

Congo Sciences

Journal en Ligne de l'ACASTI et du CEDESURK

ACASTI and CEDESURK Online Journal

ISSN: 2410-4299, an International Journal

Le complexe plutonique alcalin à ultra-alcalin et les terrains protérozoïques des environs de Matadi (R.D.C.) et Noqui (Angola) dans la chaîne Ouest-Congo : Structurogenèse.

Makoka M.F. ^{*1}, Kanika M.T.¹, Mvuemba N.F. ¹, Makutu M.N.J.-A. ¹, Intiomale M.J.-P. ¹

Abstract

Paper History

Received:
August 21, 2015

Revised:
October 15, 2016

Published online :
March 27, 2016

Keywords:

tectono-metamorphic, Proterozoic, Kimezian, Pan-african, cataclastic, porphyroblast, retrograde, tectogenesis, West-Congo, Gondwana

Alkaline/ultra-alkaline plutonism and proterozoic terrains surrounding Matadi (D.R.C.) and Noqui (Angola) in the West-Congo chain: Structurogenesis

In order Proterozoic rocks near Matadi are actually recognized, based on their structuring and geochronological data, as affected by two tectonic-metamorphic phases: Kimezian (Paleoproterozoic) and West-Congo (Neoproterozoic). The first, accompanied by a NE-SW foliation, shows syn-schistose folds, slightly pointed to the NW, drawing an anticlinal structure spilled SE. The NW-SE foliation of regional amplitude shows axial planes having a steeply dipping and axes having quite variable dips to the NW or SE. Marked by chlorite, biotite and muscovite, it is attached to the Pan-african. Cataclastic texture printed on all scales, these rocks intruded by M'pozo's syenite and the Noqui's granite results, in the presence of large shear corridors. These are consistent with a direction of movement from the SW to the NE.

In this paper, we highlight the anteriority of these magmatic intrusions (M'pozo syenite and Noqui Granite), long before the Pan-african deformation as suggested by a good agreement analysis of the mesostructures generated by these foldings, compared with that achieved on the fractures cutting off all these rocks, the tensors constraints and their distributions on the Mohr circle. It is indicated by four generations of intersected fractures and by the presence, in both two massifs of retrograde metamorphism markers (chlorite, biotite, etc.) suffered by the surrounding terrain during the West-Congo orogeny; and we indicate the existence of a third sub-meridian crenulation cleavage locally developed in zadinian terrain, showing axial planes and low to medium microfolds axes dipping (to the North). It would be linked to Zadinian, which would thus constitute an independent unit (Mesoproterozoic?) from Pan-african (West-Congo).

These observations are similar to those carried out respectively on the Saras granodiorite massif (dated to 1920 Ma) and the Mfoubou granite (dated to 1050 Ma), located in Congo-Brazzaville, on the NW extension of our studied area. We propose to reconsider the petro-structural, geochemical and geochronological data too fragmentary in the West-Congo chain, and to use modern techniques (aeromagnetic, remote sensing, SHRIMP analysis, etc.) to better calibrate these events and thus understand the spatial and temporal relationships between the various orogenic segments resulting from the assembly of West-Gondwana in late-Neoproterozoic and Cambrian.

¹Département des Géosciences, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, B.P. 190, KINSHASA XI, Kinshasa, RD CONGO.

To whom correspondence should be addressed: reaganfalasi@gmail.com

INTRODUCTION

La République Démocratique du Congo qui s'étend sur 2.345.409 km², à cheval sur l'équateur, se situe entre 5°23'9,952" de latitude nord et 13°27'18,515" de latitude sud et entre 12°12'23,867" et 31°18'19,299" de longitude Est. Elle bénéficie des températures élevées et des précipitations abondantes.

Les récents progrès sur les connaissances scientifiques relatives aux terrains protérozoïques du domaine interne de la chaîne Ouest-Congo ont permis de considérer désormais le granite de Noqui comme anté-Panafricain [TACK *et al.*, 2001], et d'interpréter l'âge de 1473±28 Ma attribué à la syénite de M'pozo comme représentant celui de la rehomogénéisation isotopique de Sr dans cette syénite, tandis que le recouvrement mayumbien est daté à 1027 Ma [CAHEN *et al.*, 1978]. Cependant, les relations structurales entre ces massifs plutoniques et les terrains encaissants diversement décrits [BERTHOSSA ET THONNART, 1957 ; DELHAL *et al.*, 1976 ET 1978 ; DE CARVALHO *et al.*, 2000] demeurent encore imprécises.

Le traitement statistique (grâce à l'utilisation de deux logiciels, Fabric8 et Win Tensor 9.2.1) des mesures structurales des éléments structuraux imprimés sur les roches aux environs de Matadi (Bas-Congo, R.D.C.) et de Noqui (au NW de l'Angola) ainsi que l'examen des caractéristiques tectoniques (types de déformations enregistrées, leur évolution, leur style, leur régime, etc. dans une optique à la fois géométrique, cinématique et dynamique) des terrains encaissants en relation avec les deux plutons précités, nous ont permis d'y démontrer l'importance des déformations, de

déduire les teneurs responsables de ces contraintes et de comprendre les relations structurales entre différents éléments structuraux et le métamorphisme.

Ces données originales, spatialisées et inédites, confrontées à d'autres données antérieures provenant du secteur, mais difficilement repérables ou non spatialisées, ont été examinées dans un contexte géodynamique régional, grâce à une analyse de l'image satellitaire du terrain concerné. Ce qui a l'avantage, en s'appuyant sur les arguments tectoniques, à toutes les échelles, d'expliquer et/ou d'identifier la cinématique des déformations et de pouvoir disposer des interprétations cohérentes.

CONTEXTES GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

Située dans les environs de la ville portuaire de Matadi (Province du Kongo Central, en R.D.C.), entre 5°40' et 5°55' de latitude sud ainsi qu'entre 13°25' et 13°55' de longitude est, cette zone du « bouclier du Mayombe » comprend deux unités structurales, définies sur base de la gravimétrie, allochtone à l'ouest et autochtone à l'est (Figure 1), où des nappes du socle polycyclique archéen à protérozoïque globalement structurées NNW-SSE et constituées essentiellement de métasédiments et des granitoïdes anciens ont plus ou moins été remobilisées au cours de l'orogenèse panafricaine [STANTON *et al.*, 1963 ; TORQUATO *et al.*, 1979 ; VELLUTINI *et al.*, 1983 ; CAHEN *et al.*, 1984 ; BOUDZOUOMOU et TROMPETTE, 1988 ; FRANSSEN et ANDRE, 1988 ; KAMPUNZU *et al.*, 1991 ; DJAMA *et al.*, 1992 ; TROMPETTE and CAROZZI, 1994 ; DE CARVALHO *et al.*, 2000 ; VICAT et POUCLÉT, 2000].

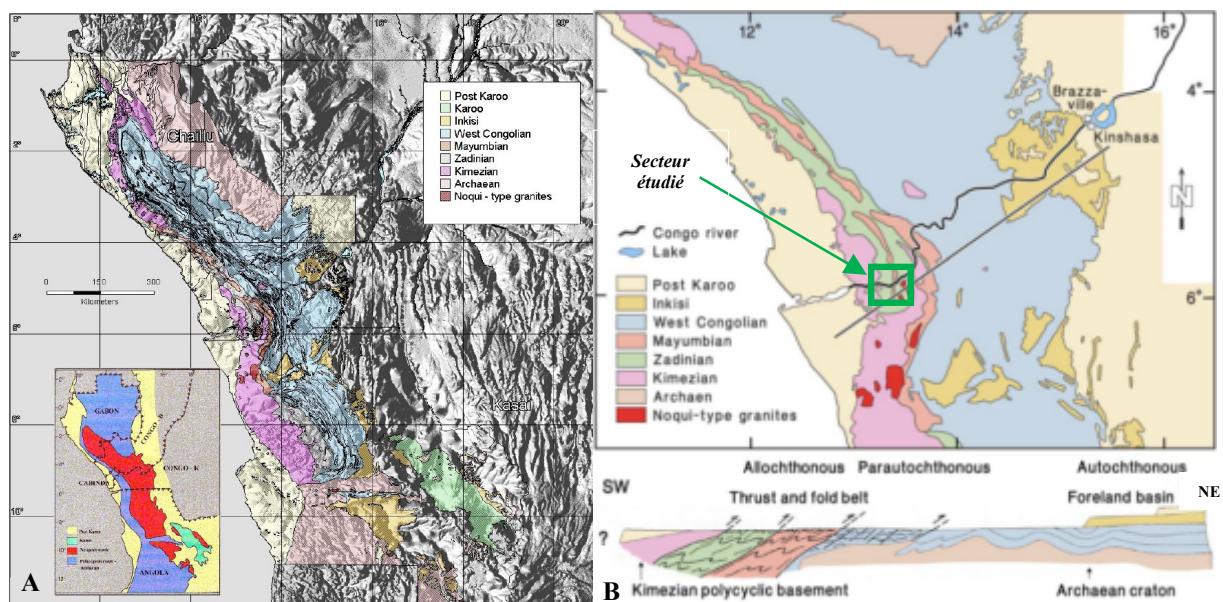


Figure 1. Extraits des cartes géologique et tectonique d'Afrique montrant la chaîne West-Congo orientée NW-SE, et coupe schématique SW-NE de la partie flexurée entre 5° et 7° de latitude Sud (d'après TACK *et al.*, 2001).

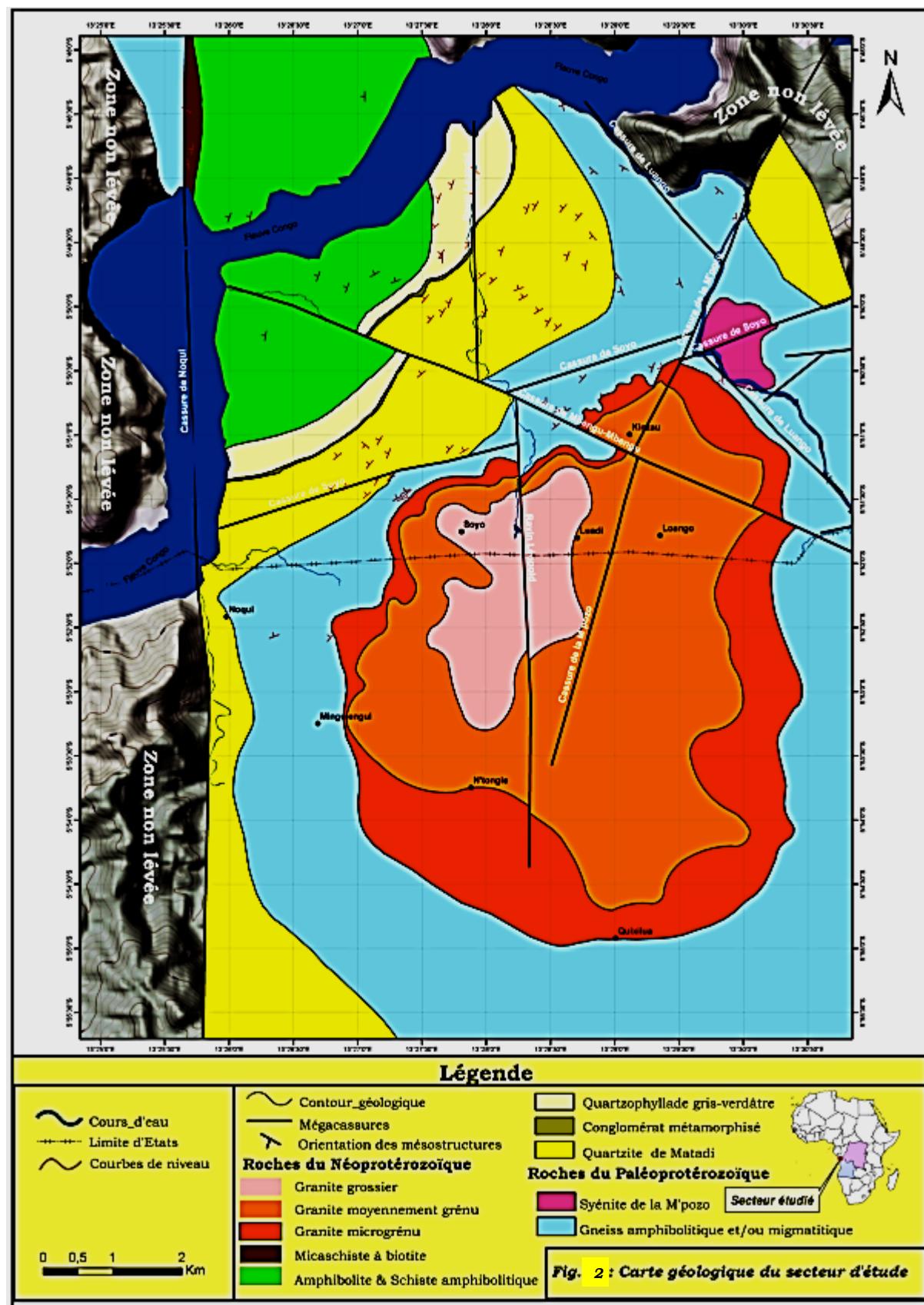


Figure 2. Extrait de l'image radar du bassin du fleuve Congo (**A**) et localisation des mégacassures (**B**) dans les environs de Matadi et Noqui

ANALYSE STRUCTURALE ET TRAITEMENT STATISTIQUE DES MESURES STRUCTURALES

Les terrains paléoprotérozoïques kiméziens (2.1 à 2.0 Ga) et zadiniens (1000 à 920 Ma) comprenant des métamorphites intrudées par la syénite de la M'pozo et le granite de Noqui qui affleurent dans le secteur occidental du domaine interne du bouclier du Mayombe dans la chaîne Ouest-Congo révèlent, à toutes les échelles, les signatures des activités tectono-métamorphiques.

A l'échelle mégascopique

Une flexion et une foliation de pendages variables, reflet de l'orogenèse Ouest-Congo, caractérisent les métasédiments de ce domaine ;

lesquels dessinent une structure synforme vers Gangila, avec une倾inación à l'Ouest où elles sont aussi très replissées. Sur l'extrait de l'image radar géoréférencée de l'ensemble du bassin du fleuve Congo ([Supplément A](#)), les profonds sillons aisément repérables et représentant de grands linéaments imprimés à cette région permettent de visualiser l'empreinte de la tectonique, en particulier de la fracturation ; ils constituent en fait huit mégacassures, résumées dans le [Tableau 1](#), qui traduisent l'importance des efforts subis par ces roches protérozoïques, et qui ont servi à l'élaboration de la carte structurale ([Supplément B](#)). Elles montrent quatre orientations : N-S, NNE-SSW, ENE-WSW et NNW-SSE à NW-SE.

Tableau 1. Mégacassures déduites de l'image radar du bassin du fleuve Congo aux environs de Matadi

Mégacassures de	Orientations de miroirs de faille	Orientations des stries	Sens du déplacement des compartiments et regard du miroir de faille
Noqui	No°E	-	Regard W
Ravin Leopold	No°E	-	Regard W
Mbengu Mbengu	N115°	-	Regard NNE
Soyo	N75°E	N126°/39°NW	Regard NNW
la M'pozo	N20°E	N105°/90°	Regard WNW
la centrale M'pozo	N85°E		
du barrage de M'pozo	N50°E		
Loango	N135°		Regard SW

L'examen de ces mégacassures révèle quatre générations de fracturation. En effet, la cassure ENE-WSW de Soyo est décalée aussi bien par celle NNE-SSW de la rivière M'pozo que par celle méridienne du ravin Léopold. La cassure NNW-SSE de Loango est décalée par celle NNE-SSW de la M'pozo et par celle NW-SE de Mbengu Mbengu, laquelle décale également celle du ravin Léopold. Et la cassure NNE-SSW du barrage de la M'pozo est décalée par celle ENE-WSW de la Centrale de M'pozo. Leur chronologie peut être ainsi établie :

- la première génération regroupe les cassures de Loango, de Soyo et du barrage de la M'pozo ;
- la deuxième génération est représentée par la cassure de la rivière M'pozo ;
- la troisième comprend les cassures du ravin Léopold et de Noqui ;
- la dernière génération est représentée par la cassure de Mbengu Mbengu.

A l'échelle mésoscopique

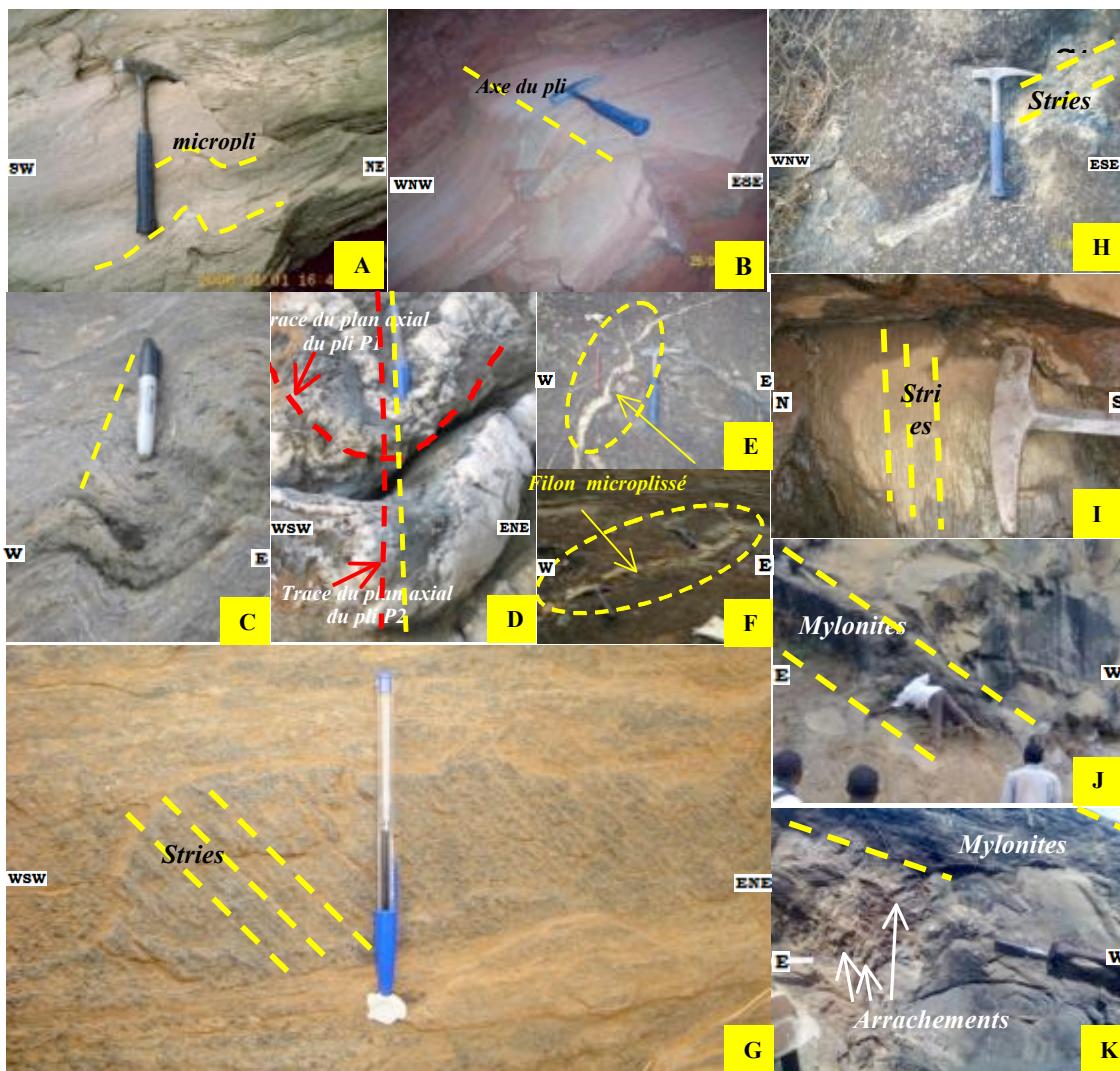
Les mésostructures présentées consistent en des données structurales relatives aux :

- plans axiaux et axes des mésoplis observés dans les gneiss et dans le granite de Noqui (vers son

contact avec l'encaissant) (Photos 1A à F et [Tableau 2](#)) ;

- miroirs de failles portant des stries dans le granite et la syénite (Photos 1G à I et [Tableau 2](#)) ;
- Plans de schistosité/foliation dans les métamorphites et mylonitisation dans les granites (Photos 1J et K) ;
- filons/diaclases observés dans les métamorphites et dans les deux plutonites. Ces filons sont parfois boudinés et décrochés par d'autres dans un mouvement le plus souvent senestre, mais aussi dextre (Photos 2A à S).

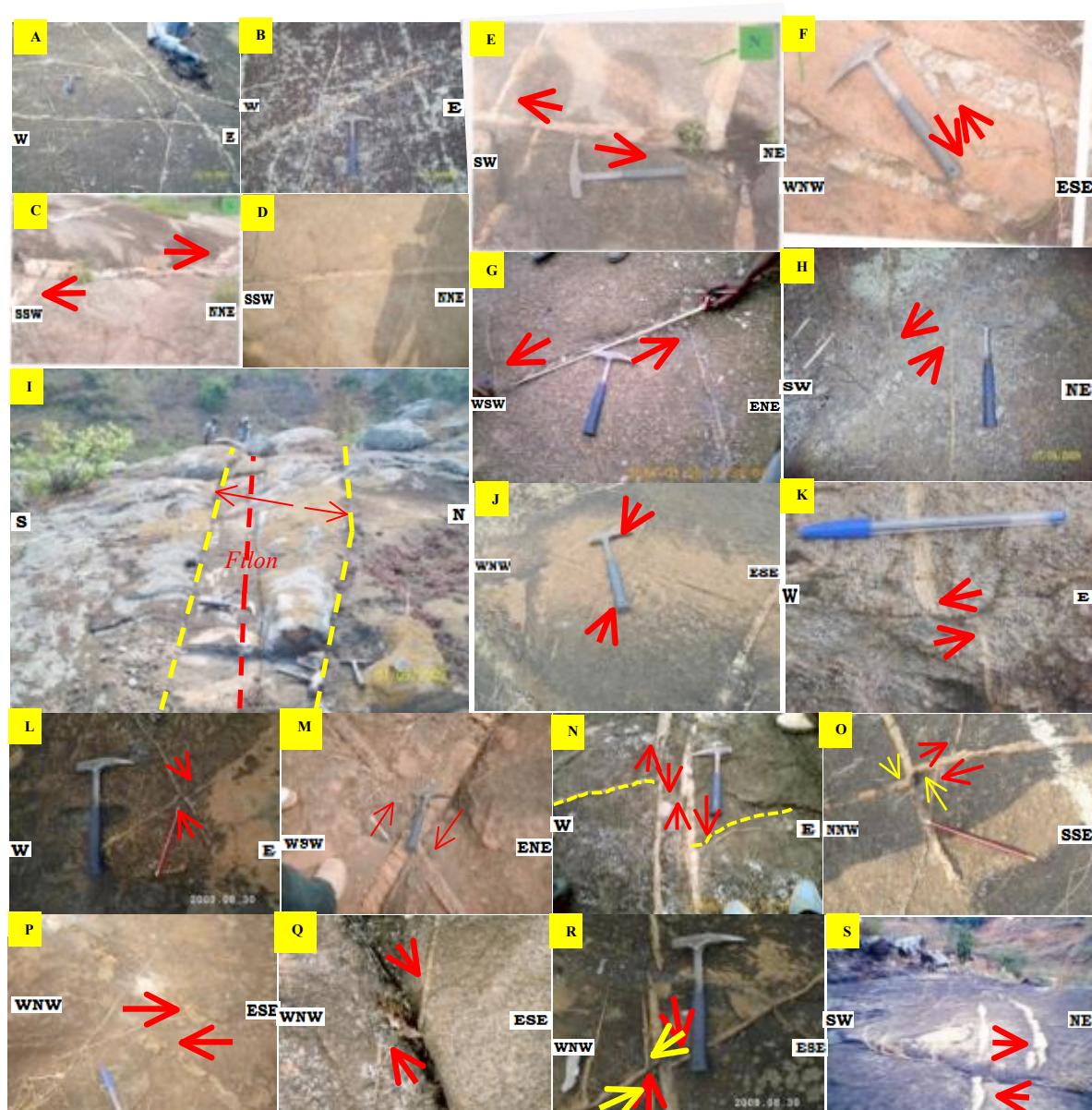
Ces mésostructures regroupées dans le [Tableau 3](#), en considérant l'intervalle de 15°, concernent les 227 mesures d'orientation de la schistosité et foliation et 241 mesures d'orientation des cassures (dont 32 dans les métasédiments et 209 dans les roches plutoniques). Elles ont servi à construire les histogrammes de fréquence ([Figure 3](#)), ayant séparément subi un traitement statistique et une projection dans des canevas planosphériques de Schmidt (hémisphère inférieur), grâce aux logiciels de traitement des mesures structurales, Fabrics 8.0 et Win_Tensor 2.1.9, dans le but de comparaison.



Photos 1. Microplis dans les gneiss (A, B, C et D) et dans le faciès granitique de contact (E et F) ; Striations sur des miroirs de faille (G au Nord de Soyo, H en Angola et I dans la syénite, près de la gare de M'pozo) ; Mylonitisation du granite à la Carrière Matra de Kinza (J et K).

Tableau 2. Mésostructures relevées sur les microplis et sur les miroirs de failles

Station et Type pétrographique	Plan axial	Axe du micropli	Style structural	Miroir de faille	Orientation de stries
Mg004 : Gneiss microfolié et microboudiné (présence des yeux de quartz)	N134°/58°SW	N130°/34°NW	Pli déjeté	-	-
Mg196 : Gneiss migmatitique	-	-	-	N72°/40°NNW	N48°/39°NE
Mg222 : Gneiss migmatitique	-	-	-	N66°/40°NW	N126°/39°NW
Mg366 : Gneiss amphibolitique microfolié, et crénulé	N-S/90°	N-S/25°N	Pli droit (crénulation)	-	-
Mg413 : Gneiss finement folié, altéré	N-S/65°E	N-S/6°N	Pli déversé	-	-
MG240 : Granite	-	-	-	N108°/90°	N108°/26°WNW
MG316 : Granite	-	-	-	N160°/70°WSW	N130°/65°NW
MG423 : Granite finement grenu	N120°/90°	N120°/10°SE	Pli droit	-	-
MG427 : Granite microgrenu	N125°/90°	N125°/67°NW	Pli droit	-	-
MS374 : Syénite	-	-	-	N10°/82°WNW	N100°/90°



Photos 2. Réseaux filonniens de quartz dans le granite en Angola (A et B) ; Décrochements dextres des filons de quartz dans le granite (C, L à P) et dans la syénite (Q) ; Filonnet sans déplacement (D) ; Décrochements senestres des filons de quartz dans le granite (E à H), d'une diaclase dans le granite fin (I) et d'un filon de feldspaths par une diaclase dans la syénite (K) ; Filon d'aplite fracturé longitudinalement, avec le ravin Léopold à l'arrière-plan, en Angola (I) ; Fentes de tension à décrochement dextre caractéristiques de zones de cisaillement en Angola (R) et en R.D.C (S).

L'histogramme de fréquence (Figure 3A) avec ses trois pics et la rosace de fréquence (Figure 4A et B) illustrent l'existence des trois directions privilégiées pour la schistosité : les directions subméridienne (contrainte entre N15° et N30°E) et NE-SW (contrainte entre N45° et N60°E) représentent un peu plus de 50% des mesures traitées ; le troisième pic renseigne sur la présence d'une troisième direction (NNW-SSE, soit 120° à 135°), représentant près de 4% des mesures traitées. Les quelques microplis observés dans les métasédiments (Photos 1A à D) et dans le granite (Photos 1E et F) renseignent sur l'existence de deux de ces trois orientations (N0° à N5°E et N120° à N130°), avec des

pendages moyens à forts (>55°) et des axes de plongements faibles (5 à 35°, Tableau 2 ; Figure 4D et E) dans les métasédiments mais variables dans le granite, généralement vers le nord ou le NW. Les pôles des plans de schistosité/foliation y prélevés (Tableau 4) sont confinés dans le deuxième quadrant (Figure 5P) confirmant le pendage NW prédominant dans cette zone interne de la chaîne West-Congo. Cette foliation constitue la première génération du plissement (P1). Le redressement des métamorphites (65 à 70°) se manifeste particulièrement à proximité du massif granitique.

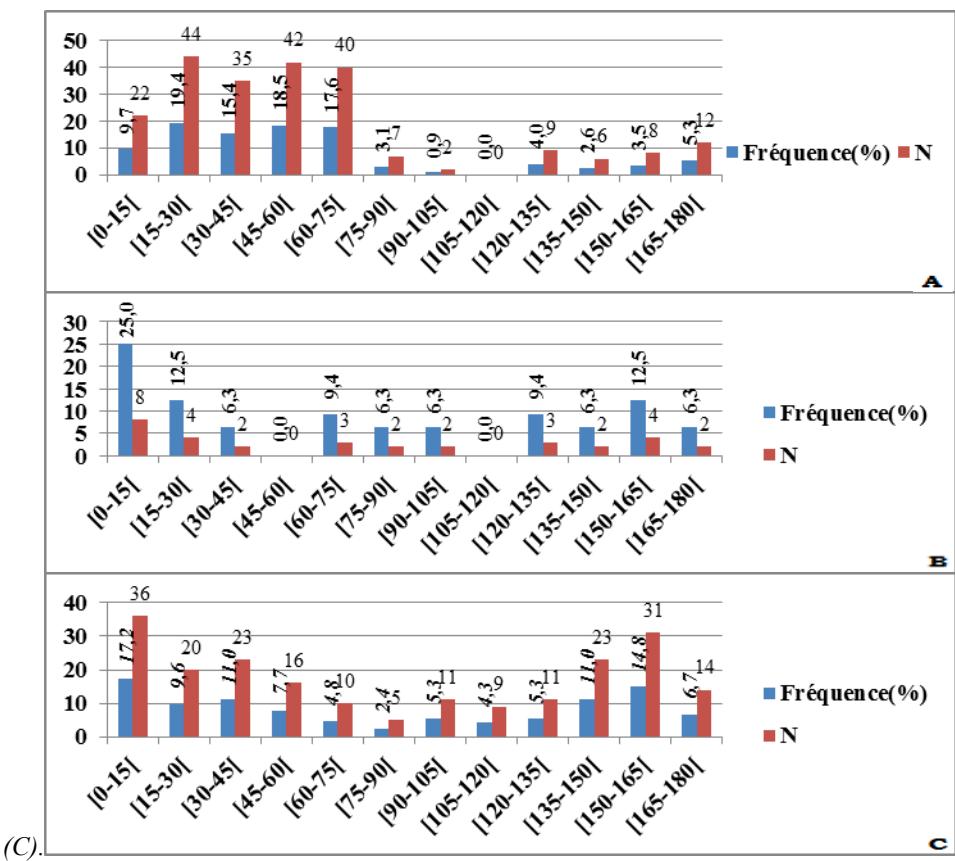
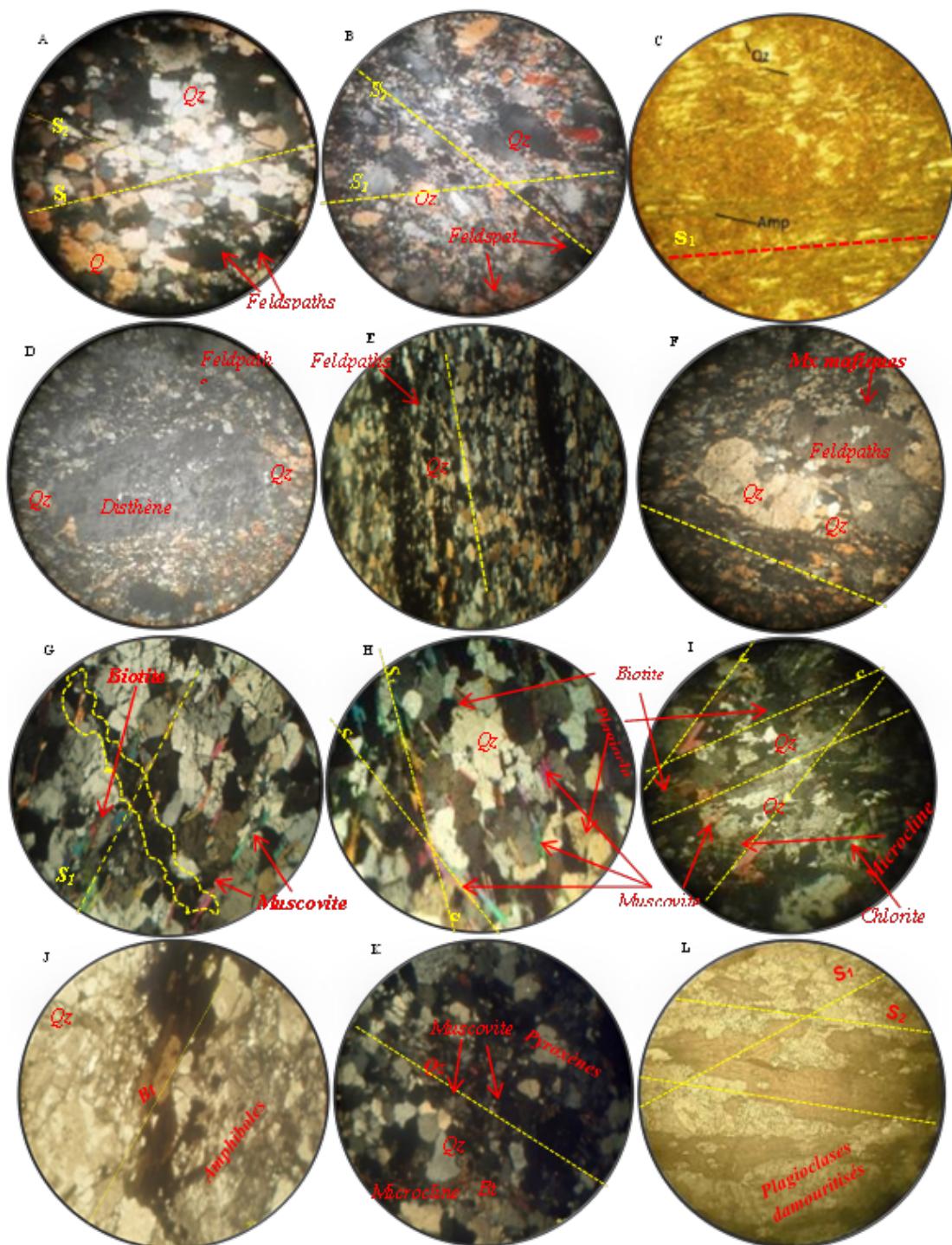


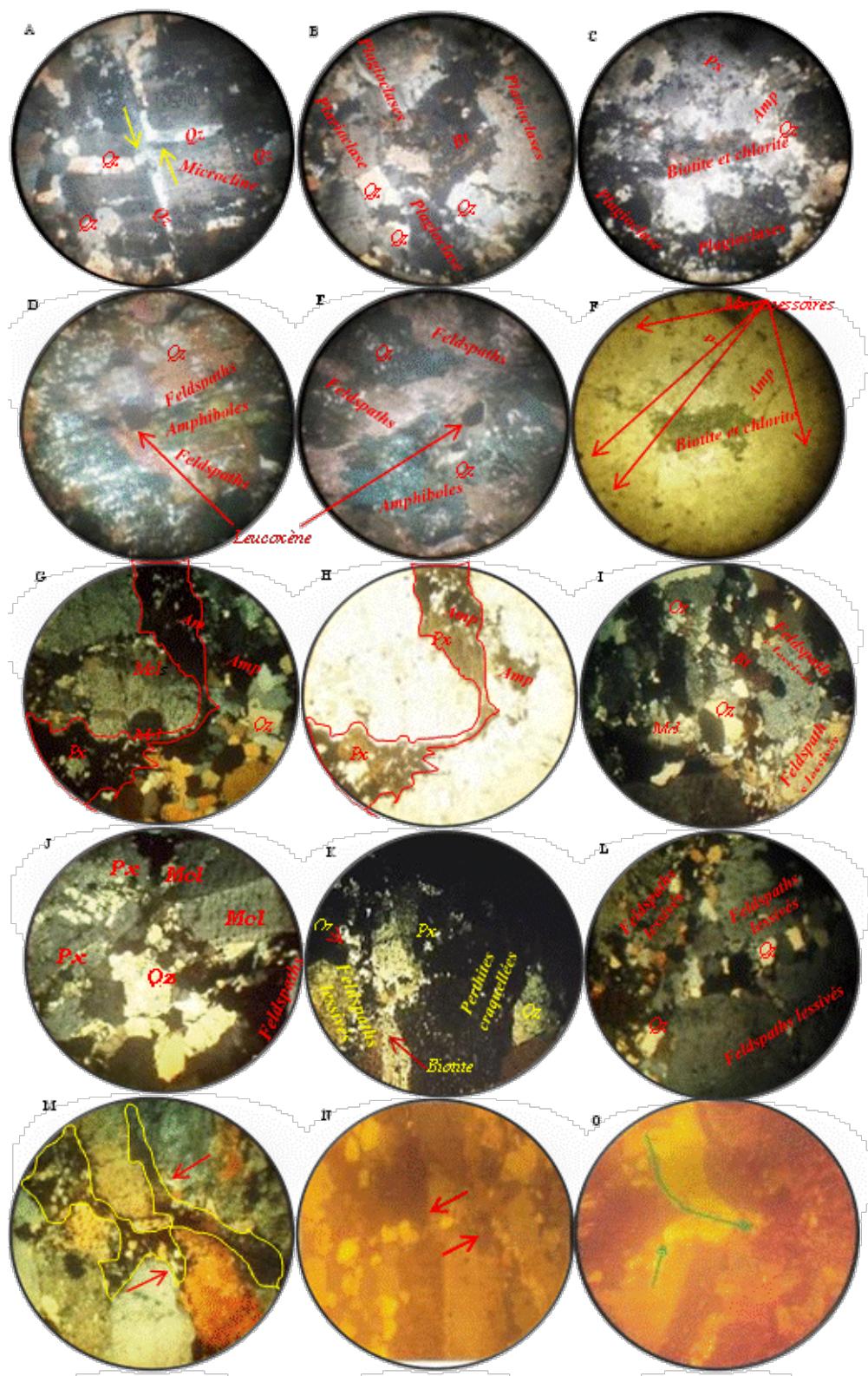
Figure 3. Histogrammes de fréquences pour la schistosité & foliation (A), pour les cassures, diaclases et filons dans les métasédiments (B) ainsi que dans les roches plutoniques (C).

Tableau 3. Mesures groupées pour la schistosité/foliation et les filons/diaclases

Classes de 15°	Schistosité/foliation		Filons/diaclases dans les métamorphites		Filons/diaclases dans les roches plutoniques	
	N	Fréquence (%)	N	Fréquence (%)	N	Fréquence (%)
[0-15[	22	9,69	8	25	36	17,22
[15-30[	44	19,38	4	12,5	20	9,57
[30-45[	35	15,42	2	6,25	23	11
[45-60[	42	18,5	0	0	16	7,66
[60-75[	40	17,62	3	9,38	10	4,78
[75-90[	7	3,08	2	6,25	5	2,39
[90-105[	2	0,88	2	6,25	11	5,26
[105-120[	0	0	0	0	9	4,31
[120-135[	9	3,96	3	9,38	11	5,26
[135-150[	6	2,64	2	6,25	23	11
[150-165[	8	3,52	4	12,5	31	14,83
[165-180[	12	5,29	2	6,25	14	6,7
Σ	227	99,98	32	100,01	209	99,98



Photos 3. Respectivement, Quartzite à cristaux de quartz alignés et de feldspaths saussuritisés, à extinction roulante, à Matadi (A et B, Gross. 10X) ; Amphibolite avec amandes de quartz, de plagioclases et hornblende epidotisées (C, Gross. 10X) ; Gneiss fin à disthène (D) ; Gneiss microfolié, à biotite epidotisée (E, Gross. 4X) ; Gneiss micro-oeillé (F, Gross. 4X) ; Paillettes de muscovite alignées et traversant une fracture dans le gneiss (G), en montrant une double schistosité dans le gneiss de la région de Matadi (H) ; double schistosité dans un gneiss migmatitique fin à l'Est de Boma, à l'Ouest du granite de Mao (I, Gross. 3.5X) et dans un gneiss migmatitique riche en minéraux mafiques (biotite chloritisée), au SE de Boma et au SW du granite de Mao (L en LPNA, Gross. 4X) ; Deux champs de la lame mince du gneiss riche en minéraux mafiques (J et K) dont la foliation, matérialisée par la ligne jaune, montre l'alignement des minéraux mafiques et du quartz.



Photos 4. (Gross. 4X, sauf lorsqu'indiqué) : Syénite rose montrant un mégacristal de microcline craquelé rempli de quartz et de chlorite de néoformation (A), des feldspaths saussuritisés, avec des inclusions, et peu de minéraux mafiques (B) ainsi que le leucoxène de forme losangique et de nombreuses amphiboles (D et E) ; Syénite grise (C et F) montrant une perthite, de plagioclases altérés et des minéraux mafiques à orientation diffuse, en LPA et LPNA ; Champs distincts du granite grossier (G,I et J, en LPA ; H en LPNA) ; Granite moyen (K) ; Granite finement grenu (L, Gross. 10X) ; Torsion d'orthose perthitique avec remplissage des minéraux recristallisés de quartz dans le granite fin (M et O) ; Recristallisation de cristaux de quartz dans les cassures (en jaune) traversant des feldspaths dans le granite fin (N).

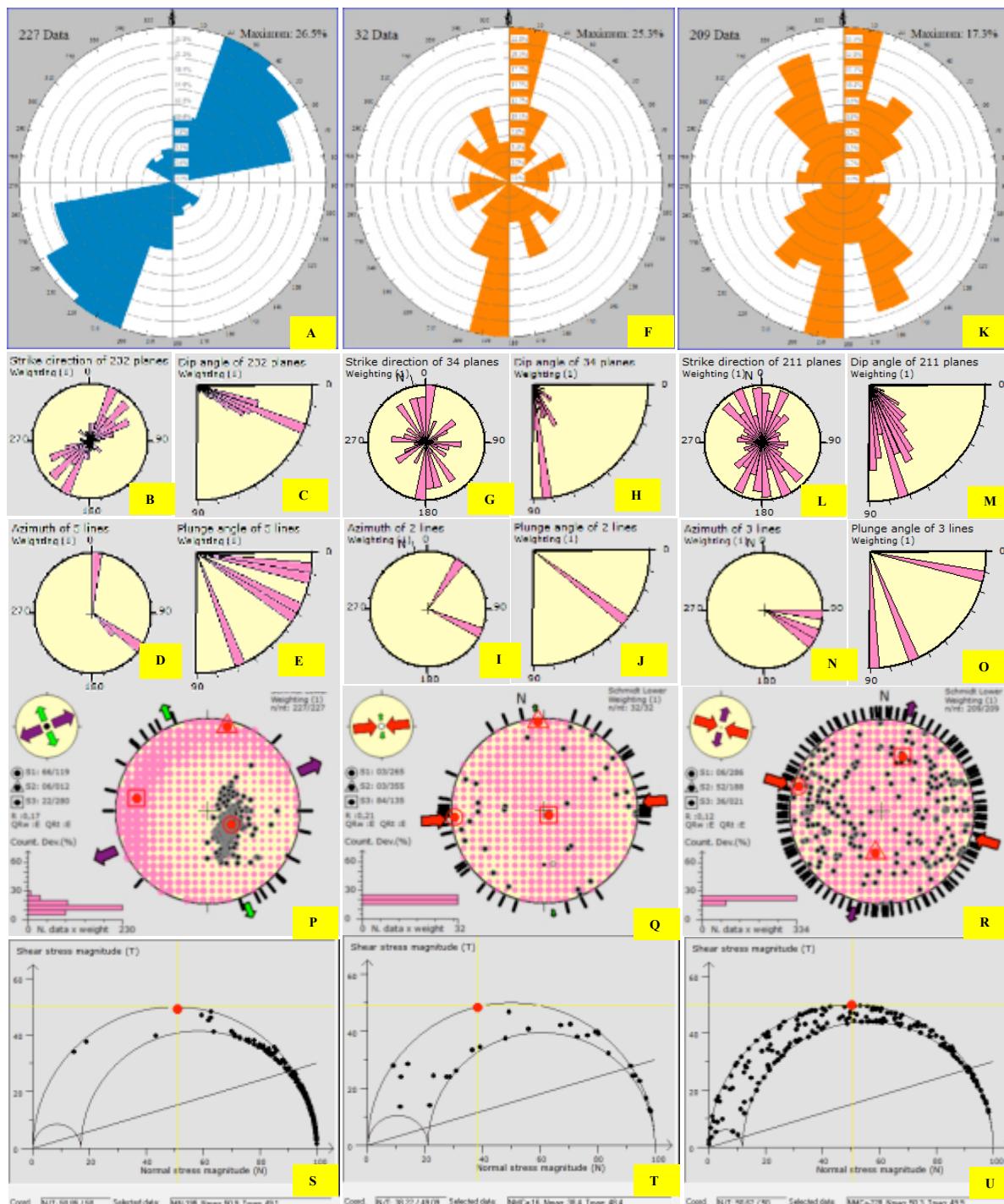


Figure 4. Rosaces des fréquences, respectivement pour la schistosité/foliation (A et B), pour les cassures dans les métasédiments (F et G) et dans les platonites (K et L) ; Pendages de la schistosité/foliation (C), des cassures dans les métasédiments (H) et dans les platonites (M), respectivement ; Orientations des axes des mésoplis (D et E) ainsi que des miroirs de failles et stries, respectivement dans les métasédiments (I et J) et dans les platonites (N et O) ; Contraintes déterminées, respectivement à partir de la schistosité/foliation (P), des cassures dans les métasédiments (Q) et dans les platonites (R) ; Diagrammes de Mohr dessinés, respectivement, à partir de la schistosité (S) et de la fracturation dans les métasédiments (T) et dans les platonites (U) ainsi que les valeurs des contraintes normale et de cisaillement (point rouge sur les figures 5S, T et U) ayant affecté les terrains étudiés

Quant à la fracturation, quatre orientations dominent dans toutes ces roches (**Figure 3B** et **C** ; **4F, G, K et L**). La direction subméridienne (N0°-N15°E) y est la plus exprimée (25% des mesures effectuées pour les métasédiments et plus de 17% pour les platonites) ; la seconde direction préférentielle, marquée par un second pic y est contrainte entre N150° et N165°. La troisième direction est orientée N60° à N75°E pour les métasédiments, et N30° à N45°E pour les platonites ; la quatrième direction est dirigée N120° à N135° pour les métasédiments et N90° à 105° pour les roches platoniques. Ces cassures ont des inclinaisons supérieures à 50° (**Figure 4H** et **M**). Les pôles de ces plans de fracturation et des stries marquées sur des miroirs des failles recouvrant ces roches sont dispersés dans tous les quadrants (Photos 1G à K ; **Figure 4Q** et **R**), confirmant l'impact très remarquable de l'action tectonique sur ces terrains. Ces stries sur les miroirs des failles indiquent deux directions majeures (NE-SW et WNW-ESE à NW-SE, **Figure 4I** et **N**) pratiquement concordantes avec celles des plissemens, voire même conformes à deux des quatre directions de fracturation prédominantes signalées plus haut. Leurs plongements sont moyens dans les roches métamorphiques (entre 35 et 40°, **Figure 4J**) et souvent plus forts dans les roches platoniques (**Figure 4O**).

Les distributions statistiques des plans de schistosité/foliation, des axes des microplis, des plans des cassures et stries ont permis de déduire les tenseurs des contraintes (σ_1 , σ_2 et σ_3 , **Figure 4P, Q et R** et **Tableau 4**). La répartition de ces éléments structuraux

sur les cercles de Mohr indique une contrainte normale de magnitude d'environ 51 Mpa pour la foliation et une contrainte de cisaillement de magnitude 50 Mpa (**Figure 5S, T et U, Tableau 5**) pour la fracturation, identiques en particulier pour les roches platoniques ; tandis que pour les métasédiments, la contrainte normale est d'environ 38 Mpa.

A l'échelle microscopique

En lames minces, des efforts subis par ces terrains sont attestés par le phénomène d'extinction roulante observée surtout sur des cristaux de quartz (Photos 3A, B, D à Ket 4A à C, G, I à O), par le phénomène de recristallisation de minéraux de néoformation (quartz et chlorite, Photos 3K et 4G à O) cicatrisant des fissures à décrochements dextres et senestres et par de torsions (rotations) de certains porphyres primaires du granite, de la syénite et du gneiss (Photos 4A, G, H, M, N et O). Dans les micaschistes, la chloritisation de la biotite est associée à de petites paillettes de muscovite. Aux environs de Matadi, comme de Boma, les terrains zadiniens révèlent l'existence de deux schistosités faisant entre elles un angle d'environ 35° (Photos 3A, B, H, I et L) ; la première étant propre à l'orogenèse zadinienne et la dernière étant probablement liée au Panafricain.

Le **Tableau 4** résume les résultats importants obtenus de cette analyse structurale, avec, pour les métasédiments, deux valeurs de contraintes (normale et de cisaillement), obtenues respectivement pour la schistosité et foliation (la valeur écrite à la première ligne) ainsi que pour la fracturation (la deuxième ligne).

Tableau 4. Principaux résultats de l'analyse structurale

Types des roches	Nombre des					σ_1	σ_2	σ_3	Tenseurs des contraintes (Azimut/Pendage)	Mohr N/T (Mpa)
	plans de schistosité	cassures et filons	plans axiaux des microplis	axes des microplis	mesures de stries					
Métasédiments	227	32	3	3	2	N119°/66°SE	N85°E/3°WSW	N12°E/6°NNE	N175°/3°NNW	51/50
Plutonites	-	209	2	2	3	N100°/22°WNW	N135°/84°SE	N106°/6°WNW	N21°E/36°NNE	38,22/49,09
Total	241	5	5	5		σ_1	σ_2	σ_3		50,62/50

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les terrains paléoprotérozoïques kiméziens (2.1 à 2.0 Ga) et zadiniens (1000 à 920 Ma) représentés par les migmatites, gneiss polycycliques, amphibolites, schistes, phyllades et quartzites intrudés par la syénite de la M'pozo et par le granite de Noqui sont compris dans le secteur occidental du domaine interne du bouclier du Mayombe dans la chaîne Ouest-Congo. Les terrains zadiniens et mayumbiens ont été interprétés comme le remplissage d'un rift continental précoce d'âge toniacien [TACK *et al.*, 2001]. Cette zone est donc caractérisée par trois phases tectono-métamorphiques ayant induit trois schistosités principales : S1 correspondant à la foliation la plus fréquente et qui constitue le plan axial d'une première génération de plis P1, une seconde schistosité de crénulation, S2, méridienne et qui se développe localement en relation avec une deuxième génération de microplis affectant la foliation régionale, et une troisième foliation, S3, NW-SE.

Les plis P1 sont d'orientation N40° à N60°E, et de foliation généralement peu pentée vers l'WNW, sauf à proximité des massifs platoniques, en dessinant une structure anticlinale à déversement vers l'Est; elle est marquée par la chlorite, la biotite et la muscovite. Les plis P2 sont accompagnés d'une schistosité de crénulation (Photo 1C et *Tableau 2*) ; et les plis P3 NW-SE à fort pendage SW correspondent à la foliation rattachée au Panafricain. Les orientations des axes des microplis (*Tableau 2*) renseignent sur l'existence de ces deux dernières directions (N0° à N5°E et N120° à N130°), la première ayant été oblitérée par ces déformations ultérieures, avec un plongement préférentiellement faible à moyen (5 à 35°, **Figure 4E**) vers le nord ; celles des plans axiaux les portant épousent aussi les mêmes directions, avec cependant, un pendage fort (55° à 90°). La première phase est à lier au Kimézien, la seconde au Zadinien, tandis que la dernière phase est panafricaine.

Ces nappes du socle plissées NE-SW et remobilisées au cours de l'orogenèse panafricaine et métamorphosées jusqu'au degré d'« amphibolite facies » avant de subir une rétromorphose dans le « greenschist facies », sont traversées par des cassures (**Figure 2**, Photos 3G et 4A, J à O) qui témoignent de quatre orientations majeures des contraintes tectoniques les ayant affectés, marquant quatre générations différentes (**Figure 2B ; 3B et C ; 4F, G, K et L**) :

- les cassures méridiennes, représentées par celles de Noqui et du ravin Léopold (de la troisième génération), et qui correspondent à la mégacassure N-S passant par l'île de Sikila et les rapides d'Inga, au NE du secteur étudié ;

- les cassures orientées NNE-SSW : celle de la rivière M'pozo (de la deuxième génération) et celle du barrage de la rivière de même nom (de la première génération) ;
- les cassures dirigées ENE-WSW : celle de Soyo et celle de la Centrale de M'pozo (de la troisième génération) ;
- les cassures NW-SE : celles de Loango (de la première génération) et de MbenguMbengu (de la dernière génération), équivalentes à la faille de Fwamalo [BERTHOSSA *et al.*, 1957], dans les environs d'Inga.

Ces grands couloirs de cisaillement expliquent la texture de cataclase imprimée dans toutes ces roches [VIALON *et al.*, 1976 ; RAMSAY *et al.*, 1987 ; TWISS and MOORES, 1996]. Des nombreux marqueurs de cisaillement observés sur le terrain et en lames minces sont cohérents avec un sens de déplacement du SW vers le NE. L'analyse des cassures recoupant les métasédiments et celles affectant les roches platoniques montre la bonne concordance entre leurs orientations, aussi bien à l'échelle mégascopique qu'à l'échelle mésoscopique, indiquant de ce fait que la fracturation était synchrone dans toutes ces roches, à toutes les échelles (Photo 1U).

Des phénomènes typiques de zones de cisaillement [RAGUIN, 1976] tels que le boudinage, la présence des miroirs de failles portant des stries bien visibles, la présence de nombreux filons et diaclases soit recoupant toutes ces roches, soit fréquemment décrochés par d'autres, dans un mouvement tantôt dextre, tantôt senestre, ainsi que par la mylonitisation du granite et de la syénite attestent de ces actions tectoniques. Il s'agit vraisemblablement de l'action de la tectonique panafricaine enregistrée par ces terrains, comme le soulignent, sur le plan microscopique la présence des minéraux craquelés, la cicatrisation de ces craquelures, dans les gneiss et les amphibolites, par des minéraux de recristallisation (quartz, chlorite, biotite, etc.) suggérant que ces roches ont subi une rétromorphose, passant de l'amphibolite facies au greenschist facies. Ce phénomène de rétromorphose est en outre corroboré par la présence, dans les gneiss kiméziens, des paillettes de muscovite bien orientées et traversant une fracture sans subir un quelconque décrochement ni torsion (Photos 2H et I). Ces minéraux de néoformation, observés cicatrisant les cassures de certains minéraux constitutifs de deux plutons, suggèrent que ce phénomène de rétromorphose est lié à l'orogenèse Ouest-Congo qui a affecté tous ces terrains. Ces observations sont similaires à celles réalisées sur le massif granodioritique de Les Saras (daté à 1920 Ma) [MAURIN *et al.*, 1990 ; MPEMBA-BONI, J. et VELLUTINI, P. J., 1992] ainsi que sur le granite de Mfoubou (daté à 1050 Ma) [DJAMA *et al.*, 1992], au Congo Brazzaville, sur le prolongement NW du terrain étudié.

L'étude de la fracturation dans les métasédiments et dans les platonites révèle que les éléments linéaires présentent deux directions majeures (soit N30° à N40°E ou N90° à N100° et N110° à N120°), avec des plongements moyens, compris entre 35 et 40° pour les cassures recouvrant les métasédiments, et des plongements beaucoup plus forts pour les roches platoniques. Cependant, parmi les nombreux filons et veines cisaillés et décrochés observés dans le granite de Noqui et la syénite de M'pozo, certains, autrement dits passifs ou hérités [GEOFFROY et ANGELIER, 1995], représentent des joints primaires liés au refroidissement des magmas, tandis que ceux qui ont cisaillé et décroché les autres, considérés comme actifs, sont vraisemblablement des joints secondaires liés à la tectogenèse Ouest-Congo.

Les distributions de ces éléments linéaires sur le cercle de Mohr confirment également la similitude entre les valeurs des contraintes normales et de cisaillement (environ 50 MPa) ; cela tant pour l'étude de la schistosité que celle de la fracturation. Les tenseurs des contraintes (σ_1 , σ_2 et σ_3) déduits de la projection stéréographique des mesures des microstructures (schistosité et fracturation) observées dans ces roches, montrent une grande coïncidence, en particulier pour la contrainte principale maximale (σ_1) qui est subéquatoriale, avec un plongement faible vers l'ouest (Figure 4S, T et U, Tableau 4), expliquant que schistosité et fracturation sont liées.

Ces faits structuraux constatés à l'échelle tant mésoscopique que microscopique indiquent l'antériorité de la mise en place de deux plutons par rapport à la déformation panafricaine enregistrée par ces terrains. Dans les orthogneiss et les platonites des environs de Matadi, les relations entre « foliations » et plans de cisaillement, et la rotation de certains minéraux, en lame mince, suite à la déformation se traduisant par une déflexion au voisinage ou à l'intérieur des porphyres ou porphyroblastes des feldspaths (Photos 3J ; 4A, G, H, K, M à O) corroborent cette antériorité de la mise en place de ces roches longtemps avant le paroxysme de l'orogenèse panafricaine.

Les observations de terrain et les analyses pétrographiques ont permis de confirmer que le magmatisme hyperalcalin représenté par le granite de Noqui est intrusif dans les gneiss migmatitiques du socle kimézien et dans les formations zadiennes de Palabala et de Matadi (quartzites et gneiss). Ce granite, daté à 999 ± 7 Ma, s'est donc clairement mis en place longtemps avant le paroxysme de l'orogenèse panafricaine daté à 566 Ma. L'âge 40Ar/39Ar apparent obtenu sur les minéraux mafiques et contraint à 566 Ma [TACK et al., 2001], en relation avec la fusion du Gondwana et de l'orogenèse panafricaine, indique de ce fait le réajustement isotopique dû au métamorphisme

régional de facies maximal « schistes verts », c'est-à-dire dû à la retromorphose. Les deux plutons précités, et entre lesquels s'intercale le gneiss migmatitique kimézien (sans être ni en contact direct ni en contact anormal, par faille), sont certainement plus jeunes que les terrains kiméziens qu'ils intrudent, mais probablement plus anciens que les terrains Ouest-Congo, et peuvent être liés au système de rift Espinhaço daté de 1,75 Ga [ALKMIM et al., 2006] ; lequel a fonctionné longtemps avant l'ouverture du bassin de Macaùbas équivalent de l'Ouest-Congo. Et, ensemble, ils ont été déformés pendant l'orogenèse panafricaine.

Il s'avère donc impérieux de reconsiderer les différents âges attribués à la syénite de M'pozo-Tombagadio dès lors qu'elle intrude les migmatites datées à 2088 ± 91 Ma. En effet, contrainte entre 2088 et 1027 Ma, elle a été datée successivement à 1473 ± 28 Ma, 1855 ± 15 Ma, 1960 ± 594 Ma [DELHAL et LEDENT, 1978] et même à 2126 ± 39 Ma [DELHAL et LEDENT, 1976] ; ce dernier âge signifierait, en d'autres termes, que la syénite est antérieure aux roches (migmatites) qu'elle intrude ! Des nouvelles datations de ces massifs (syénite de M'pozo et granite de Noqui) et des métasédiments encaissants, avec davantage d'échantillons prélevés dans l'ensemble de la zone sous étude, associées à des considérations d'ordre tectonique et chimique, méritent d'être repensées pour mieux caler ces événements dans l'assemblage du Gondwana.

En effet, comparativement au modèle évolutif proposé pour les segments brésiliens équivalents de la chaîne Ouest-Congo, les données pétro-structurales, géochronologiques et géochimiques employant des techniques modernes sont fragmentaires au niveau de la chaîne Ouest-Congo et méritent d'être complétées. Et le présent article contribue tant soit peu à l'amorce de ces nouvelles pistes de recherche qu'il conviendra d'approfondir afin de mieux appréhender les relations spatio-temporelles entre les différents segments résultant de l'assemblage du Gondwana occidental à la fin du Néoprotérozoïque et au Cambrien.

RESUME

Les roches protérozoïques des environs de Matadi sont actuellement reconnues, sur base de leurs structurations et des données géochronologiques, comme ayant été affectées par deux phases tectono-métamorphiques : kimézienne (Paléoprotérozoïque) et Ouest-Congo (Néoprotérozoïque). La première, à foliation NE-SW, montre des plis P1 syn-schisteux, peu pentés vers le NW, dessinant une structure anticlinale à déversement SE. La deuxième foliation, d'orientation NW-SE et d'amplitude régionale, montre des plans axiaux à pendage fort et des axes aux plongements plutôt variables vers le NW ou le SE. Marquée par le

chlorite, la biotite et la muscovite, elle est rattachée au Panafricain. La texture de cataclase imprimée, à toutes les échelles, sur ces roches intrudées par la syénite de M'pozo et le granite de Noqui se traduit par la présence de grands couloirs de cisaillement. De nombreux marqueurs de cisaillement sont cohérents avec un sens de déplacement du SW vers le NE.

Dans la présente note, nous mettons en évidence l'antériorité de la mise en place de ces plutons (syénite de M'pozo et granite de Noqui), longtemps avant la déformation panafricaine, grâce à l'analyse de la bonne concordance des mésostuctures générées par ces plissements, comparée à celle réalisée sur les cassures recoupant tous ces terrains, avec les tenseurs des contraintes et leurs distributions sur le cercle de Mohr. Cela est indiquée par quatre générations de cassures qui s'y recoupent et par la présence, dans les deux massifs, des témoins du métamorphisme rétrograde (chlorite, biotite, etc.) subi par les terrains encaissants au cours de l'orogenèse Ouest-Congo ; et nous y signalons l'existence d'une troisième schistosité subméridienne, de crénulation, qui se développe localement dans les terrains zadien, montrant des plans axiaux et des axes des microplis à plongement faible à moyen (vers le Nord). Cette foliation serait à rattacher au Zadinien, qui constituerait ainsi une unité structurale indépendante (Mésoprotérozoïque ?) du Panafricain (Ouest-Congo).

Ces observations sont à rapprocher de celles réalisées sur la granodiorite de Les Saras (datée à 1920 Ma) et sur le granite de Mfoubou (daté à 1050 Ma), situés au Congo Brazzaville, sur le prolongement NW de Matadi. Nous proposons de reconsiderer les données pétro-structurales, géochronologiques et géochimiques trop fragmentaires au niveau de la chaîne Ouest-Congo, et de recourir à des techniques modernes (le lever aéromagnétique, télédétection, analyses SHRIMP, etc.) pour mieux caler ces événements et appréhender ainsi les relations spatio-temporelles entre les différents segments orogéniques résultant de l'assemblage du Gondwana occidental à la fin du Néoprotérozoïque et au Cambrien.

Mots clés : *tectono-métamorphique, Protérozoïque, Kimézien, Panafricain, cataclase, porphyroblaste, rétromorphose, tectogenèse, Ouest-Congo, Gondwana*

REFERENCES ET NOTES

- ALKMIM, F. F., MARSHAL, S., PEDROSA-SOARES A.C., PERES G.G., CRUZ S. C. P. and WHITTINGTON, A. [2006]. Kinematic evolution of the Araçuai-West Congo orogen in Brazil and Afrique: Nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of Gondwana. *Precambrian research*, 149 : 43-64.
- BERTHOSSA A. et THONNART P. [1957]. Etude géologique de la région Matadi-Inga-Monolithe accompagnée d'une carte à l'échelle de 1/100.000. *Bull. Serv. Géol. du Congo Belge*, 7 : 1-12.
- BOUDZOUOMOU F. et TROMPETTE R. [1988]. La chaîne panafricaine ouest-congolienne au Congo (Afrique Équatoriale) : un socle polycyclique charrié sur un domaine subautochtone formé par l'aulacogène du Mayombe et le bassin de l'Ouest-Congo. *Bull. Soc. Géol. France*, (8), IV (6) : 889-896.
- CAHEN L., LEDENT D. and TACK L. [1978]. Données sur la géochronologie du Mayumbien (Bas-Zaire). *Bull. Soc. Géol. Belgique*, 102 : 265-275
- CAHEN L., SNELLING N.J., DELHAL J. and VAIL, J.R. [1984]. The geochronology and evolution of Africa. Clarendon Press, Oxford, 512p.
- DE CARVALHO H., TASSINARI C., ALVES P.H., GUIMARÃES F. and SIMÕES M.C. [2000]. Geochronological review of the Precambrian in Western Angola : links with Brazil. *Journ. Afr. Earth Sci.*, 31(2) : 383-402.
- DELHAL J. et LEDENT, D. [1976]. Age et évolution comparée des gneiss migmatitiques pré-zadien des régions de Boma et de M'pozo-Tombagadio (Bas-Zaire). *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 99 : 165-187.
- DELHAL, J. et Ledent D. [1978]. Données géochronologiques dans la région de Matadi (Zaire), relatives à la syénite de la M'pozo et aux métarhyolites. *Mus. R. Afr. Centr., Tervuren (Belg.)*, Dépt. Géol. Min., *Rapp. Ann.* 1977, 1978 : 99-110.
- DJAMA L.M., LETERRIER J. and MICHAUD A. [1992]. Pb, Sr and Nd isotope study of the basement of the Mayumbian belt (Guena gneisses and Mfoubou granite, Congo) : Implications for crustal evolution in Central Africa. *J.A.E.S.*, 14(2) : 227-237.
- FRANSSEN L. and ANDRE L. [1988]. The Zadinian group (late Proterozoic, Zaire) and its bearing on the origin of the West-Congo orogenic belt. *Precambrian Research*, 38 : 215-234.
- GEOFFROY L. et ANGELIER J. [1995]. Existence de systèmes de dykes en tension-cisaillement: définition et interprétation mécanique. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t.321, Série IIa, pp. 505-511.
- KAMPUNZU A.B., KAPENDA D. et MANTEKA, B. [1991]. Basic magmatism and geotectonic evolution of the Panafrican belt in Central Africa: evidence from the Katangan and West Congolian segments. *Tectonophysics*, 190 : 363-371.
- MAURIN J.C., BONI J.M., PIN C. et VICAT J.P. [1990]. La granodiorite de Les Saras, un témoin de magmatisme éburnéen (2 Ga) au sein de la chaîne ouest-congolienne: Conséquences géodynamiques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 310, série II, 571-575.
- MPEMBA-BONI J. et VELLUTINI P. J. [1992]. Caractérisation géochimique des dykes basiques du massif de Les Saras (Mayombe Congolais, Afrique Centrale); conséquences géodynamiques. *J. Afr. EarthSci.*, 14 : 209-215.
- RAGUIN, E. [1976]. Géologie du granite, 3ième Ed. Masson, Paris, 361p.
- RAMSAY, J.G. and HUBER M.I. [1987]. The techniques of modern structural analysis. Vol. 2, Folds and fractures, New York : Academic Press.
- STANTON W.I., SCHERMERHORN L.J.G. and KORPERSHOEK H.R. [1963]. The West Congo System. *Bol. Serv. Geol. Min. Angola*, 8 : 69-78.
- TACK L., Wingate M.T.D., LIEGEOIS J.-P., FERNANDEZ-ALONSO M. and DEBLOND A. [2001]. Early Neoproterozoic magmatism (1000-910 Ma) of the Zadinian and Mayumbian Groups (Bas-Congo): onset of Rodinia rifting at the western edge of the Congo craton. *Prec. Research*, 110: 277-306.
- TORQUATO J.R., SILVA A.T.S.F., CORDANI G. and KAWASHITA K. [1979]. A evolução geológica da cintura móvel do Quipungo no Ocidental de Angola. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 52 : 133-143.

TROMPETTE R. and CAROZZI, A.V. [1994]. Geology of Western Gondwana (2000–500 Ma). A.A.Balkema, Rotterdam.

TWISS R.J. and MOORES E.M. [1996]. Structural geology. W. H. Freeman, New York, Second Edition. 532p.

VELLUTINI P.J., ROCCI G., GIOAN P. et VICAT J.P. [1983]. Mise en évidence de complexes ophiolitiques dans la chaîne Mayumbienne (Gabon-Angola) et nouvelle interprétation géotectonique. *Prec.Res.*, 22 : 1-21.

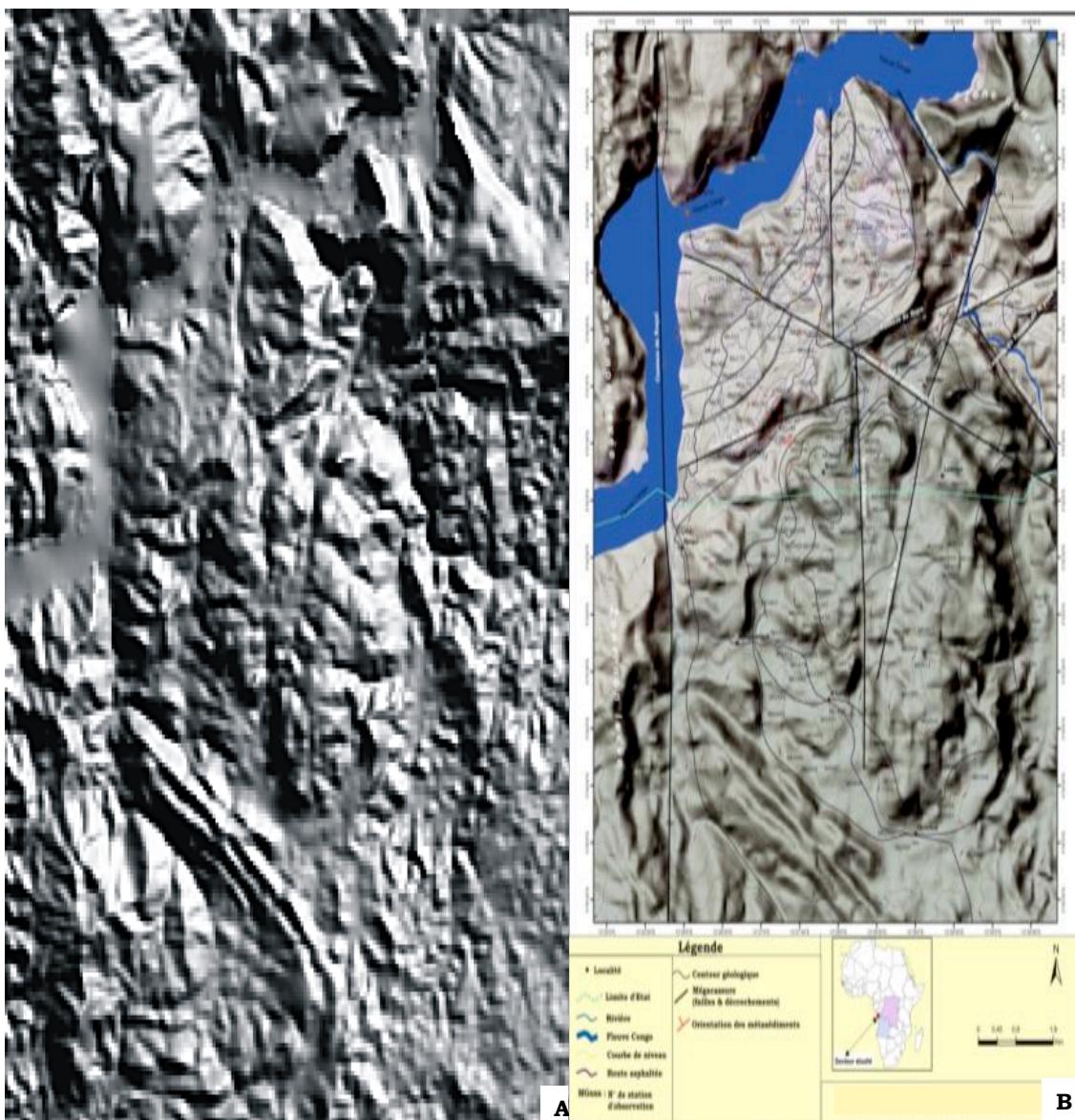
VIALON P., Ruhland M. et Grolier J. [1976]. Eléments de tectonique analytique. Masson, Paris, 116p.

VICAT J.P. and POUCLÉT A. [2000]. Palaeo and Neoproterozoic granitoids and rhyolites from the West Congolian Belt (Gabon, Congo, Cabinda, North Angola): chemical composition and geotectonic implications. *Journal of African Earth Sciences*, 31(3) : 1-20.



This work is in open access, licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

SUPPLEMENT (A et B)



Extrait de l'image radar du bassin du fleuve Congo (A) et localisation des mégacassures (B) dans les environs de Matadi et Noqui.