

## MISE EN PLACE TARDI-OROGENIQUE DE LA SYENITE DE WAYEN (BURKINA FASO, AFRIQUE DE L'OUEST)

## LATE OROGENIC EMPLACEMENT OF THE WAYEN SYENITE (BURKINA FASO, WEST AFRICA)

A. S. TRAORE<sup>1\*</sup>, S. NABA<sup>1</sup>, N. KAGAMBEGA<sup>1</sup>, M. LOMPO<sup>1</sup>, L. BARATOUX<sup>2</sup>, J. GANNE<sup>2</sup>

### Résumé

En général, les plutons de syénite et de granites alcalins sont décrits comme appartenant au magmatisme post-orogénique dans la dorsale de Man en Afrique de l'Ouest. La présente étude montre que la syénite de Wayen située au centre du Burkina Faso est en fait une monzonite quartzique. Elle se met en place à la suite d'un volcanisme fissural de nature trachyandésitique au cours d'une tectonique transcurrente progressive. La fabrique déduite des mesures d'anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM) est bien réglée à l'échelle du pluton ainsi qu'au niveau des roches encaissantes. Les microstructures de la monzonite quartzique sont pour l'essentiel magmatiques et très localement d'état solide haute température (structures orthogneissiques) ou de relativement basse température le long d'étroits couloirs de cisaillement. Toutes ces observations montrent que contrairement aux interprétations antérieures, la mise en place de ces plutons dits post-orogéniques est partiellement contrôlée par la tectonique régionale. Il est donc plus convenable de les appeler plutons tardi-orogéniques dans certains cas.

**Mots clés** : Dorsale de Man; Burkina Faso ; Monzonite quartzique; Fabrique magnétique; Tardi-orogénique.

### Abstract

Syenite and alkali granite plutons of Man shield (West Africa) are currently described as belonging to post-orogenic plutonism. The present study shows that the Wayen syenite in central part of Burkina Faso is in fact a quartz monzonite pluton. The emplacement of this pluton is preceded by trachy-andesitic magmatic flow during a progressive transcurrent tectonics. Fabrics deduced in plutons by anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) measurement are approximately oriented in the same direction. The microstructures are mostly magmatic state fabrics and locally high temperature solid state deformation (orthogneissic microstructure) or relatively low temperature deformation in solid state along narrow shear zones. All these observations show that contrary to the previous interpretations, the emplacement's mechanism of these plutons is partially controlled by regional tectonics. It is therefore more appropriated in some cases to call them late-orogenic plutons.

**Keywords**: Man shield; Burkina Faso; Quartz monzonite; Magnetic fabrics; Late orogenic.

<sup>1</sup> Institut de Recherche pour le Développement (IRD). \* Correspondance e-mail : [taseydoux@yahoo.fr](mailto:taseydoux@yahoo.fr)

<sup>2</sup> Département de Géologie, Université de Ouagadougou (Burkina Faso).

## 1 - Introduction

Les granitoïdes alcalins représentent une composante négligeable de la croûte granitique du Paléoprotérozoïque de l'Afrique de l'Ouest et se présentent le plus souvent sous forme de petits plutons de quelques km<sup>2</sup> (Rocci et al. [1]; Doumbia et al. [2]; Kahoui et Mahdjoub [3]). Ces plutons de granitoïdes alcalins sont le plus souvent considérés comme des plutons post-tectoniques (Doumbia et al. [2]) parce qu'ils recoupent les autres formations géologiques et ne présentent pas de structures évidentes à l'échelle du terrain. Les seules données structurales disponibles sont celles de Pons et al. [4] sur le pluton de granite alcalin de Dolbel (Niger). L'étude des mécanismes de mise en place de ce type de pluton est pourtant une des solutions pour savoir si le régime tectonique qui a prévalu à la fin de l'orogénèse éburnéenne était actif ou inactif.

La syénite de Wayen a été décrite par Ducellier [5]. L'âge Rb/Sr de  $2101 \pm 84$  Ma obtenu sur cette formation (Vachette et Ouédraogo [6]) contraste avec celui de  $1889 \pm 27$  Ma obtenu récemment par (Ouédraogo et Castaing [7]). L'âge de mise en place de ce pluton reste à préciser, bien qu'il soit reconnu postérieur aux autres formations de par leurs relations cartographiques.

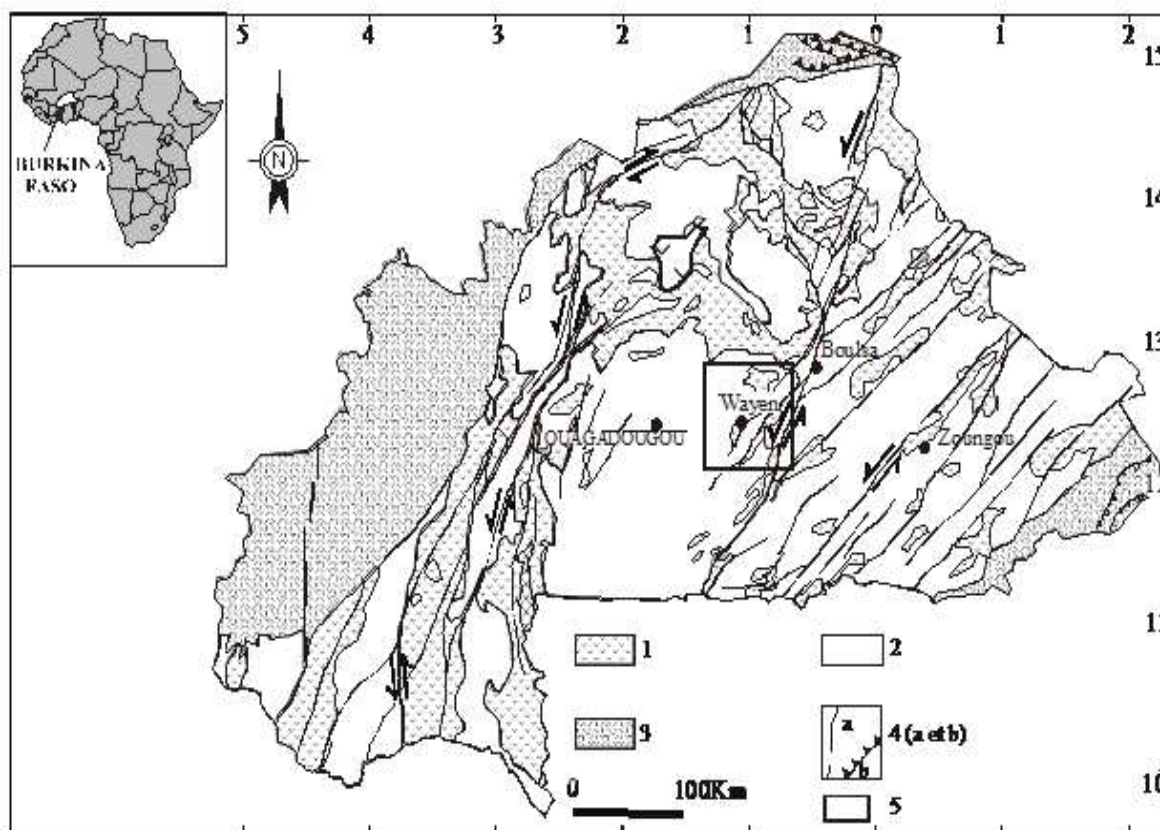
La présente étude se propose de reconstituer les mécanismes de mise en place du pluton de Wayen (au Burkina Faso) en se servant de la susceptibilité magnétique, de l'examen des microstructures et des données d'imagerie aéroportée.

## 2 - Cadre géologique régional

Le pluton de syénite de Wayen est situé à 70 Km à l'est de Ouagadougou entre les longitudes 0,85°E et 1,07°W et les latitudes 12,25°N et 12,45°N (Fig. 1). Plusieurs travaux géologiques (Ducellier [6]; Ouédraogo et Castaing [7]; Hubert [9]; Legoux [10]; Silitoe [11]) y ont été menés lors de missions de cartographies ou de prospections minières. Le pluton de Wayen est allongé NE-SW sur 33 Km avec une largeur d'environ 12 Km. Une cartographie détaillée effectuée au cours du présent travail montre que le pluton de Wayen est intrusif dans des metabasaltes, des granitoïdes de type TTG, des granites à biotite et amphibole et des métalaves porphyriques (Fig. 2). Les métalaves porphyriques s'observent dans trois secteurs autour du pluton de syénite. L'abondance et la diversité des roches magmatiques dans le secteur cartographié nous amène à lui attribuer l'appellation de Complexe Magmatique de Wayen (CMW).

## 3 - Méthodologie

La caractérisation des différents faciès observés sur le terrain a été approfondie par les observations au microscope optique et certains minéraux ont été analysés à la microsonde électronique (Camebax SX 50 du Laboratoire des Mécanismes et Transfert en Géologie de Toulouse). Les analyses chimiques sur roche totale (majeurs et traces) ont été effectuées sur les échantillons des principaux faciès du CMW et de son encaissant granitique. L'analyse structurale s'appuie principalement sur les mesures de la susceptibilité magnétique obtenues à partir du Kappabridge KLY-3 du LMTG de Toulouse. La minéralogie magnétique a été faite par le CS2 couplé au Kappabridge KLY-2.

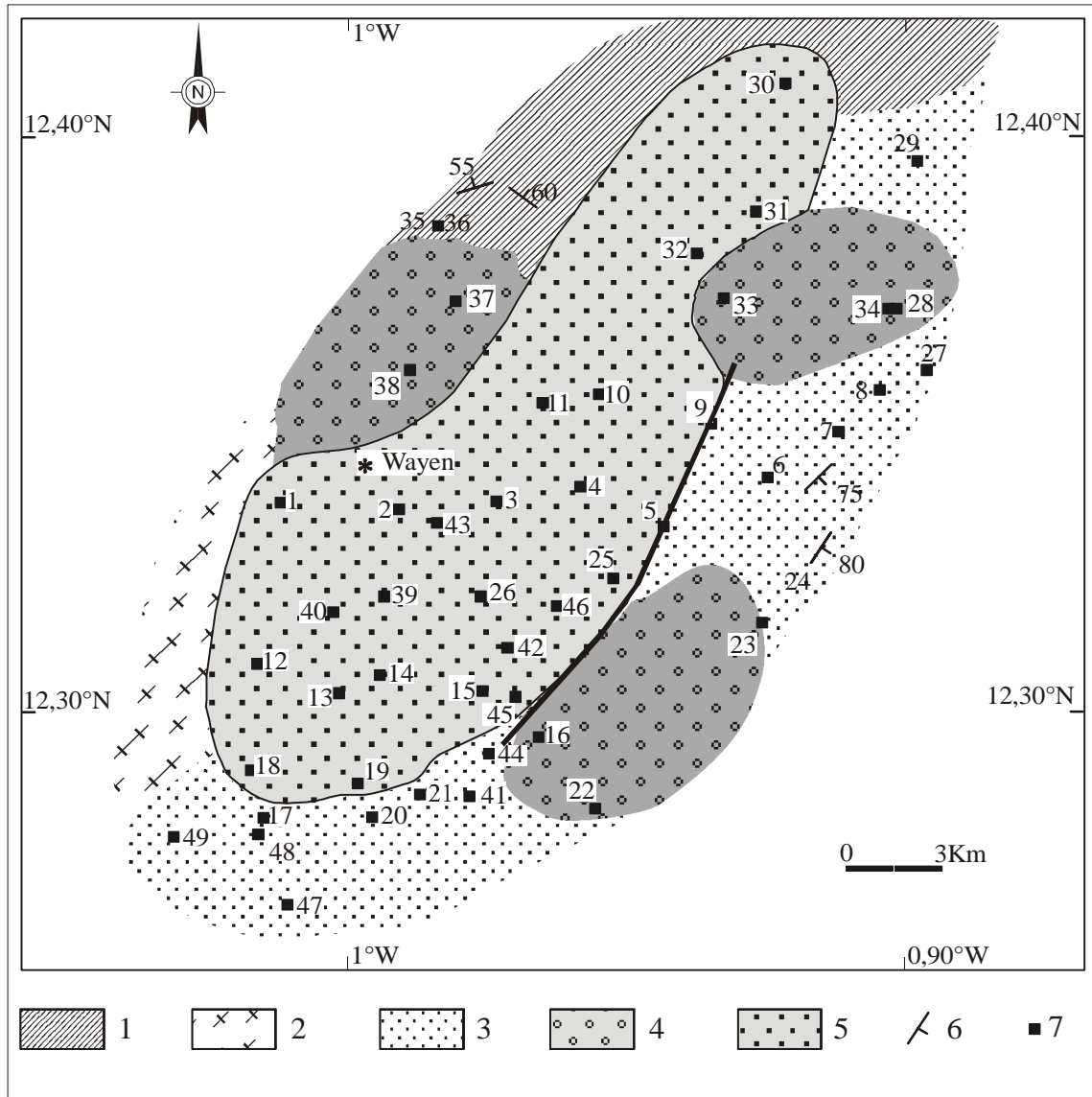


**Figure 1** : Carte géologique simplifiée du Burkina Faso (Castaing et al. [8]) : 1) Ceintures de roches vertes ; 2) Granitoïdes Paléoprotérozoïques ; 3) Couverture Phanérozoïque ; 4) Accidents majeurs (4a : couloirs de cisaillements ; 4b : zone de chevauchement); 5) Zone d'étude.

Pour des échantillons à peu près sphériques, la susceptibilité magnétique devrait être isotrope mais elle varie le plus souvent avec la direction. On définit donc un  $K_{max}$  ( $K$  maximum),  $K_{int}$  ( $K$  intermédiaire) et un  $K_{min}$  ( $K$  minimum) qui sont les trois axes de l'ellipsoïde qui caractérise l'anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM). L'orientation de ces trois axes dans l'espace, définit l'orientation de la fabrique telle qu'on aurait pu la mesurer directement sur le terrain et correspond aux données directionnelles. Les données scalaires dont les plus importantes sont : (i) la susceptibilité moyenne ( $K_m$ ) qui permet de déduire la nature des porteurs de l'aimantation paramagnétiques pour  $K_m \leq 500 \mu SI$ , ou ferromagnétiques pour  $K_m \geq 500 \mu SI$  (Rochette [12]); (ii) l'anisotropie totale ( $P$ ) qui fait référence à l'intensité de la fabrique est corrélable à l'intensité de la déformation dans le cas de l'anisotropie

magnétocristalline des silicates ferromagnésiens (Gleizes et al. [13]; Archanjo et al. [14]); (iii) le paramètre de forme ( $T$ ) de Jelinek [15] décrit la forme de l'ellipsoïde sans faire référence à l'intensité de la fabrique. On détermine ainsi les ellipsoïdes allongés avec  $0 > T \geq -1$  et les ellipsoïdes aplatis avec  $1 \geq T > 0$ .

L'examen des microstructures a été effectué au microscope polarisant et permet de dire si les fabriques magnétiques sont liées à la dynamique de mise en place des roches magmatiques ou à une déformation tectonique postérieure (Paterson et al. [16]; Gleizes et al. [17]; Bouchez et al. [18]). Les structures majeures de déformation ont été déterminées à partir de l'interprétation des images satellitaires et aéromagnétiques.



**Figure 2** : Levé géologique de la région de Wayen : 1- Métabasaltes ; 2- Tonalite, Trondhjemite, Granodiorite (TTG) ; 3- Granite à biotite et amphibole ; 4- Métalaves porphyriques ; 5- Syénite ; 6- Orientation de la foliation / schistosité ; 7- Site d'échantillonnage.

#### 4 - Caractères pétrographiques et géochimiques du CMW

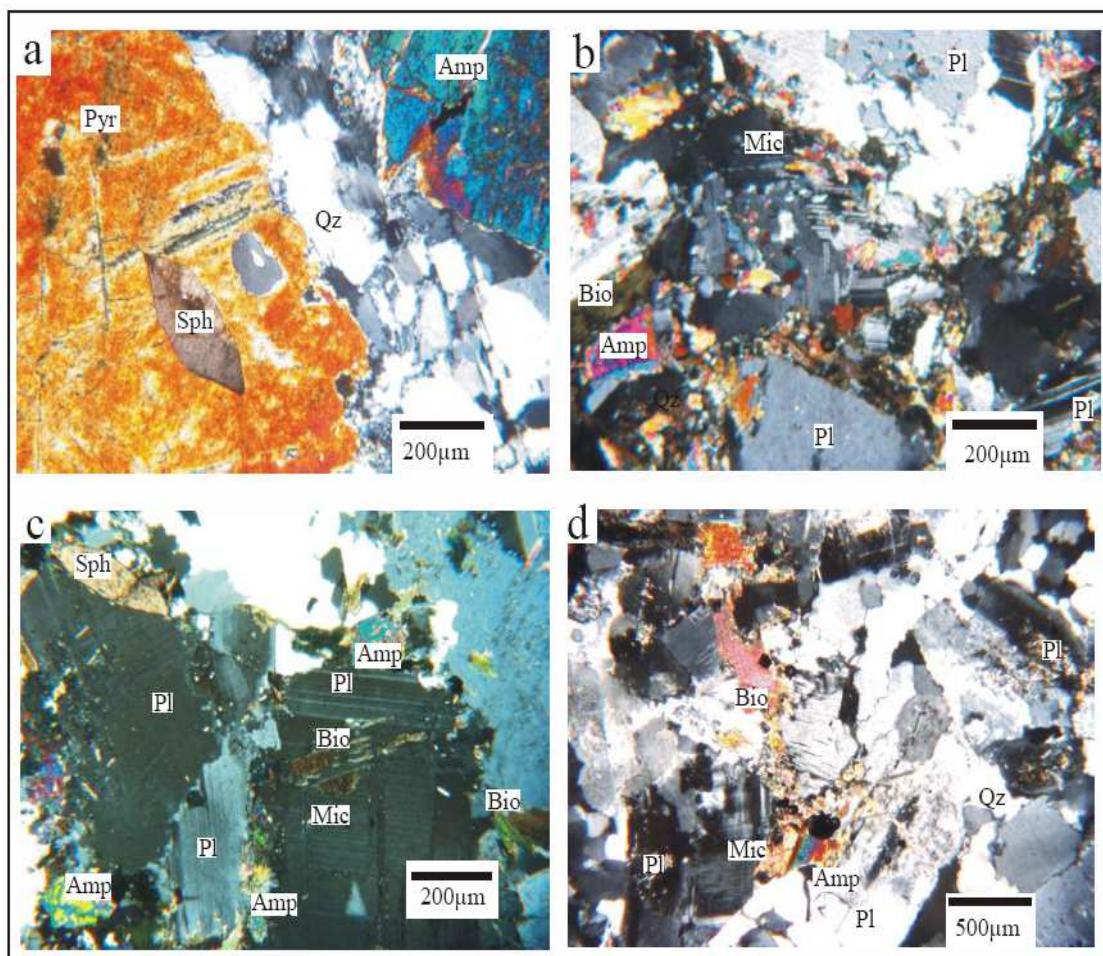
Cette caractérisation portera sur la syénite de Wayen qui est l'objet central de cette étude, sur les métalaves porphyriques qui n'ont jamais été décrites par les travaux antérieurs et dans une moindre mesure sur le granite à biotite et amphibole.

##### 4-1- Le faciès syénitique

C'est une roche de teinte rosée avec des grains de tailles millimétriques. Au microscope (Fig. 3a), il est constitué de pyroxène, d'amphibole et de biotite comme

minéraux ferromagnésiens à des proportions variables. Le plagioclase et le microcline sont généralement sub-automorphes et pœcilitiques avec des inclusions de biotite et de petits cristaux de plagioclases. Le microcline est parfois perthitique. Le quartz est aussi observé à des proportions pouvant atteindre 15 %. Accessoirement, on observe le zircon, l'allanite, l'apatite, le sphène et les opaques.





**Figure 3** : Aspects microscopiques des principaux faciès du Complexe Magmatique de Wayen :

- a - La syénite équante (Pyr : pyroxène ; Amp : amphibole ; QZ : quartz ; Sph : sphène) ;
- b - La métalave porphyrique (Amp : amphibole ; Pl : plagioclase ; Mic : microcline ; Qz : quartz ; Bio : biotite) ;
- c - Le granite à grains fins (Amp : amphibole ; Pl : plagioclase ; Mic : microcline ; Qz : quartz ; Bio : biotite ; Sph : sphène) ;
- d - Le granite à grains moyens (Amp : Amphibole ; Pl : plagioclase ; Mic : microcline ; Qz : quartz ; Bio : biotite).

Les analyses à la microsonde montrent que les amphiboles de la syénite sont des édenites siliciques et des ferro-édenites siliciques ( $Si = 7,8$  à  $8$  et  $XMg = 0,4$  à  $0,9$ ) et les feldspaths sont des albites ( $An_{0,01} - An_{8,00}$ ) et des feldspaths potassiques.

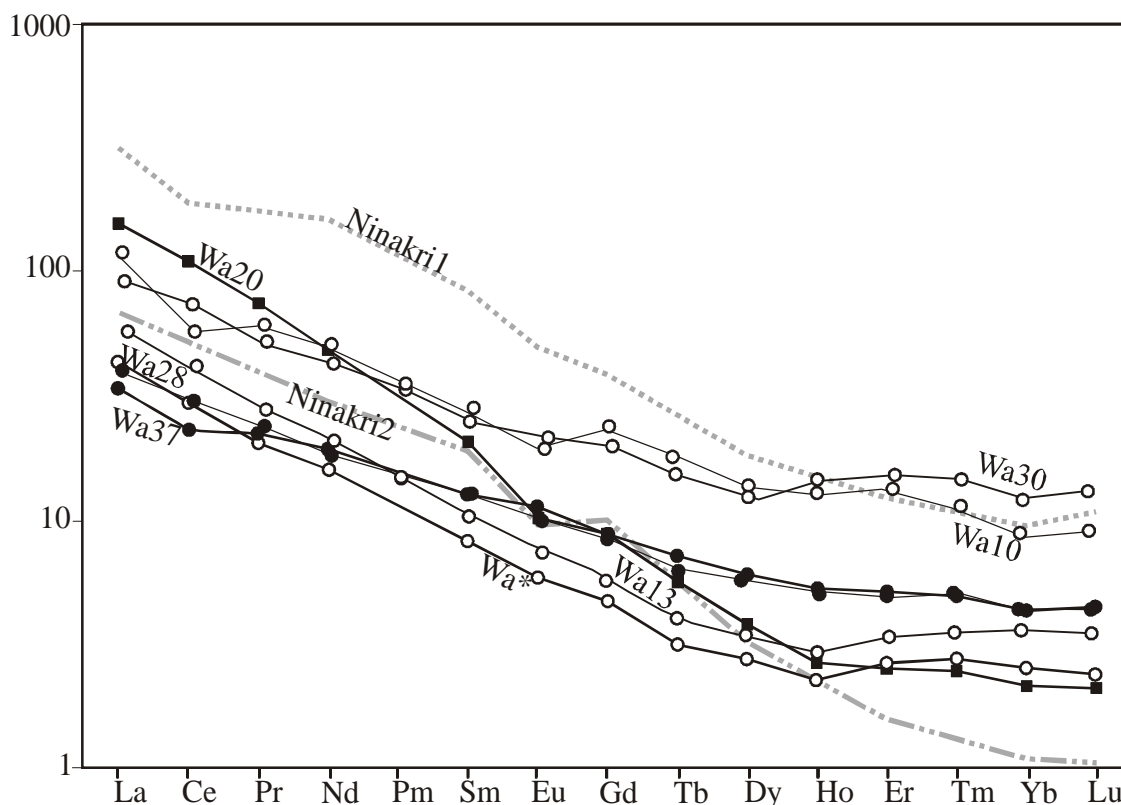
Le rapport A/CNK [ $A/CNK = Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$ ] compris entre  $1,08$  et  $1,21$  (Tableau I) montre que la syénite est peralumineuse. Elle est appauvrie en terres rares ( $\Sigma REE = 54$  à  $144$  ppm) avec un rapport  $(La/Yb)_N$  qui varie de  $7$  à  $17$  traduisant un faible fractionnement (Fig. 4).

Les spectres de terres rares ont à peu près la même allure que la syénite néphélinique de Ninakri en Côte d'Ivoire (Morel et Alinat [19]) avec toute fois une somme des REE plus faible et un fractionnement en HREE plus prononcé. Les rapports  $Eu/Eu^*$  de  $0,76$  à  $0,92$  montrent une faible anomalie négative en europium et se situent dans la fourchette des syénites de Ninakri ( $0,69$  à  $0,87$ ).

Echantillon	Wa*	Wa 10	Wa 13	Wa 30	Wa37	Wa 28	Wa20
<b>Pétrographie</b>	Monzonite quartzique	Monzonite quartzique	Monzonite quartzique	Monzonite quartzique	Trachyandésite porphyrique	Trachyandésite porphyrique	Granite à grain fin
<b>Eléments majeurs (%)</b>							
SiO <sub>2</sub>	67,8	66,3	63,1	63	63,95	63,1	73,06
TiO <sub>2</sub>	0,22	0,09	0,4	0,36	0,4	0,39	0,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,6	16,55	15	16,35	13,5	14,95	14,16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,03	1,62	4,28	3,53	5,03	4,54	1,3
MgO	0,64	0,49	2,01	1,46	2,84	2,06	0,23
CaO	0,95	0,95	2,24	2,29	3,99	2,97	1,13
Na <sub>2</sub> O	6,23	6,22	6,11	6,18	4,82	4,96	3,77
K <sub>2</sub> O	5,63	6,4	5,49	5,14	4,41	3,54	5,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,05	0,19	0,13	0,16	0,14	0,06
LOI	1,1	0,89	1,49	1,67	0,61	1,59	0,65
<b>Total</b>	100,26	99,59	100,39	100,21	99,82	98,33	99,66
<b>A/CNK (mol.)</b>	1,21	1,2	1,08	1,2	1,02	1,3	1,42
<b>Normes (%)</b>							
Q	8,95	4,67	3,04	2,62	10,28	12,9	29,02
Or	33,27	37,82	32,14	30,25	26,06	20,92	30,14
Ab	0	0	1,35	1,67	2,18	8,07	31,9
An	48,894	49,494	51,42	53	40,79	41,97	5,21
C	0	0	0	0	0	0	0,53
Ac	3,367	2,765	0	0	0	0	0
Di Wo	0	0,337	3,15	3,79	0	0	0
Di en	3,031	2,633	3,02	3,27	12,15	3,69	0
Di fs	0,189	0	0	0	1,44	3,42	0,57
<b>Eléments en trace (ppm)</b>							
Cr	18	20	50	40	125,4	90	0
Ni	5	3	17	19	46,37	25	0
Co	3,5	66	52	61	19,18	70	81,3
Ga	28,3	25,4	23,1	21,7	24,51	21,6	21,77
V	67	42	119	97	109,5	87	10,39
Pb	3,29	2	10	15	13,47	16	24,31
Rb	74,1	88,5	144	125,5	72,41	103,5	245
Cs	0,3	0,54	6,81	1,6	0,368	8,74	8,625
Ba	578,1	522	544	1320	1146	1235	921,4
Sr	199,8	123	182,5	1360	1462	979	245,7
Ta	0,1	0,1	0,2	0,3	0,15	0,2	1
Nb	3,41	1,3	4,4	3,8	2,58	3,1	8,97
Hf	4,1	2	3,6	4,1	2,59	2,9	4,76
Zr	132,51	62	122	187	94,77	98	172,8
Y	0	32,8	11,8	35,5	11,74	9,9	6,4
Th	16	2,45	7,24	3,42	1,39	2,28	17,76
U	2,5	1,03	1,6	0,96	0,78	1,25	2,817
Zn	3,21	15	64	59	79,46	62	45,55
Cu	22,77	45	46	58	28,9	57	0
Be	2	trace	trace	trace	2,172	trace	3,07
W	trace	345	203	261	0	319	496,5
Sn	1	trace	1	1	0,78	1	1,88
Ge	trace	trace	trace	trace	1,43	trace	1,24
Sb	0,04	trace	<0.05	<0.05	0,21	0,11	0
<b>Terres rares (ppm)</b>							
La	13,4	35,8	21,3	27,9	10,54	12,5	48,8
Ce	24	45,8	39,4	57,6	18,63	24,5	89,03
Pr	2,5	7,41	5,13	6,46	2,72	2,99	9,18
Nd	9,6	29,9	19,5	24,6	11,55	11,6	29,06
Sm	1,6	5,38	3,59	4,8	2,47	2,51	4,06
Eu	0,43	1,42	1,05	1,5	0,83	0,74	0,75
Gd	1,22	6,08	3,52	5,17	2,24	2,15	2,28
Tb	0,15	0,84	0,46	0,71	0,34	0,31	0,27
Dy	0,89	4,43	2,13	4,16	1,93	1,74	1,22
Ho	0,16	0,93	0,41	0,94	0,38	0,36	0,19
Er	0,56	2,76	1,2	3,02	1,08	1,05	0,53
Tm	0,09	0,37	0,17	0,47	0,16	0,17	0,08
Yb	0,63	2,2	1,09	2,96	1,07	1,04	0,53
Lu	0,09	0,35	0,16	0,49	0,17	0,17	0,08
ΣREE	55,32	143,67	99,11	140,78	54,11	61,83	186,06
(La/Yb)N	17	13,02	15,63	7,54	8	9,62	73
Eu/Eu*	0,91	0,76	0,89	0,92	1,06	0,95	0,69

Wa\* : Données du BRGM

**Tableau I** : Données de géochimie roche totale des différents faciès du Complexe Magmatique de Wayen (CMW).



**Figure 4** : Spectres des terres rares du CMW : Les données de l'échantillon Wa\* sont de Ouédraogo et Castaing [7]. En rond vide (la monzonite quartzique), en rond plein (la trachyanésite quartzique) et en carré plein le granite alcalin. En gris, les spectres de Terres rares des syénites de Ninakri (Côte d'Ivoire). Ninakri 1 est une syénite quartzique et Ninakri 2, une syénite nephélinique.

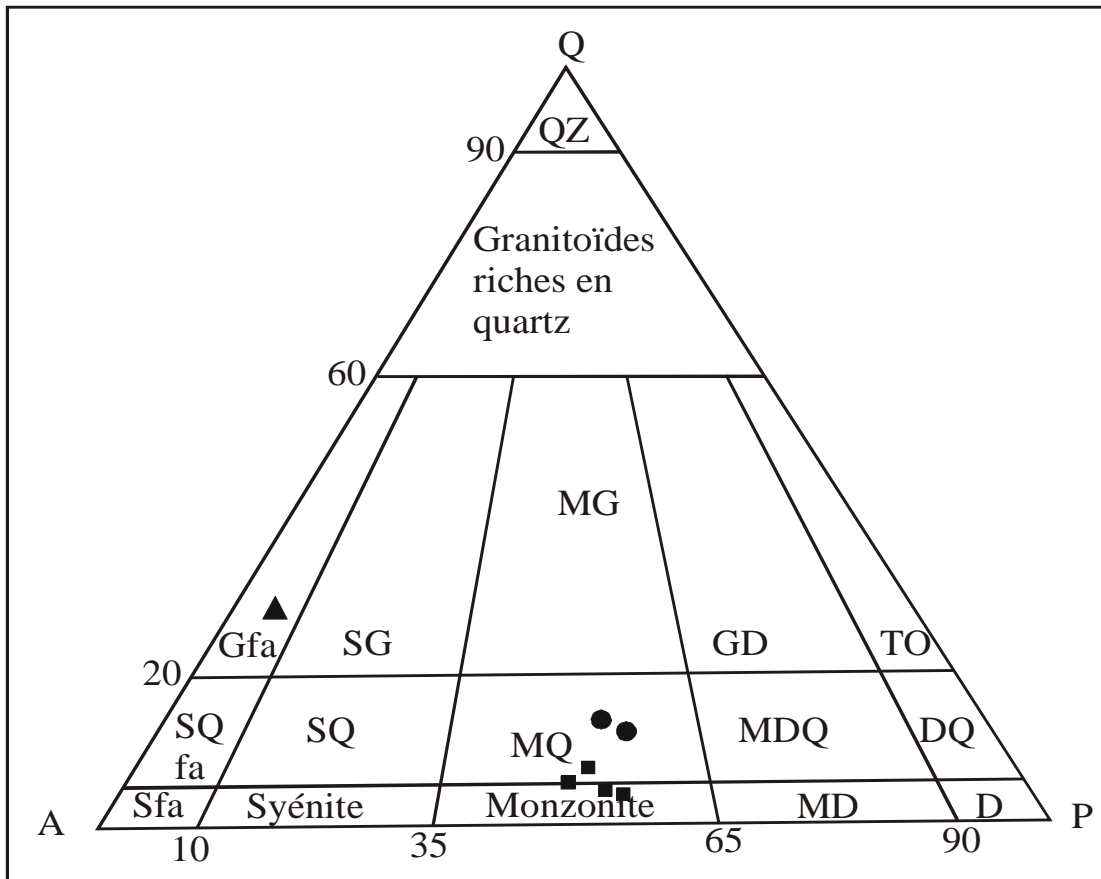
En utilisant le diagramme QAP normatif de Streckeisen (Fig. 5), les points représentatifs de la syénite de Wayen se trouvent à cheval entre le champ des monzonites et des monzonites quartziques. Ces résultats nous permettent de conclure que la syénite de Wayen est en fait une Monzonite légèrement quartzifère.

#### 4-2- Les métalaves porphyriques

C'est une roche verdâtre à texture microlithique porphyrique. Les phénocristaux sont des feldspaths qui baignent dans un fond microcristallin verdâtre. Au microscope (Fig. 3b), elle est composée de pyroxène, d'amphibole et de biotite comme minéraux ferromagnésiens à des proportions variables. Le plagioclase et le microcline sont généralement sub-automorphes. La proportion de quartz peut atteindre 5 %. Les minéraux accessoires sont le zircon, le sphène et les opaques.

Les analyses à la microsonde montrent que les amphiboles sont des actinotes ( $Si = 7,6$  à  $8$  et  $XMg = 0,7$  à  $0,8$ ) et les feldspaths sont des albites ( $An_{0,01} - An_{0,03}$ ) et des feldspaths potassiques.

Le rapport A/CNK [ $A/CNK = Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$ ] qui est compris entre  $1,02$  et  $1,30$  (Tableau I) montrent que les métalaves porphyriques se positionnent entre le champ des granitoïdes métalumineux et des granitoïdes peralumineux. La somme des terres rares ( $\Sigma REE = 54$  à  $62$  ppm) traduit un fort appauvrissement en terres rares. Le rapport  $(La/Yb)_N$  qui est de  $8$  à  $10$  montre un faible fractionnement des métalaves porphyriques (Fig. 4). Dans le diagramme QAP normatif de Streckeisen (Fig. 5), les métalaves porphyriques se situent dans le champ des trachyandésites (équivalent volcanique des monzonites).



**Figure 5 :** Diagramme Q-A-P dans lequel est reporté les faciès du CMW. En carré plein (la monzonite quartzique), en rond plein (la trachyanésite quartzique) et en triangle plein le granite à feldspaths alcalins. MG: Monzogranite; GD: Granodiorites; TO: Tonalites; MDQ: Monzodiorite quartzique; DQ: Diorite quartzique; D:Diorite; MD: Monzodiorite; Sfa: Syénite à feldspath alcalin; Sqfa: Syénite quartzique à feldspath alcalin; SQ: Syénite quartzique; MQ: Monzonite quartzique; Gfa: granite a feldspath alcalin; SG: Syéno-granite; QZ: Quartzolite.

Les observations au microscope et les analyses chimiques des minéraux et roche totale montrent que les métalaves porphyriques sont des trachyandésites porphyriques qui ont subi de légères transformations dans des conditions du faciès des schistes verts.

#### 4-3- Le faciès granitique à amphibole et biotite

C'est une roche à texture équante à grains fins isogranulaires ou à grains moyens de 2 à 3 mm. Au microscope (Fig. 3c,d), on observe de l'amphibole et de la biotite disposée souvent en amas et des feldspaths (plagioclase et microcline) sub-automorphes. Les microclines sont souvent pœcilitiques à inclusion de biotite et de plagioclase. Le quartz xénomorphe est en

position interstitielle. Comme minéraux accessoires, on retrouve du zircon, de l'apatite, du sphène et des opaques.

Le rapport A/CNK [ $A/CNK = Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$ ] est de 1,42 (Tableau I), ce qui le positionne dans le champ des granitoïdes peralumineux. Le granite ( $\Sigma REE = 186,059$  ppm) est légèrement plus enrichi en terres rares que les autres faciès du CMW. Le rapport  $(La/Yb)_N = 73$  montre que les spectres de terres rares du granite sont plus fractionnés que ceux de la monzonite quartzique et de la trachyandésite porphyrique (Fig. 4). Sur le diagramme QAP normatif de Streckeisen (Fig. 5), le granite se positionne dans le champ des granites alcalins.

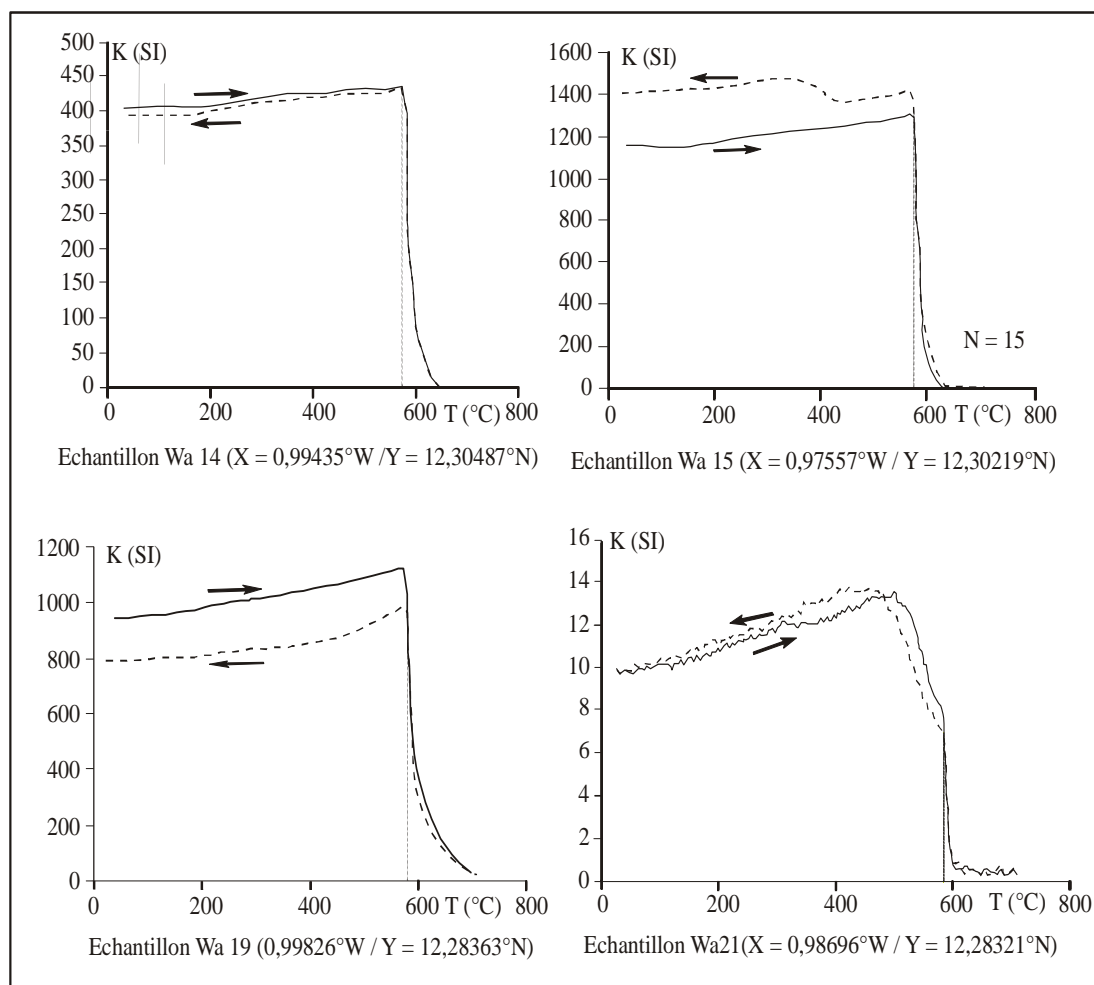


## 5 - Caractères structuraux du CMW

### 5-1- Les données scalaires du CMW

Les valeurs de susceptibilité magnétique de l'ensemble des 47 sites d'échantillonnage sont comprises entre 253  $\mu$ SI et 595 314  $\mu$ SI (Tableau II). Cette gamme de valeurs montre que conformément à la limite empirique fixée par Rochette [12], il existe dans le CMW à la fois des sites paramagnétiques ( $K_m \leq 500 \mu$ SI) et des sites ferromagnétiques ( $K_m \geq 500 \mu$ SI). Les sites ferromagnétiques sont dominants aussi bien dans la monzonite quartzique que dans le granite (taux > 90%). Les mesures de la susceptibilité magnétique en fonction de la température montrent en effet que la susceptibilité chute brutalement à 580°C (Fig. 6). Cette température correspond à la température de Curie de la magnétite. Les

valeurs d'anisotropies totales mesurées dans le CMW sont comprises entre 1,00 et 1,17 (Tableau II). Ces valeurs sont relativement faibles pour des granitoïdes à magnétite (Archanjo et al. [14]). Dans la monzonite quartzique, le paramètre de forme "T" s'inscrit dans un large éventail de valeur (-0,8 à 0,8) avec toute fois une concentration du maximum de valeurs entre -0,5 et 0,5 montrant ainsi que la fabrique est plutôt plano-linéaire. Dans le granite du CMW, le paramètre de forme "T" est compris entre -0,7 et 0,96 avec une forte proportion (67%) de valeurs supérieures à 0, montrant que la fabrique magnétique de l'encaissant est aussi plano-linéaires avec une prédominance à l'aplatissement.



**Figure 6 :** Courbes thermomagnétiques de quatre échantillons ferromagnétiques du Complexe Magmatique de Wayen. En traits pleins, les courbes au réchauffement et en tirets, les courbes au refroidissement. Point de Curie à 580°C.

Site	Position	Données scalaires			Données directionnelles	
		Latitude/Longitude	Km (en $\mu$ SI)	Pp% (en SI)	T (en SI)	K1
Wa01	12,33607°N/1,01233°W	857,8	2	0,77	290/80	138/05
Wa02	12,33518°N/0,99069°W	2636,7	2	-0,6	342/74	221/14
Wa03	12,33654°N/0,97312°W	1719,3	4	-0,22	075/19	281/52
Wa04	12,33954°N/0,95776°W	540,1	4	0,39	206/83	242/04
Wa05*	12,33469°N/0,94362°W	407,5	8	0,45	239/07	244/34
Wa06*	12,34097°N/0,92404°W	25,5	1	0,5	337/83	194/04
Wa07*	12,34963°N/0,91086°W	677,3	3	0,092	032/50	204/07
Wa08*	12,35729°N/0,90346°W	683,7	4	0,96	061/61	228/11
Wa09*	12,35078°N/0,93524°W	3137,2	5	0,55	222/53	249/18
Wa10	12,35599°N/0,95455°W	342,6	1	-0,4	305/08	266/77
Wa11	12,3548°N/0,96496°W	4536,1	5	-0,22	244/61	244/00
Wa12	12,30694°N/1,01652°W	2226,4	4	-0,11	051/16	246/43
Wa13	12,30191°N/1,00168°W	7029,5	3	-0,35	009/35	358/16
Wa14	12,30487°N/0,99435°W	2937,5	3	-0,58	076/60	346/30
Wa15	12,30219°N/0,97557°W	46526,4	8	-0,46	248/20	254/15
Wa16*	12,29377°N/0,96567°W	838,1	9	0,25	248/16	253/20
Wa17*	12,27908°N/1,01548°W	1669,3	5	-0,26	247/09	252/29
Wa18	12,28786°N/1,01786°W	4824,6	5	0,48	283/55	246/23
Wa19	12,28363°N/0,99826°W	12205,3	6	-0,21	059/39	233/7
Wa20*	12,27917°N/0,99604°W	696,8	6	0,19	243/04	244/13
Wa21*	12,28321°N/0,98696°W	2297,8	10	-0,09	174/12	181/29
Wa22*	12,2809°N/0,95534°W	315,5	1	-0,13	235/43	102/37
Wa23*	12,31447°N/0,92487°W	1298,6	7	0,26	197/28	202/09
Wa24*	12,32009°N/0,92165°W	823,6	3	0,1	082/55	287/17
Wa25	12,32267°N/0,95163°W	732,2	7	0,55	219/11	217/08
Wa26	12,31941°N/0,9761°W	702,5	3	0,11	278/70	256/08
Wa27*	12,36066°N/0,89542°W	1677,9	5	-0,68	304/84	243/05
Wa28*	12,37169°N/0,90077°W	8043,6	9	-0,5	209/78	226/04
Wa29*	12,39864°N/0,89691°W	617,1	2	-0,6	127/80	198/10
Wa30	12,41285°N/0,92081°W	2510,8	4	0,59	348/20	334/34
Wa31	12,38954°N/0,92595°W	10470,5	3	0,27	035/05	221/50
Wa32	12,38251°N/0,93698°W	6129,3	5	-0,81	282/13	132/66
Wa33*	12,37402°N/0,93175°W	1474,4	4	-0,64	188/30	176/21
Wa34*	12,37173°N/0,90169°W	4239,8	8	-0,55	241/84	261/02
Wa36*	12,38019°N/0,98652°W	1443	5	-0,47	233/18	166/71
Wa38*	12,36078°N/0,98916°W	1470,9	5	0,62	226/24	220/13
Wa39	12,31929°N/0,99374°W	45,8	1	0,55	107/45	185/45
Wa40	12,31648°N/0,100288°W	941,2	2	-0,12	032/26	290/64
Wa41*	12,3326°N/0,984317°W	144,8	96	-0,21	096/74	230/79
Wa42	12,31000°N/0,97115°W	12651,6	90	-0,05	230/04	322/67
Wa43	12,3177°N/0,961983°W	12454,7	85	0,63	140/44	220/80
Wa44*	12,3011°N/0,96985°W	59531,4	85	-0,13	213/62	190/64
Wa45	12,291°N/0,974733°W	1764,7	90	0,63	058/03	328/89
Wa46	12,2829°N/0,97805°W	1501,7	91	0,4	072/01	341/84
Wa47*	12,2763°N/1,01632°W	2526	93	-0,52	229/02	139/70
Wa48*	12,2759°N/1,03202°W	8553,4	89	0,14	221/07	128/63

Wa46 : Sites d'échantillonnage de la syénite

Wa48\* : Sites d'échantillonnage de l'encaissant

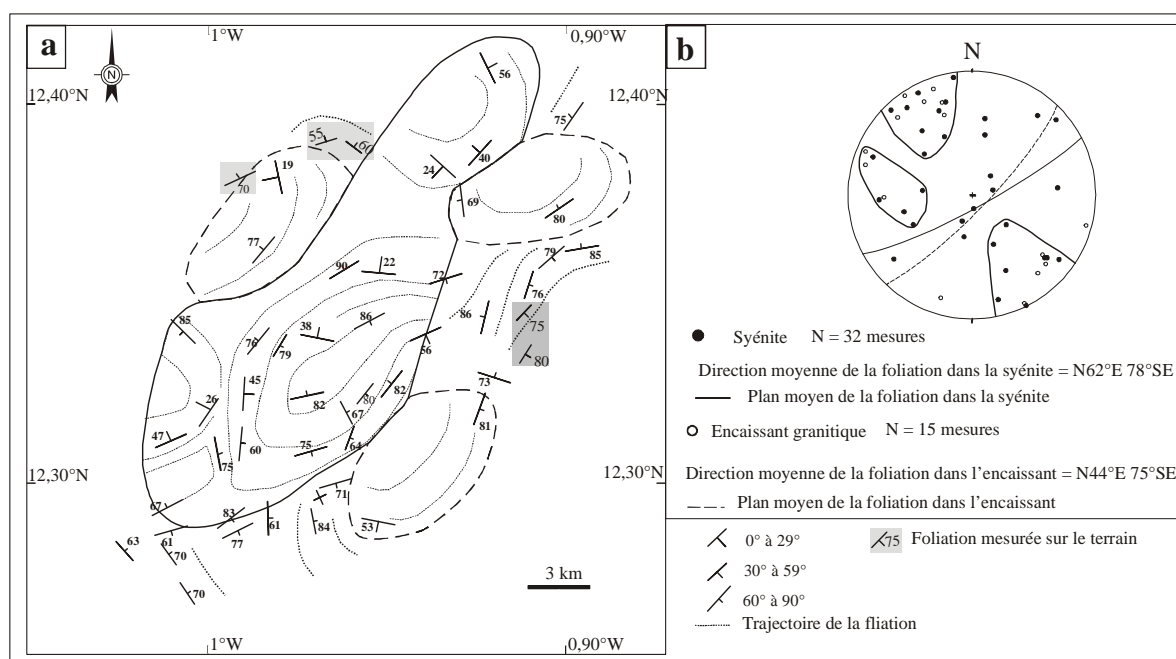
**Tableau II:** Données de susceptibilité magnétique et d'anisotropie de la susceptibilité magnétique (données scalaires et directionnelles) du CMW.

### 5-2- Les données directionnelles

La foliation dans la monzonite quartzique de Wayen a un pendage généralement fort ( $> 60^\circ$ ). Les plus fortes valeurs de pendage sont observées au centre, au sud et au sud-est (Fig. 7). Les directions varient de NE-SW aux abords du pluton à E-W ou N-S par endroits. L'orientation moyenne de la foliation est N  $62^\circ$ E  $78^\circ$  NW. Dans l'encaissant immédiat, les foliations ont des pendages forts ( $> 60^\circ$ ) que ce soit à l'Est ou au Sud (Fig. 7). La direction moyenne est de N  $44^\circ$ E  $75^\circ$ NW.

### 5-3- Les microstructures

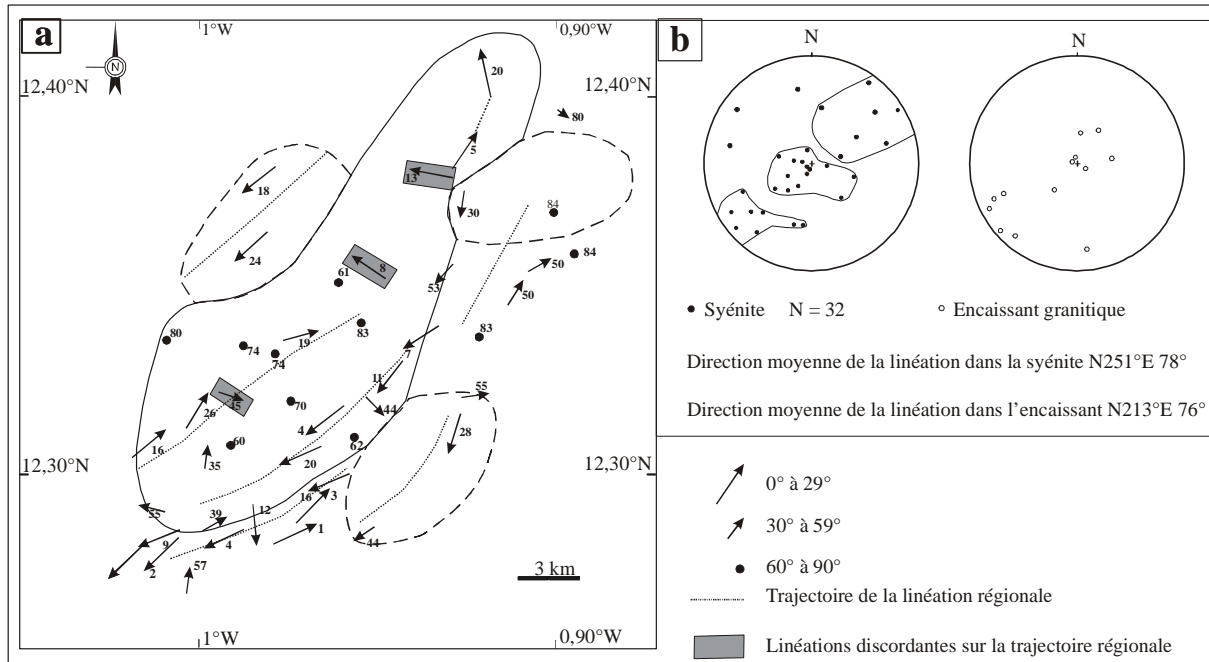
Dans le CMW, plusieurs types de microstructures de déformation sont observables et correspondent soit à des structures magmatiques, soit à des structures de déformation post-cristallisation à l'état solide à basse ou haute température. (i) Les microstructures magmatiques sont caractérisées par les cristaux de quartz indemnes de recristallisation et de feldspaths sub-automorphes (Fig. 9a). (ii) Les microstructures de déformation à l'état solide de relativement basse température



**Figure 7 :** Foliations dans le CMW. a- Carte des foliations ; b- Projections stéréographiques des orientations de foliations et moyennes significatives.

La majeure partie des linéations dans la monzonite quartzique de Wayen plongent en moyenne de  $30^\circ$  à  $59^\circ$ . Les zones à fort plongement ( $> 60^\circ$ ) se retrouvent au centre du pluton (Fig. 8). Malgré la grande variabilité des valeurs de plongement, les linéations ont des azimuts organisés autour de N  $251^\circ$ E (SW). Dans l'encaissant, l'azimut moyen est comparable à celui de la monzonite quartzique avec des faibles plongements au sud ( $16^\circ$ ) et des plongements plus forts à l'est ( $50^\circ$ ) (Fig. 8).

sont marquées par une recristallisation complète des cristaux de quartz. Les sous-grains issus de cette recristallisation montrent des sous-joints mal restaurés. Les plagioclases plus rigides à cette température sont fracturés et les microfractures sont remplies de quartz de recristallisation (Fig. 9b). Ce type de microstructures très localisé dans le CMW, est observable le long d'un couloir de cisaillement (site Wa 05) affectant la bordure SE du pluton de monzonite quartzique. Le sens de cisaillement déduit de l'obliquité des phénocristaux par rapport aux bandes "C"



**Figure 8** : Linéations dans le CMW. a- Carte des linéations ; b- Projections stéréographiques des orientations de linéations et moyennes significatives.

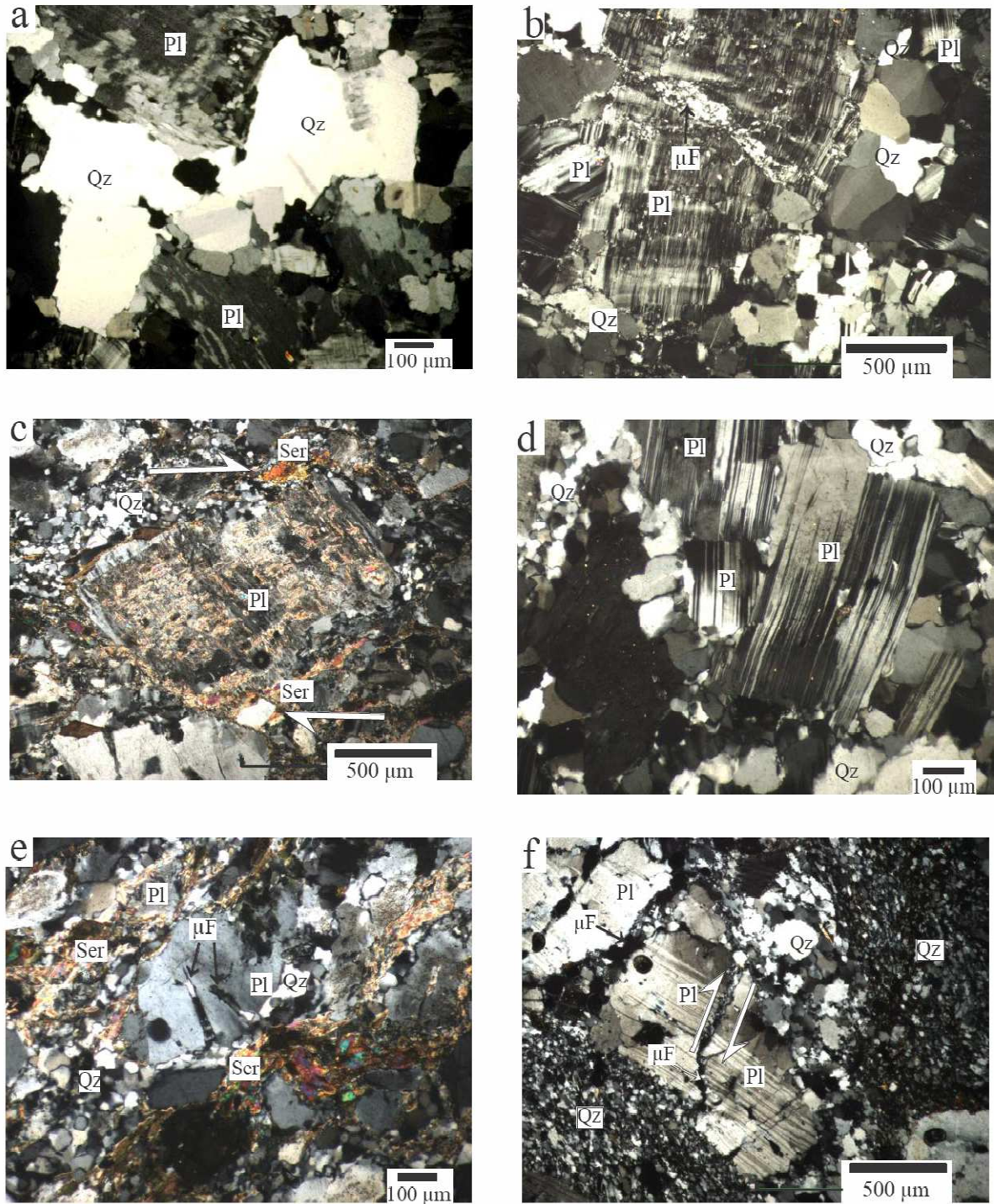
est dextre (Fig. 9c). (iii) Les microstructures de déformation à l'état solide de relativement haute température, se caractérisent par le kinkage des plagioclases et des sous-joints de grains de quartz plus ou moins bien polygonisés (Fig. 9d). Ces figures sont caractéristiques d'une orthogneissification. (iv) Dans le CMW, on observe aussi une surimposition de microstructures de déformation de relativement basse température à l'état sub-magmatique caractérisée par des microfissures qui s'estompent au niveau des plagioclases et des sous-grains qui recristallisent dans les conditions de basse température (Fig. 9e). On observe également une surimposition de la microstructure de relativement basse température sur celle de haute température marquée par des reliques de l'orthogneissification caractérisées par des sous-joints de grains plus ou moins bien polygonisés sur lesquels est amorcé une recristallisation caractéristique de la basse température. De plus, on a des grands cristaux de plagioclases légèrement flexueux ou kinkés, affectés par des microcisaillements qui décalent les

fragments en sens dextre avec un remplissage des microfissures par du quartz de recristallisation (Fig. 9f).

## 6 - Discussion et conclusion

Les observations au microscope et les analyses géochimiques montrent que la "syénite" de Wayen est en fait une monzonite quartzique qui recoupe une trachyandésite porphyrique, un granite et des metabasaltes. La fabrication du Complexe Magmatique de Wayen (CMW) obtenue à partir des mesures de l'anisotropie de la susceptibilité magnétique montre une orientation moyenne NE-SW qui est conforme avec une cinématique de mise en place dans un mouvement transcurrent. La monzonite quartzique de Wayen se met en place au cours d'un cisaillement dextre NE-SW. Puis, postérieurement, de manière très localisée, se développent des zones de cisaillement NW-SE qui impriment une fabrication secondaire. Toutes ces observations concordent avec les données d'interprétation des images satellitaires et de géophysique aéroportée. Au regard du contexte géologique local, on peut proposer le scénario de mise en place suivant :





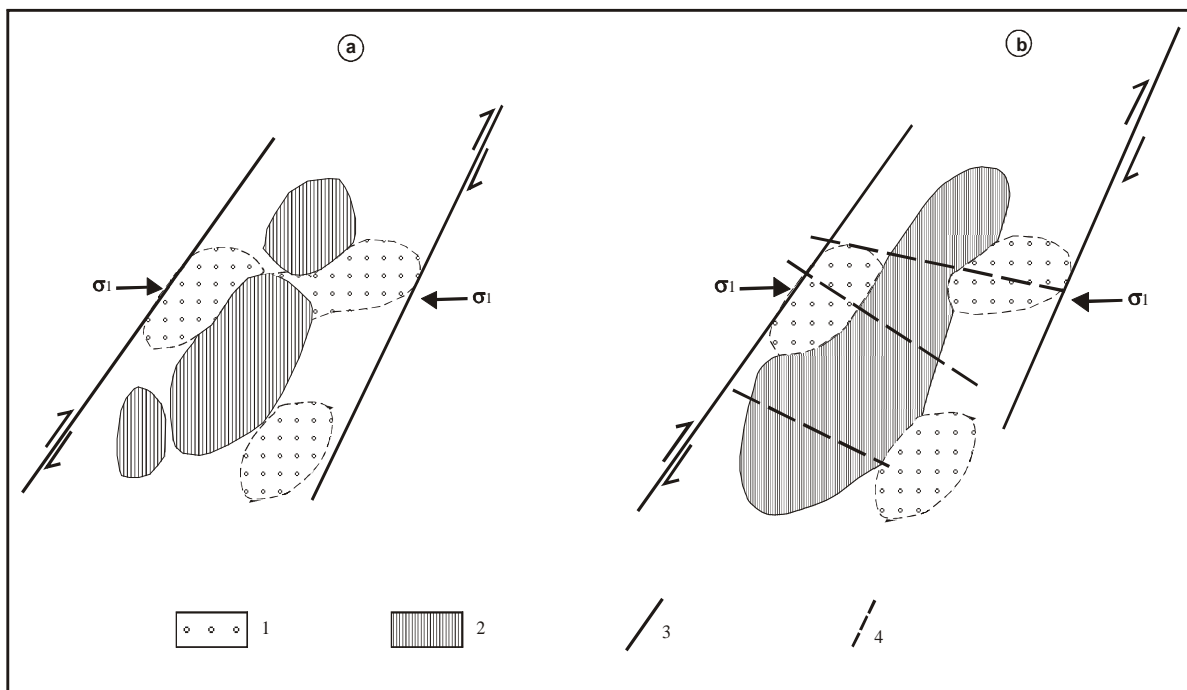
**Figure 9 :** Les principales microstructures du CMW. a- La microstructure magmatique ; b- La microstructure de relativement basse température ; c- Sens de cisaillement dextre observé dans le site Wa05 (X= 0,94362°W /Y= 12,33469°N) ; d- La microstructure d'orthogneissification naissante ; e- Surimposition de la microstructure de relativement basse température sur la microstructure submagmatique ; f- Surimposition de la microstructure de relativement basse température sur la microstructure de haute température avec des microcisaillements qui permettent de donner un sens dextre au mouvement. (Pl : plagioclase ; Qz : quartz ; μF : microfracture ; Ser : séricite).



- (1) Mise en place des roches de ceintures (métabasaltes et métagabbros associés, métarhyolite et métasédiments).
- (2) Mise en place des granitoïdes à caractère de tonalite, trondhémite et granodiorite (TTG).
- (3) Mise en place des granites à biotite et amphibole.
- (4) Ouverture d'une structure de type "pull apart" ou d'une structure de distension similaire à une zone de relai distensive en cisaillement transcurrent NE-SW. Cet épisode distensif est accompagné d'une activité volcanique fissurale de nature alcaline à l'image de celle des zones de rifts actuels. Ce volcanisme met en place des trachyandésites.
- (5) Le serrage Est-Ouest domine sur le mouvement tangentiel NE-SW et entraîne ainsi une fermeture de la structure et la mise en place du magmatisme alcalin qui se poursuit en plutonisme avec la monzonite quartzique (Fig. 10a).
- (6) Le cisaillement transcurrent se poursuivant, les plutons initialement subcirculaires prennent une forme elliptique et s'accolent les uns aux autres (Fig. 10b).
- (7) Finalement il se forme des couloirs de cisaillement étroits tardifs de directions E-W et WNW-ESE (Fig. 10b).

Ces résultats permettent de conclure que certains plutons de granitoïdes alcalins de la dorsale de Man sont tardi-orogéniques et pas forcément post-orogénique comme cela est souvent décrit dans la littérature.

**Remerciement** : Ce travail a été réalisé dans le cadre de la collaboration entre l'Université de Ouagadougou et l'Université Paul Sabatier de Toulouse avec l'appui matériel et financier de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), le Programme CORUS 2, convention 6074 et le Laboratoire des Mécanismes de transfert en Géologie (LMTG) de Toulouse.



**Figure 10** : Les étapes successives de la mise en place du CMW. a- Mise en place de petits plutons de monzonite quartzique ; b- Poursuite du cisaillement transcurrent, les petits plutons subcirculaires prennent une forme elliptique et s'accolent les uns aux autres.

## 7 - Références bibliographiques

- [1] Rocci, G., Bronner, G., Deschamps, M. Crystalline basement of the West African Craton. In: Dallmeyer, R.D., Lecorche, P.P. (Eds.), *The West African Orogen and Circum Atlantic correlatives*. Springer-Verlag, 1991, pp. 31–60.
- [2] Doumbia, S., Pouclet, A., Kouamelan, A., Peucat, J.J., Vidal, M., Delor, C. Petrogenesis of juvenile-type Birimian Paleoproterozoic granitoids in central Côte-d'Ivoire, West Africa: geochemistry and geochronology. *Precamb. Res.*, 1998, **87**/ 1-2: 33-63.
- [3] Kahoui, M., Mahdjoub, Y. An Eburnian alkaline-peralkaline magmatism in the Reguibat rise: the Djebel Drissa ring complex (Eglab Shield, Algeria). *J. Afr. Ear. Sci.*, 2004, **39**, 115–122.
- [4] Pons, J., Barbey, P., Dupuis, D., Léger, J.M. Mechanisms of pluton emplacement and structural evolution of a 2.1 Ga juvenile continental crust: the Birimian of southwestern Niger. *Precamb. Res.*, 1995, **70** : 281-301.
- [5] Ducellier, J. Contribution à l'étude des formations cristallines du centre et du nord de la Haute Volta. *Mem BRGM*, 1963, n°10 ,75p.
- [6] Vachette, M., Ouédraogo O.F. Ages birimiens déterminés par la méthode du Strontium sur des granitoïdes de Boulsa (Centre Est de la Haute Volta). Rapport inédit, 1978, 5p.
- [7] Ouédraogo, F.O., Castaing, C. Notice explicative de la carte géologique du Burkina Faso au 1/200 000, feuille de Boulsa. Rapport BRGM, 2003, 63p.
- [8] Castaing, C., Billa M., Milési, J.P., Thiéblemont, D., Le Métour, J., Egal E., Donzeau, M., BRGM coordonnateurs, Guerrot, C., Cocherie, A., Chèvremont, P., Tegye, M., Itard, Y., BRGM, Zida, B., Ouédraogo, I., Koté, S., Kaboré, B.E., Ouédraogo, C., BUMIGEB, Ki, J.C., Zunino, C., ANTEA. Notice explicative de la carte géologique et minière du Burkina Faso à 1/1 000 000. Ed BRGM, Orléans, France, 2003, p.147.
- [9] Hubert, H. Carte géologique de l'Afrique Occidentale Française au 1/1 000 000, Feuille de Ouagadougou. Notice explicative. Ed. Larose, Paris, 1910, 45p.
- [10] Legoux P. Carte géologique de l'Afrique Occidentale Française au 1/5 000 000, 1939.
- [11] Silitoe R. H. An examination of porphyry copper-molybdenum prospects and the overall metallogeny of the birimian system in Upper Volta and Niger, West Africa, 1973, 23p.
- [12] Rochette, P. Magnetic susceptibility of the rock matrix related to magnetic fabric studies. *J. Struct. Geol.*, 1987, **9**: 1015-1020.
- [13] Gleizes, G., Nédélec, A., Bouchez, J.L., Autran, A., Rochette, P. Magnetic susceptibility of the Mont-Louis-Andorra, ilmenite-type granite (Pyrenees) : a new tool for the petrographic characterization and the regional mapping of zoned granite pluton. *J. Geophys. Res.*, 1993, **98**, 4317-4331.
- [14] Archanjo, C. J., Olivier, P. & Bouchez, J. L. Plutons granitiques du Seridó (NE du Brésil) : écoulement magmatique parallèle à la chaîne révélé par leur anisotropie magnétique. *Bull. Soc. Géol., Fr.*, 1992, **4**: 509-520.

- [15] Jelinek, V. Characterisation of the magnetic fabric of rocks. *Tectonophysics*, 1981, **79**, 63-67.
- [16] Paterson, S. R., Vernon, R. H. & Tobisch, O. T. A review for the identification of magmatic and tectonic foliations in granitoids. *J. Struct. Geol.*, 1989, **11** (3): 349-363.
- [17] Gleizes, G., Leblanc, D. & Bouchez, J. L. Le pluton granitique de Bassiès (Pyrénées ariégeoises) : zonation, structure et mise en place. *C. R. Acad. Sci. Paris* ; 312, 1991, **série II**, p. 755-762.
- [18] Bouchez, J. L., Delas, C., Gleizes, G., Nédélec, A. & Cuney, M. Submagmatic microfractures in granites. *Geology*, 1992, **20** : 35-38.
- [19] Morel, B., Alinat., M. Géologie, pétrologie et géochimie des syénites de Ninakri : comparaison avec d'autres massifs syénitiques anorogéniques de Côte d'Ivoire et d'Afrique de l'Ouest. *J. Afr. Ear. Sci.*, 1993, **17** (2) : 213-223.