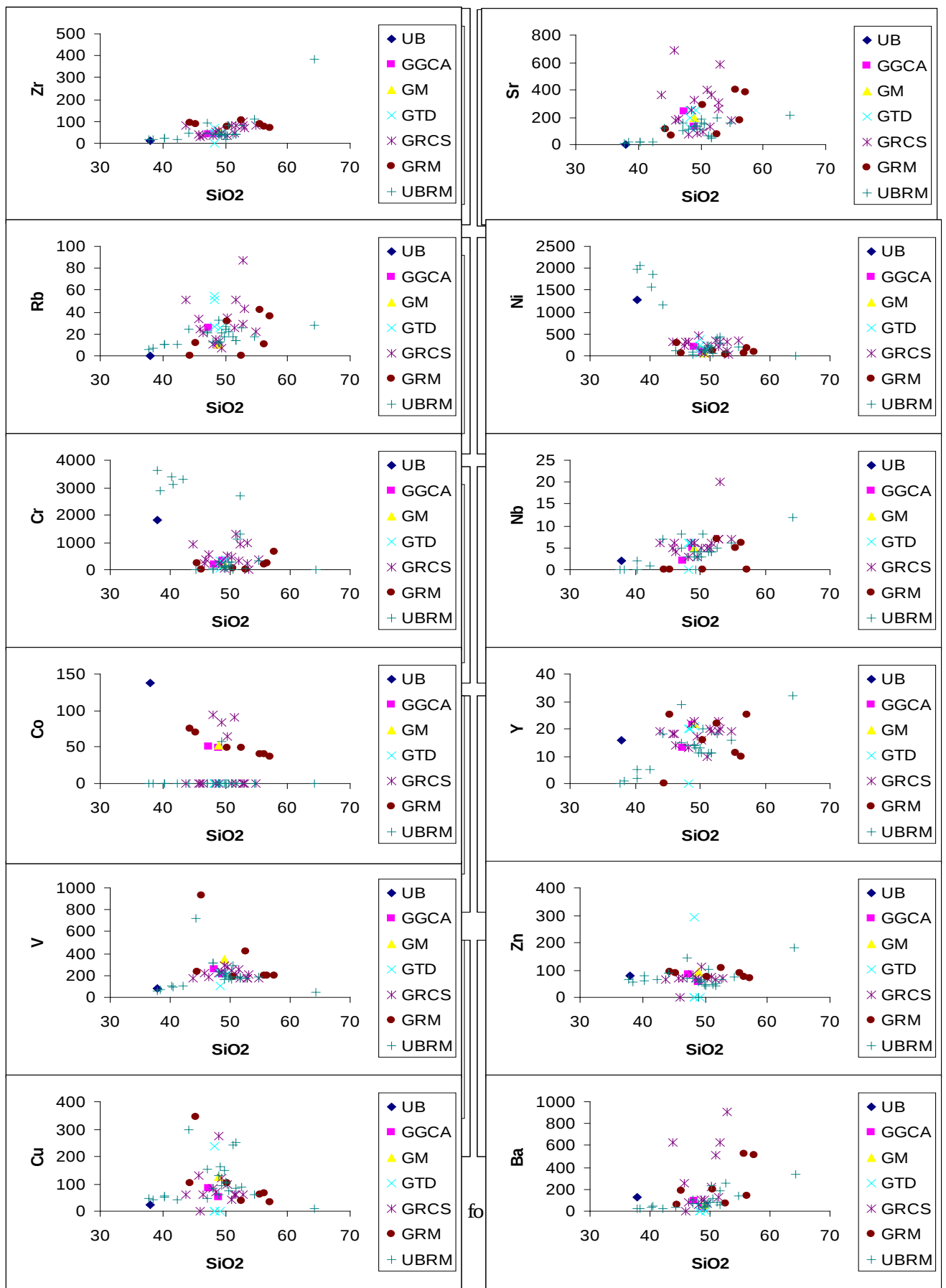


Figure 9 : Variations des éléments en traces en fonction de SiO_2

L'enrichissement en fer et l'appauvrissement en MgO sont caractéristiques des séries tholéitiques avec des valeurs indicatives de magmas évolués distincts des magmas primitifs mantelliques.

- les variations des éléments en traces en fonction de FeO^*/MgO (fig.10) montrent une grande dispersion des valeurs de Rb, Sr, Ba et Co.

Zr, V et Zr présentent une bonne corrélation positive pour les gabbros des régions méridionales et les faciès de Diakhali.

Pour Cu, une telle corrélation est décelable dans les gabbros des régions méridionales ; des régions centrale et septentrionale et des ultrabasites des régions méridionales. Cette évolution est moins nette pour les gabbros des régions centrale et septentrionale.

Ce comportement est également observable pour Nb et Y où les valeurs augmentent en fonction de FeO^*/MgO .

Les gabbros des régions centrale et septentrionale ne présentent pas une homogénéité des valeurs. Les gabbros des régions méridionales ne présentent pas de corrélation pour Y car les valeurs sont dispersées et celles de Nb sont faibles.

Ni et Cr présentent un comportement similaire avec une bonne corrélation négative dans tous les faciès étudiés.

Les de Ni et Cr de certains ultrabasites confirme la richesse de ces roches en ces éléments.

- les variations des éléments majeurs avec Mg^* sont illustrées par les diagrammes de fig.8 Al_2O_3 montre une diminution rapide des teneurs en fonction de Mg^* pour l'ensemble des roches étudiées. Il en est de même pour TiO_2 où la diminution est moins rapide.

La faible diminution de Fe_2O_3 avec une certaine dispersion des valeurs et l'augmentation de MgO en fonction de Mg^* est caractéristique des séries tholéitiques.

Les teneurs de CaO présentent une dispersion.

Les valeurs de MnO restent constantes au cours de la différenciation à l'exception de deux échantillons. Les valeurs de SiO_2 varient autour de 50 au cours de la différenciation.

P_2O_5 présente des valeurs faibles avec l'indice de différenciation Mg^* ; on note néanmoins une diminution des valeurs de P_2O_5 pour les ultrabasites des régions méridionales avec une petite dispersion des valeurs.

- Les variations des éléments en traces avec Mg^* (fig.11) montrent les tendances évolutives suivantes :

On a une dispersion des des valeurs de Cu, Co, Rb, Sr et Ba avec des valeurs faibles dans les ultrabasites.

On note une bonne corrélation négative des valeurs de Zn, V, Zr en fonction de Mg^* .

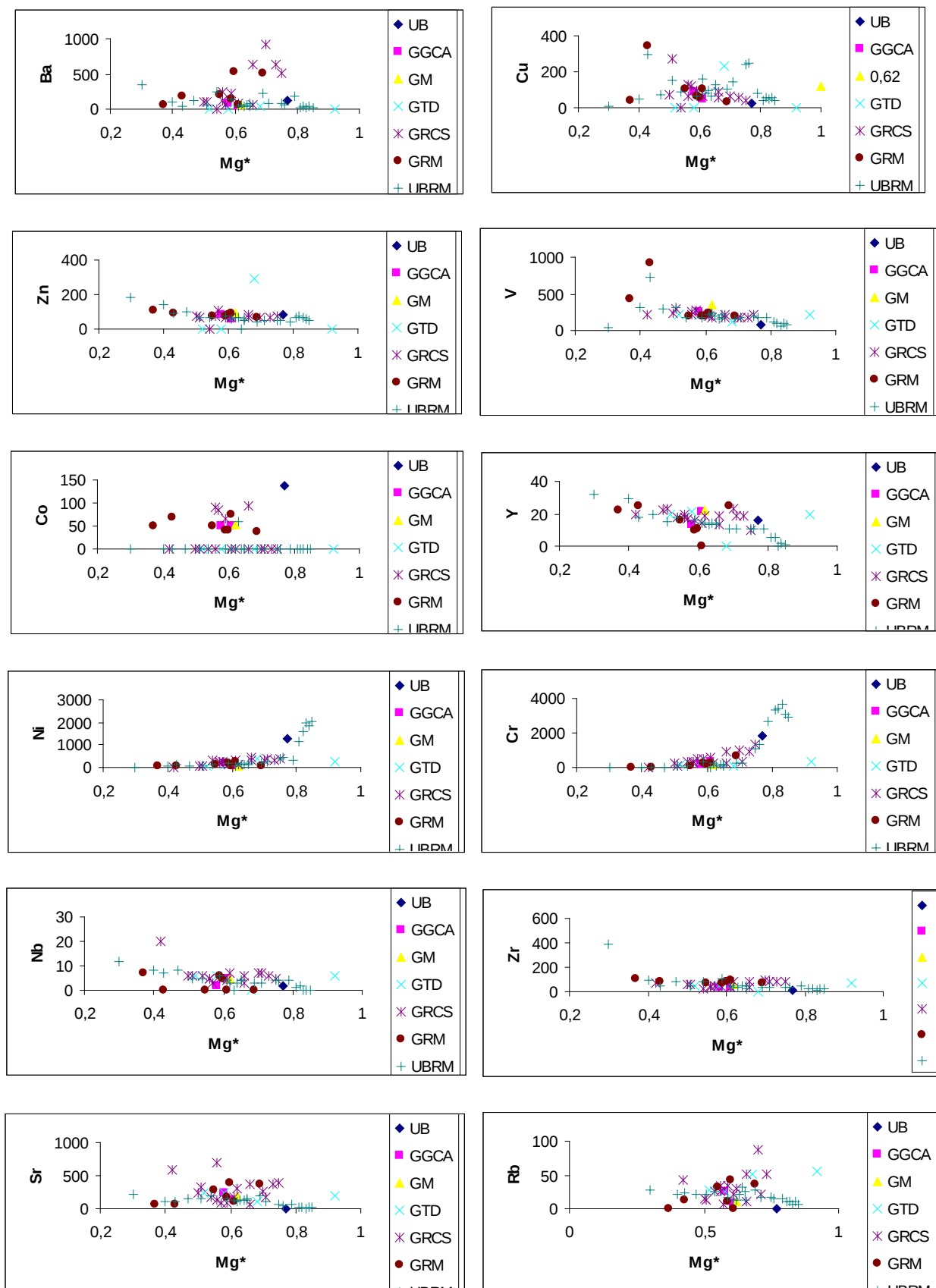


Figure 10 : Variations des éléments en traces en fonction de Mg^*

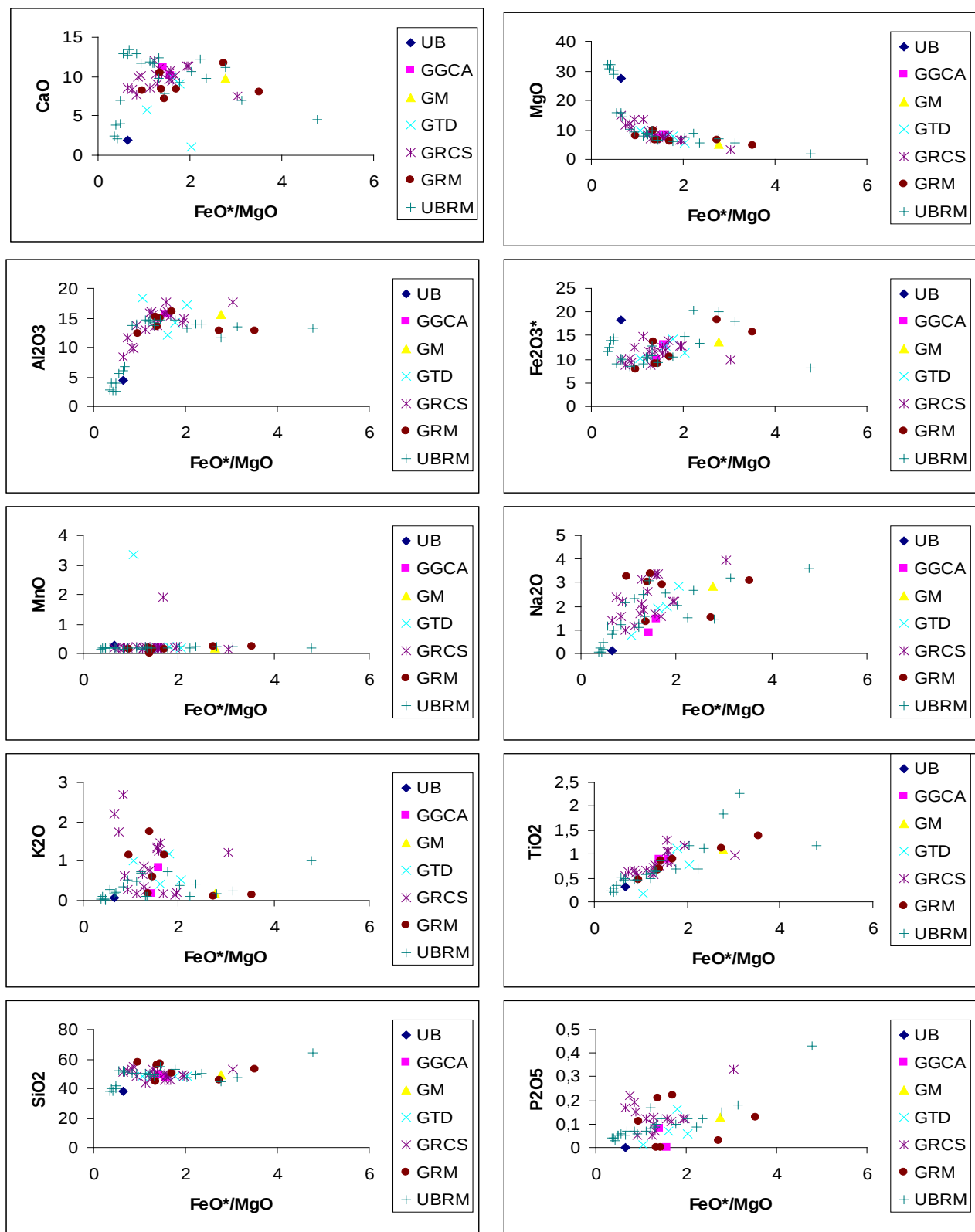


Figure 8 : Variations des éléments majeurs en fonction de FeO^*/MgO

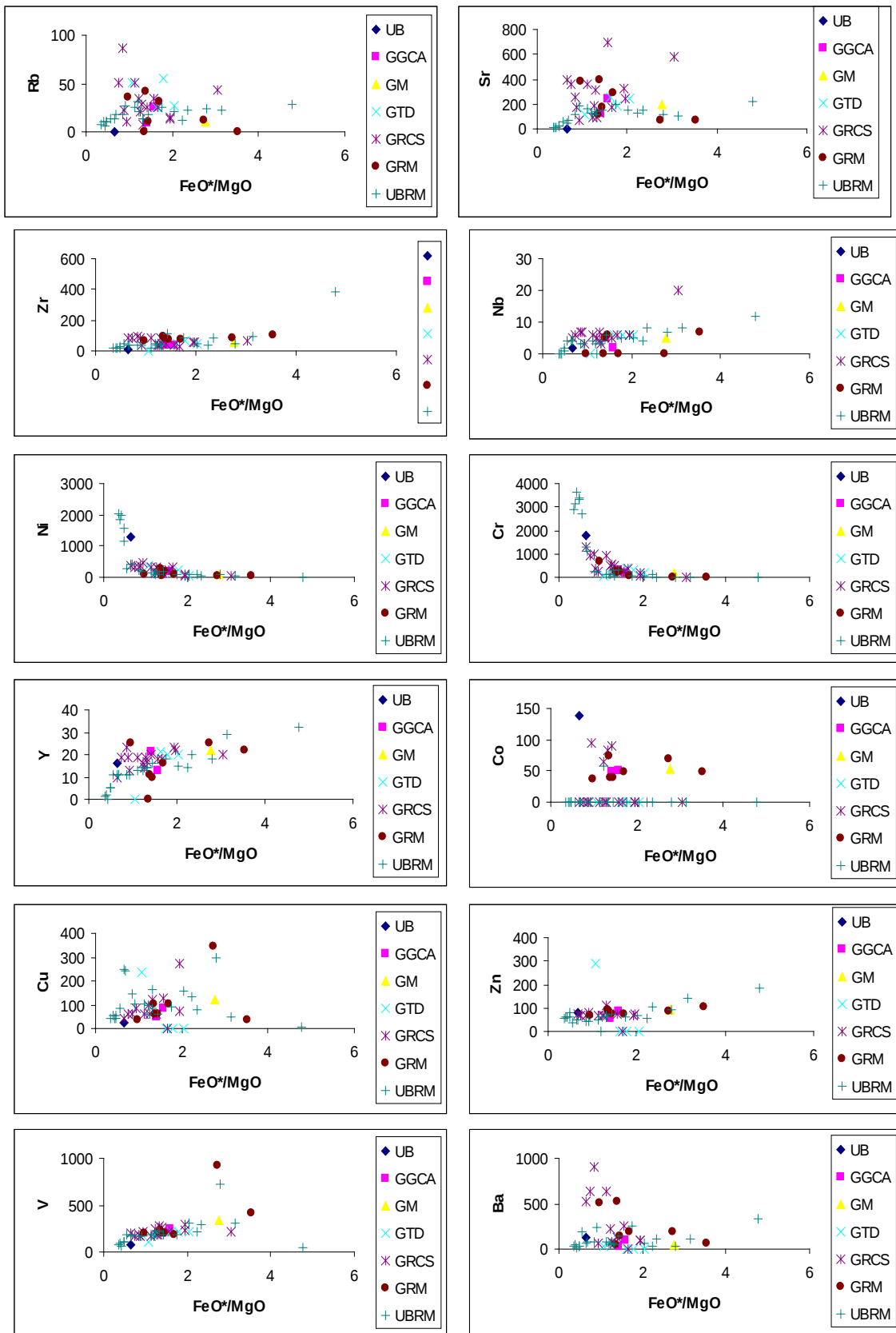


Figure 11 : Variations des éléments en traces en fonction de FeO^*/MgO

Cette évolution est moins nette pour Nb et Y surtout dans les gabbros des régions méridionales et ceux de Diakhali.

Ni et Cr montrent une augmentation des valeurs au cours de la différenciation. Ce qui traduit une cristallisation de l'olivine et des pyroxènes d'où ces deux éléments chutent rapidement au cours du fractionnement.

3-4- Conclusion :

La grande dispersion des éléments majeurs à travers les indices de différenciation traduit leur mobilité lors des phénomènes post magmatiques. Les gabbros mélanocrates se différencient à partir des gabbros à grands cristaux d'amphibole par cristallisation fractionnée. Les roches plutoniques basiques et ultrabasiques sont de nature tholéiitique avec un enrichissement en fer et titane et vanadium des roches gabbroïques dès les premiers stades du fractionnement. Les gabbros de tendance dioritique de Diakhali ainsi que les gabbros des régions centrale et septentrionale ne présentent pas d'arguments pétrogénétiques permettant de les différencier d'où l'existence de plusieurs lignées magmatiques ayant évolué parallèlement à partir de la même souche magmatique ou à partir de souches géochimiquement voisines.

VI-4 - Contexte géodynamique :

L'étude de l'évolution magmatique a permis de déterminer la nature tholéiitique des roches plutoniques basiques et ultrabasiques. Cette affinité peut être également identifiées à partir des diagrammes suivants en considérant pour chaque sous faciès pétrographiques une valeur moyenne des échantillons :

- diagrammes Alcalins-silice et Al_2O_3 -% en An des plagioclases (Irvine et Baragar, 1973)
- diagramme AFM de Nockolds et Allen, 1953.
- diagramme de Tilley et Muir, 1967.
- diagrammes de Miyashiro, 1974.
- diagrammes de Winchester et Floyd, 1975.

4-1-Diagrammes Na_2O+K_2O/SiO_2 et $Al_2O_3/\% An$ (Irvine et Baragar, 1973) (fig.12 et 13)

Ces diagrammes montrent que les roches plutoniques basiques et ultrabasiques du supergroupe de Mako sont des roches subalcalines d'affinité tholéiitique. La position d'un

échantillon de gabbros de tendance dioritique pourrait s'expliquer par la mobilité des oxydes Na₂O et K₂O dans les formations anciennes du Paléoproterozoïque

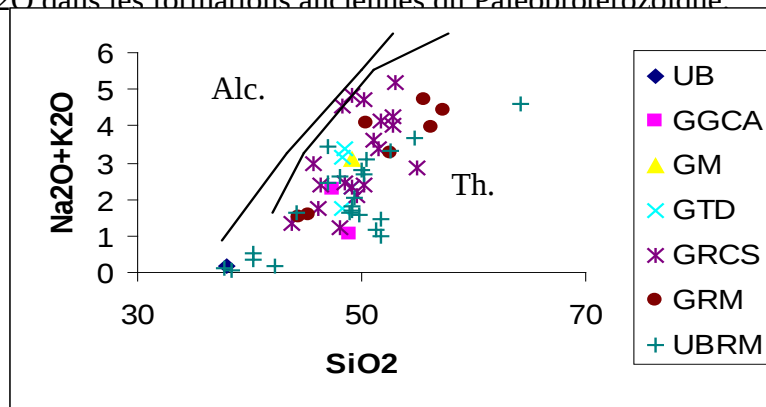


Figure 12 : variation des alcalins avec les teneurs en silice dans les plutonites basiques et ultrabasiques du supergroupe de Mak o ; (Irvine et Baragar,1973)

Alc : Domaine alcalin

Th. : Domaine tholéitique

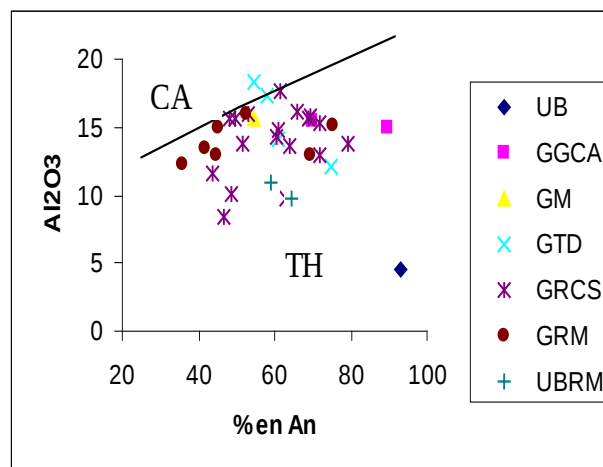


Figure 13 : Variation des teneurs en alumine avec les valeurs en anorthite des plagioclases dans les plutonites basiques et ultrabasiques du supergroupe de Mak o;(Irvine et Baragar, 1973)