

# Le magmatisme basique du massif akata : caractérisation pétrologique et signification géodynamique au sein de la chaîne panafricaine au Togo (Afrique de l'Ouest)

Y. ÁGBOSSOUMONDÉ

Université de Lomé – Faculté des Sciences - Département des Sciences de la Terre  
B.P. 1515 Lomé – TOGO ; Tél. : (+228) 909 06 66 ; e-mail : yagboss@tg.refer.org

## RESUME

Le massif Akata est formé de cumulats pyroxénitiques à caractères magmatiques bien conservés, avec une légère re-équilibration dans les faciès amphibolite et schiste vert qui semble contemporaine de la tectonique tangentielle panafricaine. Ces cumulats présentent des spectres de Terres Rares faiblement fractionnés, typiques des cumulats ultramafiques et des signatures géochimiques de magmas tholéiitiques d'arcs, en relation avec les phases de convergence préluant à la collision panafricaine.

**Mots-clés :** cumulats pyroxénitiques, tholéiite d'arc, Panafricain, Togo

## ABSTRACT

The Akata igneous complex is represented by pyroxenites cumulates with well-preserved magmatic features, showing subsequent recrystallisation very weak and restricted amphibolitic to greenschist overprint during the panafrican orogen. These ultramafic rocks display geochemical signatures typical of an arc tholeiitic magmas in relation with the earlier Panafrican convergence before collision.

**Key-words :** pyroxenites cumulates, arc tholeiite, Panafricain, Togo

## INTRODUCTION

Le massif ultrabasique d'Akata, constitué actuellement de cumulats pyroxénitiques, appartient à la chaîne panafricaine au Togo. Cette chaîne résulte de la collision entre la marge passive du craton Ouest Africain et un ensemble de microplaques orientales constituant actuellement le socle bénino-nigérian et le bouclier Touareg (Caby et al., 1981 ; Liégeois et al., 1994 ; Trompette, 2000). Dans le cadre de la tectonique des plaques, les massifs ultrabasiques-basiques (UB-B) ont été interprétés, comme un ensemble lithologique unique témoignant d'une océanisation et marquant la suture panafricaine (fig. 1).

Au Togo, la zone de suture sépare deux domaines : à l'Ouest, les unités externes correspondant aux unités métasédimentaires du Buem et de l'Atacora, et à l'Est, les nappes internes représentées par le socle bénino-nigérian (Affaton, 1990). Au Sud-Togo, entre les nappes externes et internes, affleurent un complexe granodioritique, partie intégrante de l'édifice de nappes et de nombreux corps méta-magmatiques en écaillés tectoniques au sein de gneiss et de métasédiments (Sylvain et al., 1986 ; Agbossoumondé, 1998 ; Agbossoumondé et Ménot, 2001) (fig. 2a).

Les récents travaux effectués sur le Sud-Togo montrent que la zone de suture est très hétérogène sur le plan lithologique. En particulier, il existe une grande diversité de massifs ultrabasiques-basiques, distincts par le chimisme des magmas originels, par l'environnement lithologique immédiat et par des évolutions tectono-métamorphiques différentes (Ménot, 1980 ; Agbossoumondé, 1998 ; Agbossoumondé et al., 1999 ; Agbossoumondé et al., 2001 ; Agbossoumondé et al., 2002). Il s'agit de massifs granulitiques, écolitiques, péridotitiques à pyroxénitiques transformées en roches vertes et enfin, de massifs pyroxénitiques à caractères magmatiques préservés.

Si les écolites et granulites ont fait l'objet de travaux récents (Ménot et Seddoh, 1985 ; Bernard-Griffiths et al., 1991 ; Attoh, 1998a et 1998b ; Agbossoumondé et al., 1999 et 2001), les cumulats pyroxénitiques d'Akata (fig. 2a) restaient encore mal connus. Les quelques

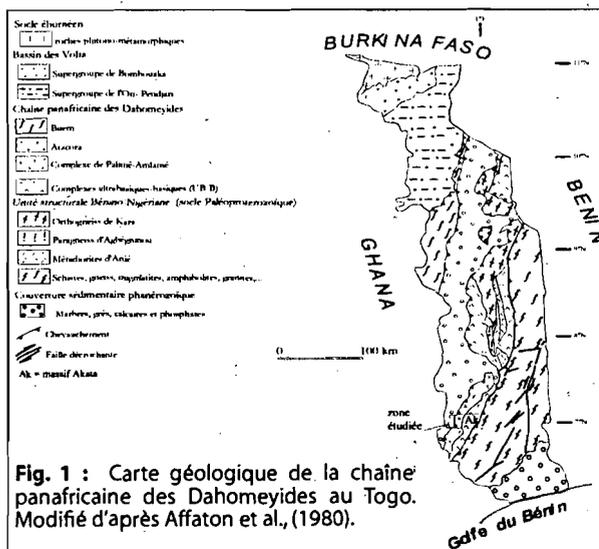


Fig. 1 : Carte géologique de la chaîne panafricaine des Dahomeyides au Togo. Modifié d'après Affaton et al., (1980).

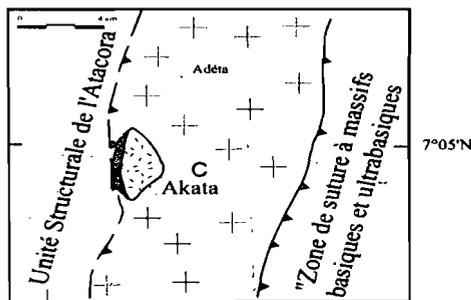


Fig. 2a : Schéma structural du massif d'Akata  
C = trait de coupe

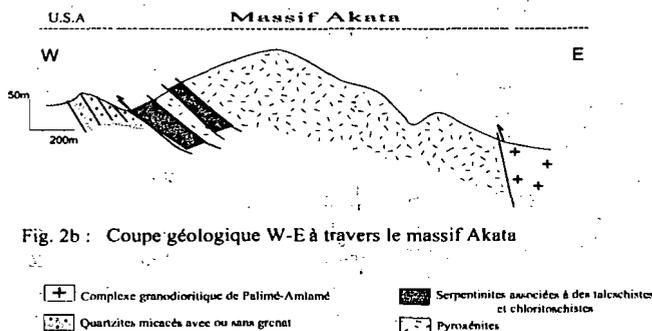


Fig. 2b : Coupe géologique W-E à travers le massif Akata

- Complexe granodioritique de Palimé-Amlamé
- Quartzites micacés avec ou sans grenat
- Serpentinites associées à des talcschistes et chloritochistes
- Pyroxénites

descriptions sommaires sont celles de Robertson, (1924), Dempster (1965), Péré, (1972) et de Sylvain et al., (1986).

L'objectif de cette note est donc de présenter les caractères pétro-géochimiques et minéralogiques de cette intrusion, d'en établir la nature magmatique et d'en discuter sa place dans l'orogène panafricain.

## I. METHODOLOGIE

C'est à la faveur des levés de terrain récents (Agbossoumondé, 1998), que le gisement du massif ultramafique d'Akata a pu être précisé (fig. 2a). Des mesures structurales et des prélèvements d'échantillons sont effectués. Les analyses des phases minérales ont été réalisées à la microsonde automatisée CAMECA SX100 de l'Université Clermont-Ferrand dans les conditions analytiques suivantes : tension 15kV, courant d'accélération 15nA, temps de comptage 15s par triplet d'éléments. Les analyses chimiques sur roches totales ont été effectuées au centre commun d'analyses chimiques de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne par fluorescence aux rayons X.

## II. RESULTATS

### 2.1. Données de terrain

D'épaisseur hectométrique, la polarité des affleurements montre de bas en haut : des orthopyroxénites serpentinisées schisteuses (ym42b) à massives associées à des talcschistes, puis des orthopyroxénites (Ak3,

ym42a, ym38) auxquelles succèdent des webstérites (Ak2, ym37a, ym40). On observe une alternance métrique d'orthopyroxénites serpentinisées schisteuses à massives à la base, puis des niveaux décimétriques d'orthopyroxénites porphyroïdes auxquelles succèdent des webstérites (fig. 2b). Dans sa partie occidentale, le massif d'Akata est en contact tectonique chevauchant sur les quartzites micacés de l'Atacora et la zone de contact chevauchant est caractérisée par des talcschistes et des quartzites mylonitiques. Du côté oriental, le contact entre le massif Akata et le complexe orthogneissique, granodioritique n'est pas net.

## 2.2. Pétrographie et géochimie

### 2.2.1. Données pétrographiques

Les orthopyroxénites serpentinisées (ym42b) présentent une matrice microcristalline, faite de serpentine associée à du talc et à des opaques ferrotitanés en amas xénomorphes pauvres en chrome (magnétite) ou vermiculaires riches en chrome. Aucune relique d'olivine n'est observée. L'étude pétrographique permet de distinguer une paragenèse magmatique relique à Opx + Cpx ± oxydes Fe-Ti et deux paragenèses hydratées successives amphibolique (Mg-hastingsite + anthophyllite + magnétite) et serpentinique (serpentine + talc + chlorite + magnétite).

Les orthopyroxénites, porphyroïdes (3-5cm) ou à grain moyen millimétrique, sont essentiellement à enstatite (En 84-85) associé à de rares cristaux de magnétite. Elles montrent une foliation magmatique des minéraux d'orthopyroxène et une texture d'adcumulat (fig. 3a). Les minéraux observés ne montrent ni phase de déformation, ni de recristallisations métamorphiques.

Les webstérites se composent de diopsidé (50%) (Di46-50), en grands prismes automorphes millimétriques (2-3mm), d'enstatite (45%) (En81- 85) et un intercumulus peu abondant (< 7%) à plagioclase (An45-57), amphibole (pargasite) et magnétite (fig. 3b). L'hydratation tardive des minéraux de la phase cumulus se traduit par la cristallisation de la trémolite en bordure des orthopyroxènes et de celle de l'actinote en bordure des clinopyroxènes. De la magnésio-hornblende cristallise en bordure des pargasites. Les oxydes ferro-titanés (magnétite) sont rares.

### 2.2.2. Données géochimiques

Les teneurs en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et TiO<sub>2</sub> des cumulats d'Akata augmentent de la pyroxénite serpentinisée (ym42b) vers les orthopyroxénites et webstérites; ce qui reflète respectivement le fractionnement du plagioclase et une légère accumulation d'oxydes ferro-titanés dans les webstérites. Les teneurs en FeO et en MgO diminuent relativement de la pyroxénite serpentinisée (ym42b) aux webstérites alors que celles en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et CaO apparaissent légèrement plus élevées dans les orthopyroxénites et webstérites, ce qui va de pair avec la présence de plagioclase dans ces dernières

(tab. 1). Tous les échantillons présentent le même rapport mg# (MgO/MgO+FeO) de (77-80) montrant que les roches ultramafiques d'Akata résultent de la cristallisation d'un magma primitif très magnésien (tab. 1). De plus ces cumulats présentent de faibles teneurs en éléments incompatibles (Zr de 7-16ppm; Y de 2-6ppm) et sont riches en Ni (870-2316 ppm). Les spectres de terres rares sont faiblement fractionnés typiques des cumulats ultramafiques (0,5 à 5 fois le manteau primitif, Sun et McDonough, 1989, fig. 4). Les rapports LaN/YbN varient de 3,3 à 5,8 (tab. 1).

Tab. 1 : Composition chimique de roches totales

orthopyroxénites		webstérites			
	ym42a	AK2	ym37a	ym40	
AK3	53.75	54.43	52.82	54.6	53.47
2.54	2.4	2.61	4.12	2.86	2.86
8.62	9.68	7.26	9.8	7.05	7.05
30.72	29.97	23.19	27.91	21.48	21.48
2.31	2.52	11.55	3.28	14.66	14.66
0.03	0.35	0.21	0.72	0.75	0.75
0.05	0.01	0.06	0.07	0.02	0.02
0.114	0.102	0.148	0.162	0.173	0.173
0.001	0.02	0.009	0.02	0.02	0.02
0.174	0.183	0.163	0.176	0.157	0.157
0.82	0.59	1.11	0.47	0.4	0.4
99.12	100.25	99.14	101.32	101.04	101.04
683.42	611.48	887.25	971.18	1037.13	1037.13
80.73	78.45	78.98	77.01	78.20	78.20
1165.2	1023.7	1724.4	1067.9	870.5	870.5
59.1	64.3	41.4	62.5	38	38
5.9	6.4	6	7.4	6.3	6.3
<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
19.1	13.4	34.4	75.3	38.9	38.9
3.8	3.2	6.1	5.6	8.2	8.2
9	7.4	11.4	16.6	14	14
3.2	2.2	3.2	3.1	3.2	3.2
<3.0	<3.0	<3.0	3.9	4.5	4.5
<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
30.4	36.9	75.4	64.5	22.7	22.7
2.36	2.31	1.86	2.96	1.7	1.7
2.81	3.36	3.56	5.35	4.37	4.37
0.84	0.68	0.52	0.55	0.39	0.39
0.705	2.93	1.06	1.26	3.86	3.86
1.43	3.72	2.83	3.05	6.81	6.81
1.72	1.78	3.34	1.08	3.9	3.9
0.456	0.986	0.963	0.498	1.53	1.53
0.053	0.065	0.195	0.115	0.29	0.29
0.568	0.298	0.99	0.409	1.03	1.03
0.276	0.221	0.729	0.387	0.972	0.972
0.3	0.131	0.319	0.241	0.557	0.557
0.178	0.239	0.392	0.271	0.471	0.471
0.99	1.92	0.71	1.63	1.63	1.63
2.84	8.79	1.94	3.33	5.88	5.88

2.2.3. Minéralogie

Des analyses représentatives de pyroxènes, amphibole, plagioclase et serpentine sont reportées dans les tableaux 2 à 5. Les abréviations minérales utilisées sont de Kretz, (1983).

Selon la pile des cumulats observés, l'ordre de cristallisation de l'assemblage magmatique correspondrait à la séquence Opx-Cpx-Pl-Hbl dans laquelle les minéraux intercumulus (Pl + Hbl ± oxydes Fe-Ti) apparaissent uniquement dans les webstérites. La nature magmatique des pyroxènes peut être déduite à la fois des caractéristiques texturales des roches (figs

3a et 3b) et du chimisme de ces minéraux comme le montrent leurs teneurs en MgO, FeO et Al2O3 (tab. 2, fig. 5). L'orthopyroxène (tab. 2) est de l'enstatite dans les orthopyroxénites (En86 Fs12-13 Di1-2 à En83-85 Fs11-12 Di4-5) et webstérites (En83-85 Fs14-16 Di 01 à En81-83 Fs14-15 Di3-5). Les teneurs en TiO2 sont toujours relativement faibles (0,1%). Le clinopyroxène est

Tab. 2 : Composition chimique des pyroxènes

Clinopyroxènes					
Webstérites					
ym37a	ym37a	ym37a	ym37a	ym40	ym40
©	(b)	©	(b)	©	(b)
52.01	52.35	52.62	52.27	52.81	53.11
0.26	0.29	0.28	0.28	0.19	0.25
3.12	3.14	3.91	3.73	2.08	2.72
0.95	0.9	0.92	1.08	0.45	0.48
2.05	1.29	1.86	1.51	2.21	0.47
15.66	15.54	15.52	15.54	16.82	16.12
1.72	2.36	2	2.23	1.98	3.17
0.11	0.1	0.13	0.08	0.1	0.12
23.31	23.32	23.36	23.33	22.87	23.19
0.61	0.6	0.75	0.61	0.42	0.43
99.79	99.9	100.35	100.66	99.93	100.06
1.90	1.91	1.89	1.89	1.92	1.93
0.007	0.008	0.008	0.008	0.005	0.007
0.13	0.13	0.16	0.16	0.09	0.11
0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01
0.05	0.036	0.05	0.04	0.06	0.01
0.85	0.84	0.83	0.84	0.91	0.87
0.05	0.07	0.06	0.06	0.06	0.09
0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004
0.91	0.91	0.9	0.91	0.89	0.9
0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03
0.06	0.08	0.06	0.07	0.06	0.09
47	46	46	46	49	47
3	4	3	4	3	5
50	50	50	50	48	48

un diposide dont la composition varie de Di50 En46 Fs3 à Di48 En47 Fs5 (tab. 2).

L'intercumulus est constitué de plagioclase faiblement zoné à composition de labrador (An50-57) et andésine (An45) (tab. 3), et par des amphiboles pargasitiques (ym37a) (tab. 4). Les pargasites sont clairement magmatiques et appartiennent à la phase intercumulus. Elles présentent de fortes teneurs en Na (0,75-0,77) et en AlIV (1,93), et se distinguent par leur composition et par leur habitus des amphiboles secondaires (Mg-hornblende et trémolite) qui remplacent très partiellement les pyroxènes. Les oxydes ferro-titanés sont des magnétites très pauvres en chrome (0,2<Cr2O3<3%).

Les paragenèses post-solidus correspondent à la serpentinitisation des orthopyroxénites basales (tab. 5) et à la cristallisation des amphiboles secondaires de type anthophyllite et trémolite (tab. 4).

Tab. 3 : Composition chimique des plagioclases

échant	Plagioclase						Webstérites		
	ym37a		ym37a		ym37a		ym40		ym40
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(b)
SiO <sub>2</sub>	53.74	53.38	54.54	55.49	55.85	56.53	54.17	55.07	54.92
TiO <sub>2</sub>	0.04	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29.27	29.00	27.83	28.3	27.5	27.71	28.38	28.49	28.28
FeO	0.13	0.13	0.42	0.21	0.04	0.10	0.15	0.14	0.13
CaO	11.82	11.41	10.18	10.45	9.76	9.60	10.86	10.64	10.42
Na <sub>2</sub> O	4.97	5.32	5.65	5.93	6.32	6.33	5.47	5.53	5.84
K <sub>2</sub> O	0.00	0.15	0.0	0	0.2	0.05	0.11	0.01	0.00
total	99.99	99.48	98.7	100.4	99.7	100.40	99.14	99.93	99.61
Si	2.43	2.43	2.49	2.49	2.52	2.53	2.46	2.48	2.48
Ti	0.001	0.001	0.0	0.001	0.001	0.001	0	0.001	0.000
Al	1.56	1.55	1.49	1.49	1.46	1.46	1.52	1.51	1.5
Fe <sup>2+</sup>	0.005	0.005	0.007	0.008	0.002	0.004	0.006	0.005	0.005
Ca	0.57	0.55	0.5	0.5	0.47	0.46	0.53	0.51	0.5
Na	0.43	0.47	0.5	0.51	0.55	0.54	0.48	0.48	0.51
K	0	0.01	0	0	0.01	0.003	0.006	0.001	0
total	5	5.03	5	5	5.02	5.01	5.01	5	5.01
An	0.57	0.54	0.5	0.49	0.45	0.45	0.52	0.52	0.50
Ab	0.43	0.45	0.5	0.51	0.53	0.54	0.47	0.48	0.50
Or	0.00	0.01	0	0	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00

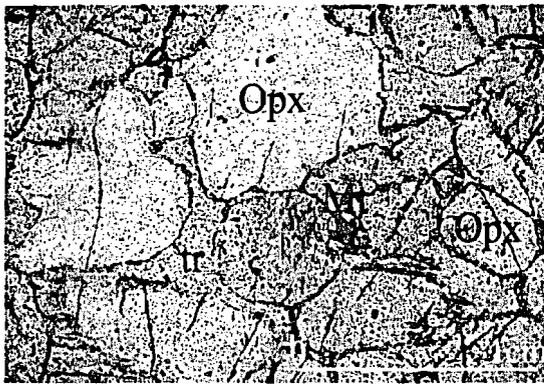


Fig. 3a : Microphotographie d'une orthopyroxénite ouralitisée (ym37b) essentiellement à orthopyroxène (Opx) et à magnétite (Mt). L'ouralitisation se traduit par la cristallisation de l'amphibole trémolitique en bordure des Opx.

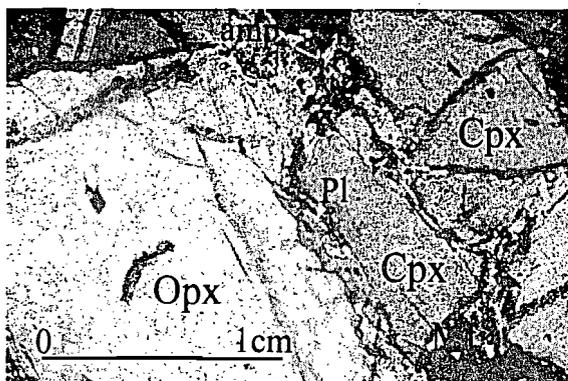


Fig. 3b : Microphotographie d'une webstérite (ym41) à clinopyroxène (Cpx), orthopyroxène (Opx) et à magnétite (Mt). En bordure des pyroxènes, on observe l'intercumulus à amphibole (amp) et plagioclase (Pl).

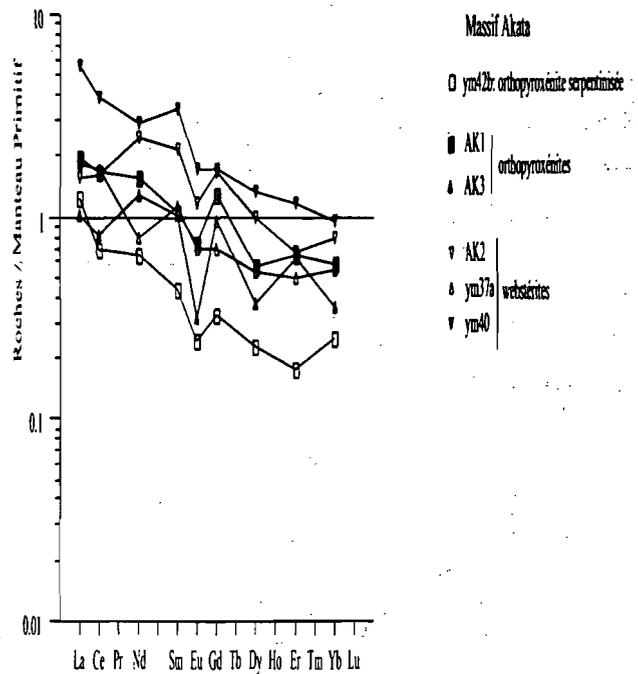


Fig. 4 : Spectres de terres rares des ultrabasites du massif Akata normalisés aux valeurs du manteau primitif (Sun et McDonough, 1989)

Tab. 4 : Composition chimique des amphiboles

échant	Massif AKATA																
	orthopyroxénites serpentinitisées						orthopyroxénites		webstérites								
	ym42b	ym42b	ym42b	ym42b	ym42b	ym42b	ym38	ym38	ym37a	ym37a	ym37a	ym37a	ym37a	ym37a	ym37a	ym40	ym40
SiO2	43.85	44.00	58.28	59.18	58.70	57.89	57.43	57.49	41.31	41.23	48.08	50.31	56.57	52.82	53.82	53.03	
TiO2	0.63	0.58	0.03	0.042	0.022	0.02	0.00	0.02	0.35	0.33	0.10	0.70	0.02	0.07	0.03	0.06	
Al2O3	11.88	11.59	0.03	0.023	0.049	0.09	0.31	0.69	16.11	16.18	10.48	7.22	1.68	5.74	4.47	4.04	
Cr2O3	1.60	1.34	0.07	0.072	0.095	0.13	0.06	0.15	0.13	0.08	0.76	1.19	0.49	0.42	0.30	0.43	
Fe2O3	4.36	4.26	0.00	0.00	1.80	2.38	3.59	3.87	4.07	4.18	6.91	0.80	3.65	3.67	3.74	3.99	
FeO	1.50	1.58	11.50	11.17	1.62	1.00	0.0	0.0	7.72	6.62	0.66	3.73	0.76	1.56	1.08	0.75	
MnO	0.06	0.02	0.37	0.44	0.092	0.09	0.13	0.16	0.10	0.14	0.10	0.02	0.15	0.11	0.08	0.09	
MgO	17.56	17.76	25.90	26.0	23.01	22.97	22.78	22.68	12.20	12.65	17.42	18.95	21.75	19.70	20.44	20.52	
CaO	11.81	11.82	0.63	0.49	13.34	13.27	12.58	12.54	11.58	11.56	11.54	12.99	12.64	12.26	12.43	12.47	
Na2O	3.13	3.17	0.015	0.001	0.036	0.00	0.12	0.11	2.71	2.62	1.80	1.09	0.25	0.97	0.71	0.67	
K2O	0.35	0.34	0.018	0.00	0.028	0.02	0.0	0.0	0.55	0.57	0.22	0.22	0.08	0.05	0.00	0.0	
H2O	2.08	2.08	2.16	2.18	2.213	2.19	2.18	2.19	2.04	2.03	2.14	2.13	2.18	2.15	2.16	2.13	
Total	98.81	98.56	99.043	99.61	101.02	100.10	99.21	99.95	98.93	98.24	100.27	99.40	100.27	99.57	99.26	98.20	
Si	6.3	6.34	8.07	8.12	7.95	7.91	7.89	7.85	6.07	6.07	6.72	7.08	7.74	7.34	7.47	7.45	
Al iv	1.69	1.65	0.00	0.00	0.007	0.01	0.05	0.11	1.93	1.93	1.27	0.91	0.25	0.65	0.52	0.54	
Al vi	0.32	0.31	0.005	0.003	0.00	0.00	0.0	0.0	0.85	0.87	0.45	0.28	0.02	0.28	0.2	0.12	
Ti	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.04	0.03	0.01	0.07	0	0	0	0.007	
Cr	0.18	0.15	0.008	0.007	0.01	0.01	0.006	0.01	0.01	0.01	0.08	0.13	0.05	0.04	0.03	0.04	
Fe3+	0.47	0.46	0.00	0.00	0.18	0.24	0.37	0.40	0.45	0.46	0.72	0.08	0.37	0.38	0.39	0.42	
Fe2+	0.18	0.19	1.33	1.28	0.18	0.11	0.0	0.0	0.95	0.81	0.07	0.44	0.08	0.18	0.12	0.09	
Mn	0	0	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	
Mg	3.76	3.81	5.3	5.32	4.648	4.68	4.67	4.62	2.67	2.77	3.63	3.97	4.44	4.08	4.23	4.3	
Ca	1.82	1.82	0.09	0.07	1.93	1.94	1.85	1.83	1.82	1.82	1.73	1.96	1.85	1.82	1.84	1.87	
Na	0.87	0.88	0.004	0.0002	0.009	0.00	0.03	0.03	0.77	0.75	0.48	0.29	0.06	0.26	0.19	0.18	
K	0.06	0.06	0.003	0.00	0.004	0.005	0.0	0.0	0.1	0.1	0.04	0.04	0.01	0.01	0	0	
OH	2	2	2.0	2.0	2.0	2.0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
(Ca+Na) (B)	0.07	0.07	0.09	0.073	1.94	1.94	1.88	1.86	2	2	2	2	1.92	2	2	2	
Na (B)	0	0	0.004	0.0002	0.009	0.00	0.03	0.03	0.17	0.17	0.27	0.04	0.06	0.17	0.15	0.12	
(Na+K) (A)	0	0	0.003	0.00	0.004	0.005	0.0	0.0	0.7	0.68	0.26	0.3	0.01	0.1	0.04	0.06	
mg#	0.79	0.81	0.80	0.80	0.96	0.97	1	1	0.73	0.77	0.97	0.90	0.98	0.95	0.97	0.98	
fe#	0	0	0.00	0.00	1.0	1.0	1	1	0.34	0.34	0.61	0.23	0.94	0.57	0.65	0.77	
nature	Mg-Hst	Mg-Hst	anh	anh	tr	tr	tr	tr	parg	parg	Mg-Hbl	Mg-Hbl	tr	tr	tr	tr	

Mg-Hst = magnésiohastingsite, parg = pargasite, Mg-Hbl = magnésiohornblende, tr = trémolite, anth = anthophyllite

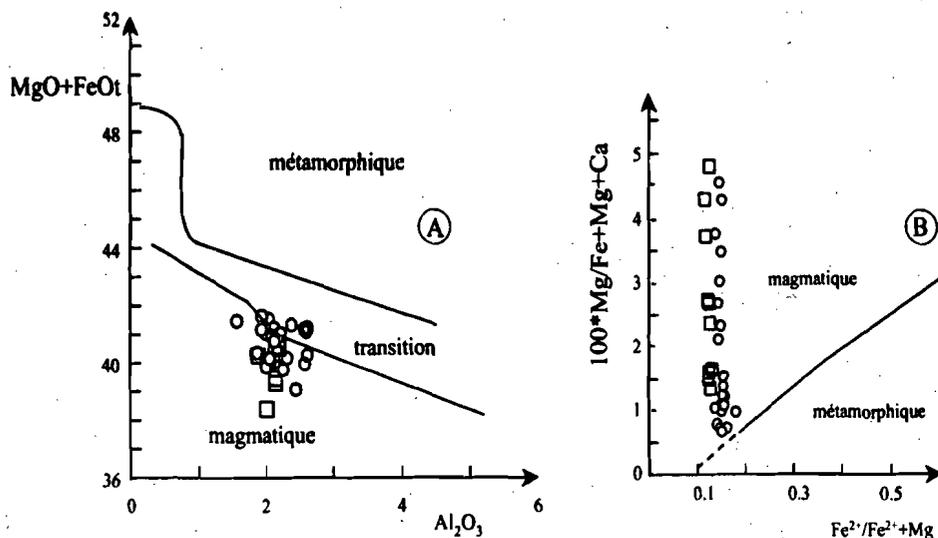


Fig. 5 : Nature magmatique des Opx dans les ultramafites du massif Akata dans les diagrammes de Rietmeijer, (1983).

Légende  
 Webstérites  
 ○ ym37a  
 ○ ym40  
 Orthopyroxénites  
 □ ym38

Tab. 5 : Composition chimique des serpentines

echant	Serpentine			Talc			
	orthopyroxénites serpentinisées			orthopyroxénites serpentinisées			
	ym42b	ym42b		ym42b	ym42b	ym42b	ym42b
SiO <sub>2</sub>	41.95	41.42	SiO <sub>2</sub>	62.18	62.31	60.99	62.34
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.00	TiO <sub>2</sub>	0.03	0.03	0.03	0.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.80	2.90	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.06	0.13	0.07
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.15	0.22	MgO	29.54	29.33	29.31	29.45
MgO	35.47	34.45	FeO	2.40	2.11	2.26	2.35
FeO	5.83	6.89	Na <sub>2</sub> O	0.05	0.00	0.02	0.00
CaO	0.00	0.03	K <sub>2</sub> O	0.06	0.00	0.00	0.01
H <sub>2</sub> O	12.57	12.44	H <sub>2</sub> O	4.65	4.64	4.57	4.65
total	98.83	98.37	total	99.05	98.51	97.35	98.91
Si	2	1.99	Si	4	4	3.996	4
Al	0.15	0.16	Al	0.008	0.005	0.010	0.005
Mg	2.52	2.47	Mg	2.83	2.82	2.86	2.83
Fe <sup>2+</sup>	0.23	0.27	Fe	0.12	0.11	0.12	0.12
OH	4	4	Na	0.002	0	0.001	0.001
XFe	0.08	0.1	OH	2	2	2	2
Si/Mg	0.79	0.81	Si/Mg	1.41	1.42	1.40	1.41

III. DISCUSSION

L'ordre de cristallisation à Opx-Cpx-Hbl-Pl observée et les compositions chimiques de roches totales indiquent que les cumulats ultramafiques d'Akata diffèrent donc des associations ophiolitiques normales où le plagioclase cristallise après l'olivine, l'orthopyroxène étant généralement tardif et postérieur au clinopyroxène. Dans ces cumulats, la cristallisation précoce de l'orthopyroxène par rapport au plagioclase reflète une augmentation de l'activité de la silice dès la base du massif, et milite en faveur des complexes d'arc. Les teneurs en TiO<sub>2</sub> relativement plus élevées dans les webstérites d'Akata témoignent d'une différenciation contrôlée à la fois par une forte fugacité d'oxygène, compatible avec la présence d'oxydes ferro-titanés intercumulus et par une augmentation rapide de l'activité de la silice. Cette augmentation de la fugacité d'oxygène est également accompagnée par une augmentation substantielle de la pression partielle de l'eau marquée par la nature calcique (An<sub>53-57</sub>) du plagioclase et de la cristallisation de l'amphibole parasitique intercumulus (Cottin et Lorand, 1990). L'ordre de cristallisation à Opx-Cpx-Hbl-Pl impliquerait que les ultramafites d'Akata seraient mises en place dans un environnement métamorphique de basse pression (P < 5 kbar) et de haute température (T calculé est de 1090°C à partir du couple Opx-Cpx).

Les cumulats ultramafiques d'Akata (Zr/Y de 1,7 à 3,5) correspondraient plutôt à des tholéiites d'arc mis en place dans un environnement de marge active selon Ohnenstetter, (1994). Dans la chaîne panafricaine,

les cumulats d'Akata présentent également des similitudes avec les intrusions stratifiées de la région de Laoui dans le Hoggar Central (Cottin et Lorand, 1990; Cottin et al., 1990 ; 1998).

Par ailleurs, ces ultramafites dériveraient de la différenciation d'un magma primitif mantellique probablement très magnésien. L'enrichissement modéré en T.R. légères par rapport aux T.R. lourdes milite lui aussi en faveur d'un degré de fusion moindre de la source mantellique.

En comparaison avec les données géochimiques de référence connues dans des contextes géotectoniques (magmatismes intraplaques, ensemble magmatique associé à une subduction, ophiolites etc...), bien définis (Gill, 1981 ; Cox & Hawhesworth, 1985, Campbell, 1985 ; Rogers & Hawhesworth, 1989), les ultramafites d'Akata suggèrent donc un caractère de tholéiites d'arc et non à des ophiolites du plancher océanique pré-panafricain. Nous suggérons que la mise en place des cumulats d'Akata pourrait être reliée aux phases de convergence préluant la collision panafricaine.

REMERCIEMENTS

Ce travail est une partie de ma thèse (Y. Agbossoumondé, 1998) soutenue à l'Université Jean Monnet de Saint-Etienne. Il a bénéficié du support financier des Universités Jean Monnet et de Lomé et du Ministère de l'Éducation et de la Recherche du Togo.

J'adresse à tous mes sincères reconnaissances.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1- **AFFATON, P., (1990). LE BASSIN DES VOLTA (AFRIQUE DE L'OUEST) : Une marge passive du protérozoïque supérieur, tectonisé au panafricain (600+/-50Ma). Thèse d'Etat, 2 vol., 499p., Ed. ORSTOM, France**
- 2- **AGBOSSOUMONDÉ, Y., (1998). Les massifs ultrabasi-ques-basiques de la chaîne panafricaine au Togo : axe Agou-Atakpamé. Etudes pétrographique, minéralogique et géochimique. These UJM, Saint-Etienne, 306p.**
- 3- **AGBOSSOUMONDÉ, Y., MÉNOT, R.P. AND GUILLOT, S. (1999). Petrology of high grade rocks from the Pan-African belt in Togo, West Africa. EUG X, Strasbourg, March 28 - April 1999, France, Abstract, vol., 105**
- 4- **AGBOSSOUMONDÉ, Y. et MÉNOT, R.-P., (2001). Late Pan African granitoids of Southern Togo, West Africa : preliminary data on the Palimé-Amlamé complex. 12e Conférence Société Géologique Africaine (SGA) , 27 Mars - 02 Avril 2001, Yaoundé, Caméroun.**
- 5- **AGBOSSOUMONDÉ, Y., MÉNOT, R.-P., GUILLOT, S., (2001). Metamorphic evolution of Neoproterozoic eclogites from south Togo (West Africa) : Geodynamic implications for the reconstruction of West Gondwana. Journal of African Earth Sciences, 33 (2), 227-244**
- 6- **AGBOSSOUMONDÉ, Y., MÉNOT, R.-P. et COTTIN, J.Y., (2002). Les ultrabasites de la chaîne panafricaine au Togo : intrusions stratifiées ou complexes ophiolitiques ? 19<sup>e</sup> Réunion des Sciences de la Terre (RST), 9-12 avril 2002; Nantes, France, p. 46.**
- 7- **ATTOH, K., 1998A. High-Pressure Granulite Facies metamorphism in the Pan-African Dahomeyide orogen, West Africa. Journal of Geology, 106, 236-246.**
- 8- **ATTOH, K., 1998B. Models for orthopyroxene-plagioclase and other corona reactions in metanorites, Dahomeyide orogen, West Africa. Journal of Metamorphic Geology, 16, 345-362.**
- 9- **BERNARD-GRIFFITHS, J., PEUCAT, J.J., MÉNOT, R.P. 1991. Isotopic (Rb-Sr, U-Pb and Sm-Nd) and trace element geochemistry of eclogites from the pan-African belt : a case study from REE fractionation during high-grade metamorphism. Lithos, 27, 43-57.**
- 10- **CABY, R., BERTRAND, J.M.L et BLACK, R., (1981). Pan-african ocean closure and continental collision in the Hoggar-lforas segment, Central Sahara. In A. Kröner (Eds.), Precambrian Plate Tectonics; Elsevier; 407-434.**
- 11- **CAMPBELL, I.H., (1985). The difference between oceanic and continental tholeiites : a fluid dynamic explanation. Contrib. Mineral. Petrol., 91, 37-43.**
- 12- **COTTIN, J.Y., GUIRAUD, M., LORAND, J.P., (1990). Le magmatisme et le métamorphisme pan-africains témoins d'amincissement crustal dans la région de Laouni (Hoggar Central, Algérie). C. R. Acad. Sci. Paris, t. 311, sér. II, 1345-1351.**
- 13- **COTTIN, J.Y. et LORAND, J.P., (1990). Nouvelles données pétrologiques sur les massifs ultramafiques-mafiques de la région de Laouni (Hoggar Central, Algérie). Bull. Soc. Géol. Fr., (8), t. VI, n° 3, 525-536.**
- 14- **COTTIN, J.Y., LORAND, J.P., AGRINIER, P., BODINIER, J.L. et LIÉGEOIS, J.P., (1998). Isotopic (O, Sr, Nd) and trace elements geochemistry of the Laouni layered intrusions (pan-african belt, Hoggar, Algeria) : evidence for post-col-lisional continental tholeiitic magmas variably contaminated by continental crust. Lithos, 45, 197-222.**
- 15- **COX, K.G. AND HAWKESWORTH, C.J., (1985). Relative contribution of crust and mantle to flood basalt magmatism, Mahabaleswar area, Deccan Trap. Phil. Trans. R. Soc. London, A310, 627-641.**
- 16- **DEMPSTER, A.N., (1965). Report on the preliminary investigations of the principal magnetic anomalies indicated by airborne aeromagnetic survey of a part of Togo. UNTAB-B.N.R.M., Lomé.**
- 17- **GILL, J.B. (1981). Orogenic andesites and plate tectonics. Ed. Springer Verlag, Berlin**
- 18- **KRETZ, R., 1983. Symbols for rocks-forming minerals. American Mineralogist 68, 277-279.**
- 19- **LIÉGEOIS J.P., BLACK, R., NAVEZ, J., LATOUCHE, L., 1994. Early and late Pan-African orogenies in the Air assembly of terranes (Tuareg shield, Niger). Precambrian Research, vol. 67, pp. 59-88.**
- 20- **MÉNOT, R.P., (1980). Les massifs basiques et ultrabasi-ques de la zone mobile panafricaine au Ghana, Togo et au Bénin. Etat de la question. Bull. Soc. Géol. Fr., 7, 297-303.**
- 21- **MÉNOT, R.P. ET SEDDOH, K.F., (1985). The eclogites of Lato Hills (South Togo, West Africa) : relics from early tectonometamorphic evolution of the Pan-African orogeny. Chemical Geology, 50, 313-330.**
- 22- **OHNENSTETTER, M., OHNENSTETTER, D., JOHAN, Z. et FONTAINE, C., (1994). Où sont les minéralisations des intrusions mafiques-ultramafiques ? Géochronique, n° 49, 21-24.**
- 23- **PÉRÉ, B., (1972). Recherches géologiques et minières dans la région de Palimé-Adéta. Inst. Nat. Rech. Scient. et Bur. Nat. Rech. Min. Lomé, Togo.**
- 24- **RIETMEIJER, F.J.M., (1983). Chemical distinction between igneous and metamorphic orthopyroxenes especially those with Ca-rich clinopyroxenes. Mineral. Mag., 47, 143-157.**
- 25- **ROBERTSON, T., (1924). The crystallin metamorphic rocks of Western Togoland. Geol. Mag., London.**
- 26- **ROGERS, N.W AND HAWKESWORTH, C.J., (1982). Proterozoic age and cumulate origin for granulitic xenoliths, Lesotho. Nature, 409-413**
- 27- **SUN, S.S. AND MCDONOUGH, W.F., (1989). Chemical and isotopic systematics of ocean basalts : implications for mantle composition and processes. In A. D. Saunders et Norry M. J. (Eds.), «Magmatism in ocean basins» London : Geol. Soc. London Spec. Publ., 313-345.**
- 28- **SYLVAIN, J.P., ASSIH-EDÉOU, P., CASTAING C., CHEVRE-MONT, Ph., COLLART, J. ET OUASSANE, I. (1986). Notice explicative de la carte géologique 1/200000, feuille Atakpamé. In D.G.M.G./B.N.R.M., Lomé Togo.**
- 29- **TROMPETTE, R., (2000). Gondwana evolution ; its assembly at around 600Ma. C. R. Acad. Sci., 330, pp. 305-315.**