

## Reconstitution tectono-sédimentaire des formations paléoproterozoïques associées à la faille de M'Bouma (Bassin de Franceville, SE du Gabon)

*Sedimentary and structural reconstitution of paleoproterozoic formations associated to M'Bouma Fault (Franceville basin, S-E Gabon)*

**Simplice Marin NDONG Ondo\*, Benjamin MUSAVU MOUSSAVOU, Mathieu MOUSSAVOU, Makaya M'VOUBOU & Guy Loïc NDZANG NDONG.**

*Université des Sciences et Techniques de Masuku, URESTE, Département de Géologie, B.P. 913 Franceville, Gabon.*

*\*(Simplicendong03@yahoo.fr)*

---

**Résumé.** Les formations sédimentaires du bassin de Franceville (S-E Gabon), datées du Paléoproterozoïque, dans la zone de Mingara à proximité de la faille majeure de M'Bouma de direction NW-SE sont étudiées à partir de 16 sondages. L'étude sédimentologique des dépôts permet la distinction de 5 faciès successifs: les grès de la formation FA d'origine fluviale, les pélites/ampélites de la formation FB marine d'offshore supérieur, les dolomies de la formation FC de plate-forme peu profonde, intertidale à supratidale, les faciès de colluvion de faille au pied de la faille majeure de M'bouma (CFA), les gabbros néoproterozoïques et les dolérites (G & D) recoupant les formations francevilliennes FA, FB et FC. Ces principaux faciès sont affectés par des microstructures qualifiées de synsédimentaires à anté-lithification, post-lithification, anté-magmatiques à post-magmatiques. Ces microstructures sont principalement orientées NW-SE conformément à la direction de la faille de M'Bouma. De plus, parmi ces microstructures, des microfractures sont remplies d'enduits fissuraux divers: carbonates, sulfures, matière carbonée, quartz etc. L'ensemble des données synthétisées dans un log stratigraphique permet de retracer la dynamique du bassin dans cette zone de Mingara en liaison avec le fonctionnement de la faille de M'Bouma.

**Mots clés:** Gabon, bassin de Franceville, formations paléoproterozoïque, faille de M'Bouma, reconstitutions tectono-sédimentaires.

**Abstract.** Sedimentary formations of paleoproterozoic Franceville basin (SE Gabon), in the Mingara area, near of the M'Bouma major fault oriented NW-SE, are studied from 16 boreholes. Facies, infilling and coating fissurals identification are based on macroscopic observations and are described from sedimentological facies method. Structural method is based on identification of meso-scale tectonic structures and measurements of tectonics orientations. The study of the deposits allowed the distinction of 5 successive facies: conglomeratic sandstones FA suggesting a coastal environment, shales and black shales FB characterizing an upper offshore marine environment, dolomitic carbonates FC suggesting a supratidal platform, alluvial fan deposit located on the edge of fault (CFA), neoproterozoic gabbros and dolerites (G & D) cutting francevillian formations. These facies are affected by syn-sedimentary, pre-lithification, post-lithification, tardive magmatic and post-magmatic meso-scale tectonic faults. These accidents are oriented NW-SE according to M'Bouma fault and are infilled by solid materials: carbonate, sulfur, organic matters, quartz etc. The examination of the sediments associated to tectonic faults and infilling fissures permit the realization of structural and sedimentary synthetic section and permit to suggest the dynamics of this basin in the Mingara area in relationship with the M'Bouma fault activity.

**Keys words:** Gabon, Franceville basin, Paleoproterozoic formations, M'Bouma fault, tectono- sedimentary reconstructions.

---

### Abridged English version

#### *Introduction*

The proterozoic francevillian basin is located S-E Gabon (Fig. 1a). It's limited at the North and South respectively by North Gabonese massif and De Chaillu massif, by the Ogooué orogenic domain to

the West and by the Mesozoic continental formation of the Standley Pool and Batéké "Plateaux" to the East (Fig. 1a). The francevillian basin is subdivided in fourth basins: Okondja basin, Lastourville basin, Booué basin and Franceville basin. The francevillian basin is affected by four groups of faults oriented NW-SE, N-S, ENE-WSW to ESE -WNW and NE (Feybesse 2010, Pambo *et al.* 2006, Gauthier-Lafaye 1986, Azzibrouck 1986). NW-SE accidents resulted

from a collapse of the basin following NE-SW direction. NS accidents are relay of NW-SE accidents. E-W, ENE-WSW with ESE –WNW accidents resulted from a N130 regional shortening. NE accidents are privileged direction of the flexible structures of the Franceville basin. Five sedimentary series are known in this basin (Fig. 2): the francevillian A formation (FA), the francevillian B formation (FB), the francevillian C formation (FC), the francevillian D formation (FD) and the francevillian E formation (FE). The FA, 100 to 1200 m thick, consisting of conglomeratic sandstone is attributed to continental deltaic environment. The FB consists of shales and black shales and characterized an upper offshore marine environment. FC, 10-50 m thick, comprises massives dolomites, ribbon cherts and jasper. The FD, 50-200 m thick, is composed of shales with pyroclastic material, tuff and cinerites. The FE is characterized by sandstones, siltstone and black shales (Thiéblémont *et al.* 2009, Pambo *et al.* 2006, Bonhomme *et al.* 1982, Weber 1968). Uranium mineralizations are hosted by N-S major accidents, between FA and FB in the Franceville basin. 16 boreholes realized by AREVA GABON S.A, in the Mingara area, near the M'Bouma major fault, (Fig. 1b) are studied. M'bouma fault is a major kilometric fault oriented N120°. Its dipping is estimated to 65-70° in the NE and the displacement is evaluated to 1000 m. In appearance, M'bouma fault is normal and puts in anormal contact the sandstones FA at the SW to the shales and black shales FB at the NE (Fig. 1c). The fault extension value is estimated to 18%. The upper part of the fault is as an hemigraben. The aim of this study is to understand the tectonic and sedimentologic evolution lies by the M'bouma fault. Specific objectives are: (1) to define facies observed in the boreholes and characterize the associated environments, (2) to identify and characterize microstructures, (3) infilling and coating fissurals and (4) to established a synthetic structural and sedimentary section about 16 studied boreholes.

#### *Data and Methods*

The data for this study comprises: (1) 16 boreholes composed by more than 2000 m of sediments; (2) 3444 structural parameters: micro stratification S0, fractures, faults and micro faults; (3) 2974 product of infilling and coating fissurals observations; (4) cartographic observations; (5) historical boreholes data in the study zone. Sedimentological facies, infilling and coating fissurals are described from sedimentological facies method.

Structural method is based on identification of meso-scale tectonic structures and tectonics orientations measurements. Infilling and coating fissurals are described by direct macroscopic observations.

#### *Facies*

The depositional study allowed the distinction of 5 facies: fined sandstones of FA formation (Fig. 3a) suggesting a coastal environment, shales and black shales of FB formation (Fig. 3b) characterizing an upper offshore marine environment, dolomitic carbonates of FC formation (Fig. 3c) suggesting a supratidal platform, alluvial fan deposit (CFA) on the edge of fault (Fig. 3d), neoproterozoic dolerites and gabbros (G & D) (Fig. 3e).

#### *Structural geometries*

These facies are affected by several syn-sedimentary faults and before lithification faults, associated banded silification (Fig. 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f), post-lithification faults (Fig. 4g, 4h, 4i, 4j), tardive magmatic faults (Fig. 4k, 4l, 4m) and post-magmatic meso-scale tectonic faults (Fig. 4l). Microstructure analysis revealed that the majority of the fractures are aligned to NW-SE direction, equivalent to the direction of the M'bouma fault (Fig. 6, 7). The syn-sedimentary activity of the M'bouma fault are consigned in the deposits of FB formation (Fig. 8). Microstructures histogram in francevillian basin is distributed in figure 9.

#### *Infilling and coating fissurals*

Theses meso-scale tectonic faults are infilled by solid materials (Fig. 10, Fig. 11). The sedimentary fillings and coatings are classified according to their abundances in principal coatings when the frequency of observation is higher than 100 secondary measurements and coatings when the frequency of observation is lower than 100 measurements. The principal coatings are composed of: carbonated cementing (Fig. 10 a, b), fractures without apparent filling nor coated (Fig. 10c), polymetallic sulfur fillings (Fig. 10d), unspecified fillings, silicified fillings (Fig. 10e), shale and siltstone (Fig. 10f, 10g), phyllosilicates fillings. Secondary coatings are composed of organic matter infilling (Fig. 10h), quartz cementing (Fig. 10i), gouge infillings (Fig. 10j), syenitic veins (Fig. 10k), oxide fillings, iron hydroxide and radiometric indices. Coating and infilling histogram in francevillian formations is distributed in figure 7.

#### *Synthesis lithologic and structural log*

The synthesis log (Fig. 11) shows that the basal part (60 m thick) is constituted by fined to conglomeratic sandstone facies FA. The median part (40 m thick) makes up of shale and black shale facies FB. The top of the surveys (20 m thick) is made of dolomitic facies FC. This log shows that FA formation is mainly affected by diachases, post-lithification micro faults, by a syn-sedimentary

deformation and an ante-lithification deformation. The FB is affected by syn-sedimentary deformations, slumps and microfolds. The post-lithification deformation is also important and materialized by post-lithification micro faults. Dolerites record a breakable deformation characterized by micro faults and diaclasses. Five states (Fig. 12) characterizing the geodynamic of the basin are suggested.

## Conclusion

The examination of the sediments associated to the analyze of meso-scale tectonic faults and infilling fissures permit the realization of synthetic structural and sedimentary section and permit also to suggest the dynamic of this basin in the area of Mingara in relationship with the M'Bouma fault activity.

## INTRODUCTION

Le bassin francevillien, d'âge paléoprotérozoïque, est situé au Sud-Est du Gabon (Fig. 1a). Ce bassin est limité au Nord et au Sud respectivement par le massif Nord Gabon et par le massif du Chaillu. Il est bordé à l'Ouest par le domaine orogénique de l'Ogooué et à l'Est par les formations mésozoïques du Stanley Pool et des Plateaux Batéké. Ce bassin est subdivisé en quatre sous-bassins, le sous-bassin d'Okondja, le sous-bassin de Lastourville, le sous-bassin de Booué et le sous-bassin de Franceville. Des accidents majeurs orientés dans quatre directions affectent ce bassin: les accidents NW-SE, les accidents N-S, relais des accidents NW-SE, les accidents E-W, ENE-WSW à ESE-WNW et les accidents NE-SW (Feybesse 2010, Pambo *et al.* 2006, Gauthier-Lafaye 1986, Azzibrouck 1986). Cinq formations détritiques non-métamorphiques et volcano-sédimentaires remplissent ce bassin (Fig. 2): le Francevillien A (FA), le Francevillien B (FB), le Francevillien C (FC), le Francevillien D (FD) et le Francevillien E (FE). Le FA, épais de 100 à 1200 m, est constitué de quartzarénites arkosiques d'origine fluviale à fluvio-deltaïque reposant en discordance sur le socle métamorphique archéen. Le FB, de plus de 1200 m d'épaisseur, d'origine marine, se compose de pélites vertes, grises à noires finement litées, d'ampélites contenant des niveaux dolomitiques ferrugineux ou manganésifères et de grès. Le FC, de 10 à 50 m d'épaisseur, est constitué de dépôts chimiques et pyroclastiques de jaspes noirs laminés à constructions stromatolithiques fréquentes et de dolomies grises massives à figures évaporitiques et passées silicifiées. Le FD, d'épaisseur variant entre 50 et 200 m, est constitué d'ampélites plus ou moins silicifiées à intercalations de pyroclastites fines, des pélites verdâtres à intercalations gréseuses et d'alternances grésopélitiques à chenaux de grès tufacés à débit en boules. Enfin le FE, entre 150 et 200 m d'épaisseur, est constituée de grès fins alternant avec des pélites et des ampélites silteuses (Thiéblemont *et al.* 2009, Pambo *et al.* 2006, Bonhomme *et al.* 1982, Weber 1968).

La structuration de ces formations protérozoïques est attribuée à trois phases de déformation (Feybesse *et al.* 2010, Pambo *et al.* 2006, Hassenforder *et al.* 1994). Ces différentes phases de déformations sont reliées au fonctionnement de grands couloirs

cisaillants. La première phase de déformation ou d'effondrement est reliée à un allongement N20 à N50 et au jeu des failles majeures NW-SE. La deuxième phase de déformation est associée à un raccourcissement N130, à la réactivation des failles majeures NW-SE et au fonctionnement des failles ENE-WSW, E-W et ESE-WNW. La troisième phase se rapporterait à un serrage régional d'orientation N15 à N45. Elle se manifeste par un rejeu des failles normales ENE-WSW à ESE-WNW.

Le bassin francevillien au sens large a fait l'objet de plusieurs études scientifiques et de publications (Ndongo 2016, El Albani *et al.* 2010, Ossa Ossa 2010, Pambo *et al.* 2006, Gauthier-Lafaye 1986, Azzibrouck 1986). Ces différents travaux ont fait évoluer la compréhension régionale de ce bassin aussi bien sur le plan sédimentologique que structural. Toutefois, notre zone d'étude dans le secteur de Mingara, situé à l'Est du plateau de Bangombé (Fig. 1b), n'a pas encore été l'objet d'études publiées à ce jour. De même, la faille de M'bouma bien caractérisée en cartographie régionale, à proximité de laquelle se sont fait les sondages, reste un accident n'ayant pas fait l'objet de publication alors que c'est un accident majeur plurikilométrique, de direction N130, de pendage moyen estimé à 65-70° vers le NE et de rejet évalué à plus de 1000 m. En apparence, c'est une faille normale qui met en contact les grès de la formation FA au SW avec les pélites et ampélites de la formation FB au NE (Fig. 1c). Le bloc supérieur à la faille de M'bouma, rempli de grès et d'ampélites, présente une géométrie en demi-graben. Ces accidents, dont celui de M'bouma, suscitent beaucoup d'intérêt aujourd'hui car les gisements d'uranium exploités historiquement dans ce bassin francevillien et se localisant sur la bordure sud du sous-bassin de Franceville montrent des minéralisations d'uranium au toit des grès de la formation FA en contact avec les pélites et les ampélites de la formation FB, le long de ces accidents N-S et N 120° ou à proximité. Ces accidents jouent un rôle majeur dans la compartimentation des fluides oxydants transporteurs de l'uranium en solution.

Une campagne de sondages carottés a été réalisée par la société AREVA GABON S.A, dans le secteur de Mingara, le long de la faille de M'bouma. Notre étude vise à comprendre l'évolution tectono-sédimentaire liée à cet accident par une approche pluridisciplinaire autour des méthodes sédimentologiques et structurales. Les objectifs de ce

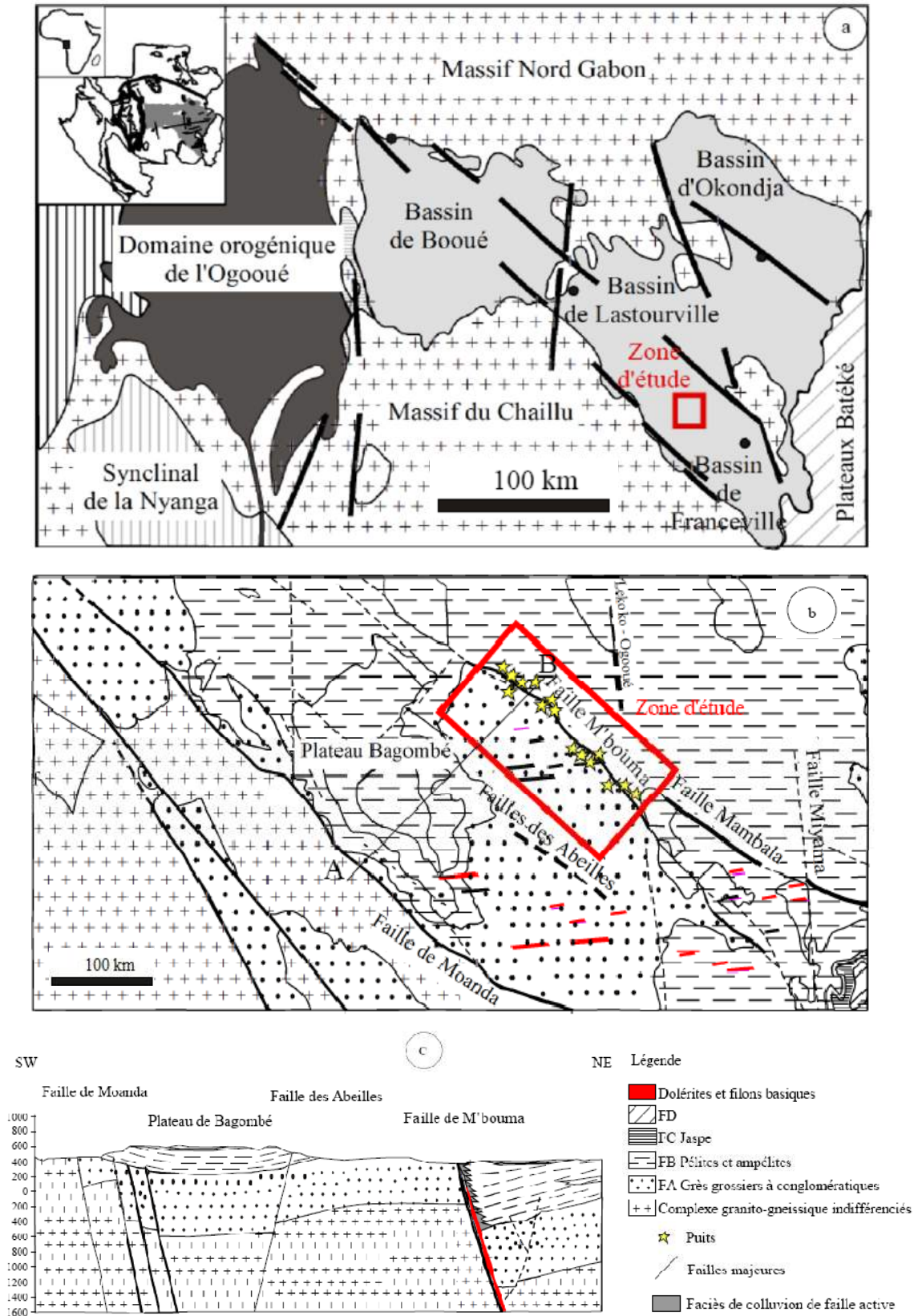


Figure 1. a- Carte des bassins francevilliens, b- Situation de la zone d'étude, c- Coupe (A-B) et localisation de la faille de M'Bouma dans le bassin de Franceville.

Figure 1. a- Structural framework of Franceville Basin, b- location of the study area, c- Cross section (A-B) and M'Bouma fault zone situation into Franceville Basin.

travail visent à: (1) définir les différents faciès observés en sondage autour de cet accident et caractériser les environnements associés; (2) identifier et caractériser les différentes microstructures observées en sondage et faire une étude microtectonique; (3) identifier et caractériser

les remplissages solides et enduits observés dans les microstructures cassantes; (4) établir le log litho structural de synthèse de cette campagne de sondage; (5) proposer une interprétation tectono-sédimentaire en relation avec le fonctionnement de cette faille.

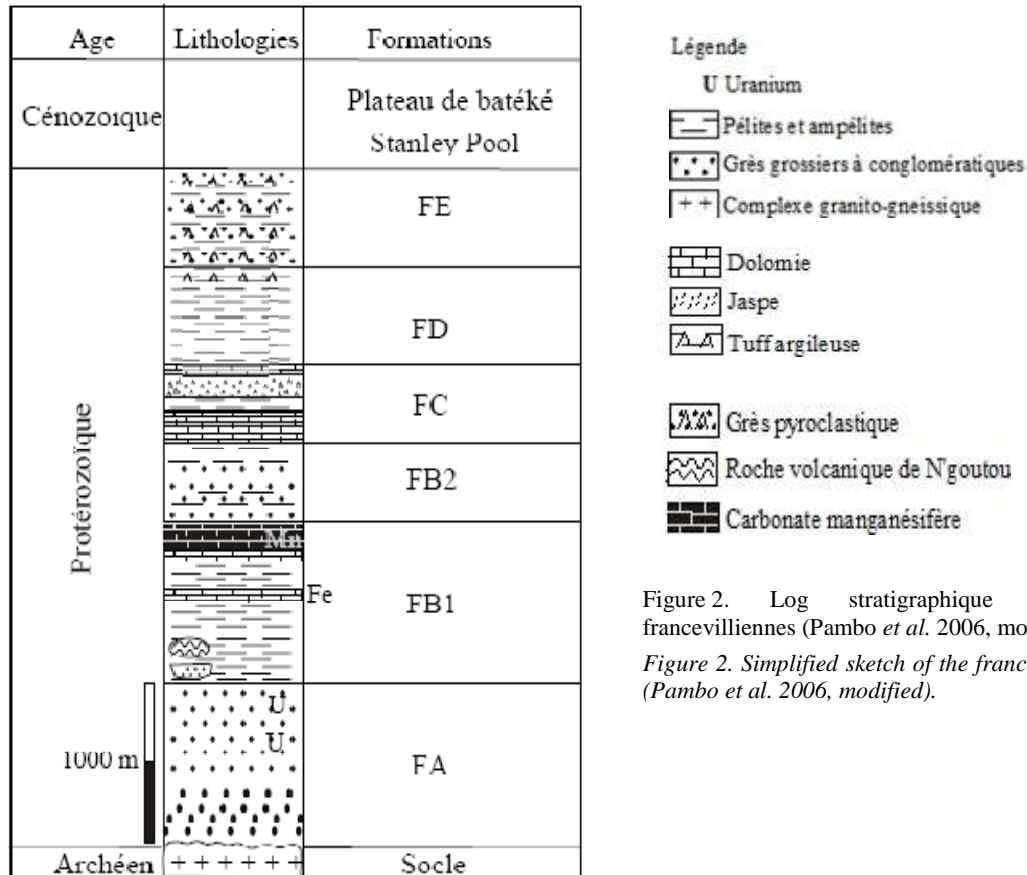


Figure 2. Log stratigraphique des formations francevilliennes (Pambo *et al.* 2006, modifié).

Figure 2. Simplified sketch of the francevillian formations (Pambo *et al.* 2006, modified).

**DONNEES ET METHODES**

**Données**

Ce travail repose sur: (1) plus de 2000 m de carottes repartis sur 16 sondages dont les longueurs sont comprises entre 96 m et 172 m. Ces sondages sont inclinés à contre sens de la faille M'bouma avec des plongements compris entre 54° et 77° vers le SW et des azimuth compris entre N218 et N234; (2) Près de 3444 paramètres structuraux dont 925 surfaces conformes aux stratifications S0, 361 mesures de surfaces de jeux bancs sur bancs, 804 mesures de surfaces tectoniques avec des évidences de rejet (failles, microfaiilles), 1183 mesures de fractures tectoniques sans évidence de rejet (diaclasses, veines), 106 mesures de fractures conformes à la stratification, 45 joints, 20 axes de slump et/ou plis de décollement; (3) Près de 2974 observations de produits de remplissage et/ou enduits fissuraux; (4) les observations cartographiques; (5) les données historiques de sondages déjà effectués dans la zone d'étude.

**Méthodes**

Les étapes suivies dans cette étude sont:

- Le tracé de la génératrice sur les carottes ou la ligne de référence.
- La description des carottes selon une méthode d'analyse sédimentologique fine en terme de faciès sédimentaires à savoir: la couleur, la dureté, la texture (taille, forme, sphéricité et tri des grains), la nature du liant (ciment ou matrice).
- L'étude structurale consistant en l'identification des micro structures caractéristiques de la déformation et en la prise de mesures angulaires  $\alpha$  (Dip angle) et  $\beta$  (Roll angle) correspondant respectivement au plus petit angle entre l'axe de la carotte et la structure mesurée (0-90°) et l'angle entre la ligne d'orientation de la carotte et le grand axe de l'ellipse représentant le plan de la structure (0 à 360°). Les observations systématiques sur les microstructures concernent: (1) la lithologie et l'attribution stratigraphique de l'encaissant; (2) l'épisode de déformation; (3) la détermination des azimuths et pitch des stries quand ils sont apparents; (4) la détermination du sens du mouvement



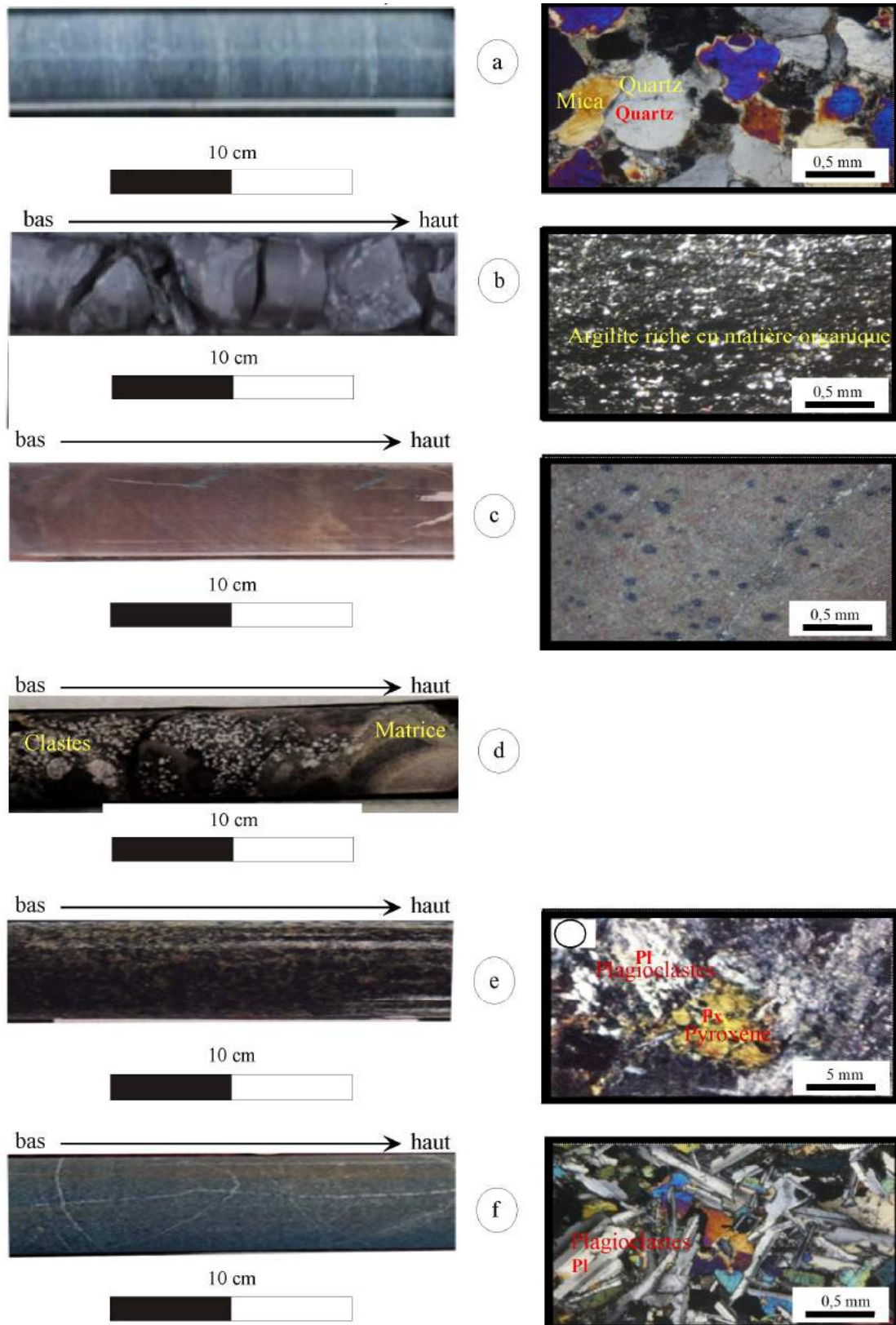
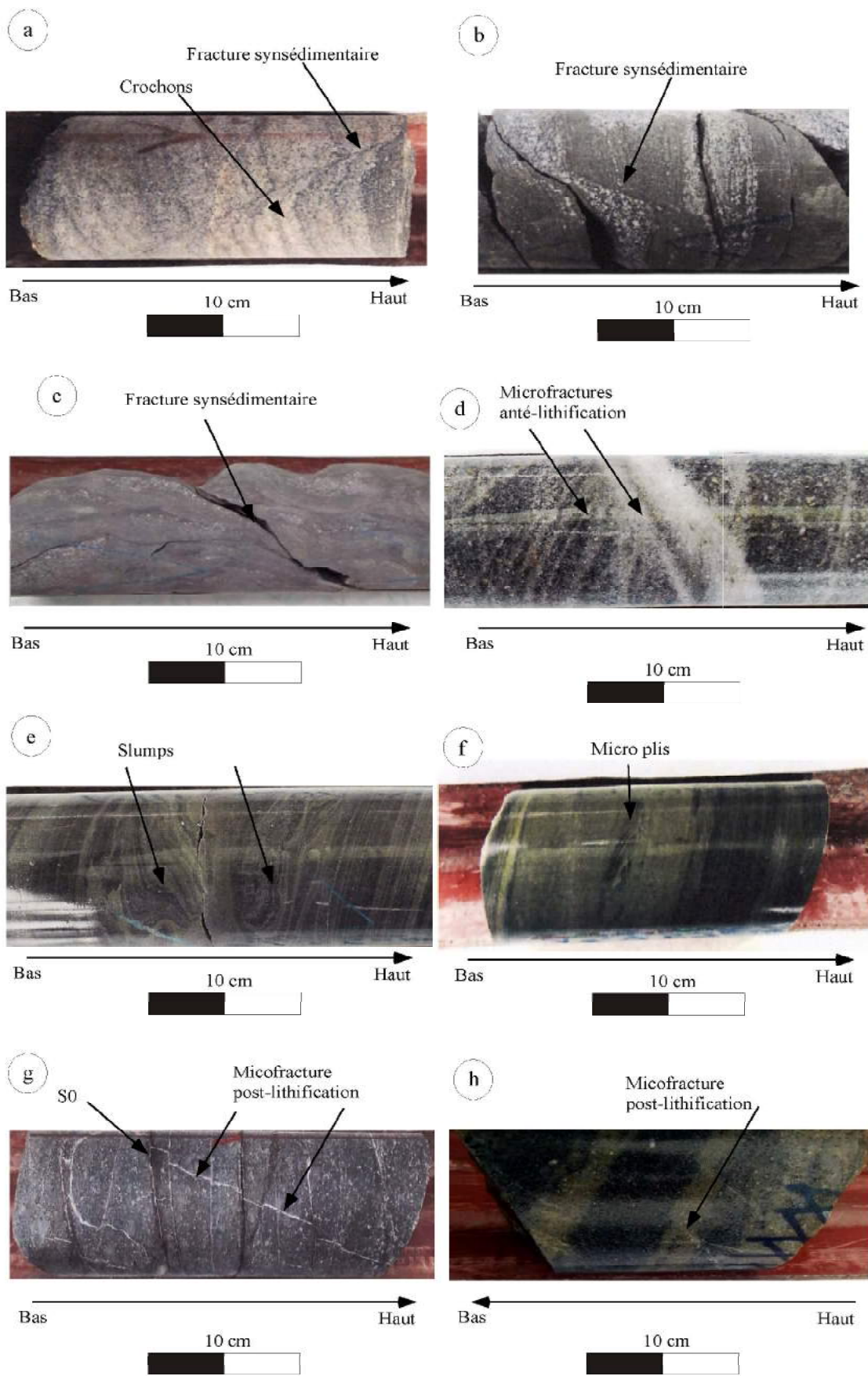


Figure 3. Principaux faciès observés dans les sondages. a- Faciès gréseux, b- Faciès ampélique ou argilite, c-Faciès dolomitique, d-Faciès de colluvion de faille, e- Gabbro, f- Dolérite.

Figure 3. Major facies observed from boreholes, a- Sandstone facies, b- Black shale facies, c- Dolomite facies, d- Alluvial fan deposit on the edge of fault, e- Gabbros, f- Dolerites.



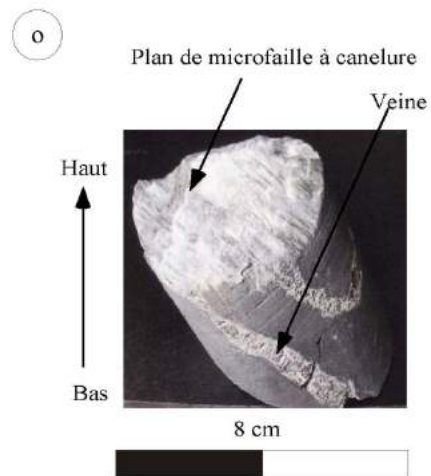
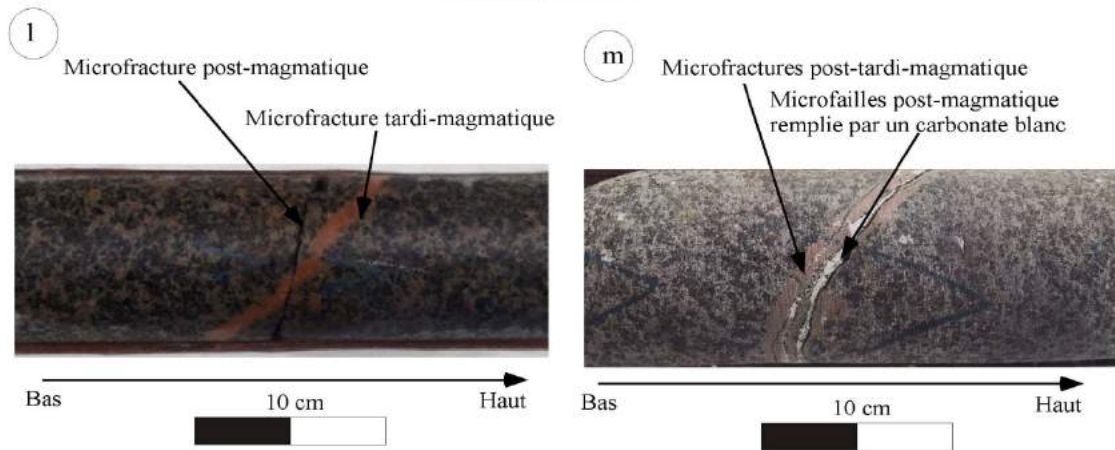
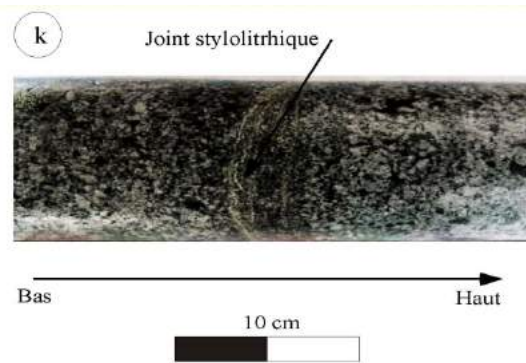
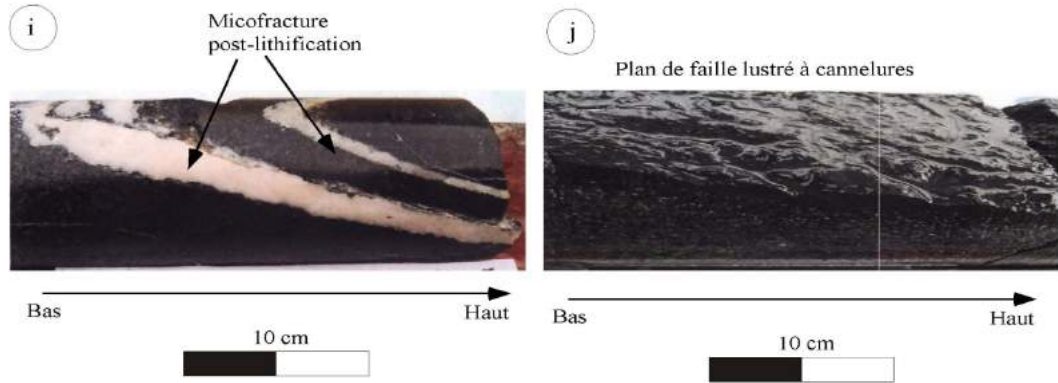




Figure 4. Différents microstructures associées à la faille de M'Bouma, a- microfaille normale synsédimentaire avec crochon de lamines le long du plan de faille dans les grès de la formation FA, b- faille synsédimentaire avec décalage de lamines et à compartiments d'épaisseur variable, c- microfailles anté-lithification à surfaces de cisaillements courbes, irrégulières, d- microstructure anté-lithification en bandes silicifiées dans les grès de la formation FA, e- slump, f- microplis résultant du glissement en masse des siltites argileuses, g- microfailles post-lithification recoupant une diaclase à remplissage de carbonates, h- microstructure post-lithification, i- remplissage quartzueux blanc, j- plans à surfaces cannelées et lustrées, k- joint stylolythique ou surfaces portant des pics et des creux formées par pression-dissolution de la roche, l- Fracture tardi-magmatique recoupée par une microfaille post-magmatique, m- microfracture tardi-magmatique reprise par une déformation post-magmatique à remplissage de carbonate, n- Miroir de faille post-lithification strié avec des remplissages carbonatés en zone abritée, o- Miroir de faille strié à remplissage carboné recoupé par des veines post-lithification à remplissage quartzueux et de phyllosilicates verdâtres.

*Figure 4. Various microstructures associated to M'Bouma fault, a and b- syn-sedimentary normal fault in FA sandstone, c and d- pre-lithification fault and silification band associated in FA sandstone, e- slump, f- fold, g- post-lithification fault recutting a diaclyse with carbonate filling, h- post-lithification structure, i- infilled quartz in post-magmatic fault, j- plan grooved and glossed, k- stylolite vein, l- tardi-magmatic fracture recuted by post-magmatic fault, m- tardi-magmatic microfracture recovery by a post-magmatic deformation with carbonate filling, n- post-lithification structure striated with carbonated infilling in sheltered zone, o - microstructure striated with carbonaceous filling cut by veins post-lithification with quartz and phyllosilicate greenish filling.*

tectonique; (5) la détermination de la relation angulaire avec la stratification.

-Le traitement des données angulaires acquises est faite par le logiciel Dips qui matérialise les données sur un stéréogramme de Wülf.

-L'identification et la description des remplissages et/ou enduits fissuraux observés dans les microfractures classées selon leurs abondances relatives en enduits principaux quand la fréquence d'observation est supérieure à 100 et en enduits secondaires quand la fréquence est inférieure à 10 observations. La quantification statistique de ces produits solides est faite selon les formations encaissantes et selon l'épisode de déformation.

-L'établissement du log litho structural synthétique par l'association de tous les résultats sédimentologiques et structuraux observés sur les 16 sondages. Ce log donne accès à la nature du remplissage sédimentaire le long de la faille de M'Bouma d'une part et, d'autre part il rend compte des différentes microstructures étudiées.

-La reconstitution structurale locale, à proximité de la faille M'Bouma, qui s'appuie sur les observations et l'analyse des critères structuraux d'une part et d'autre part sur l'évolution géodynamique de ce bassin proposé par plusieurs auteurs notamment des orientations de contraintes tectoniques dans le bassin de Franceville (Ndongo 2016, Pambo *et al.* 2006).

## RESULTATS

### Résultats lithostratigraphiques

Les faciès des formations du Francevillien rencontrés dans les sondages sont des grés fins à conglomératiques, des pélites, les dolomies, les faciès de colluvions de failles actives. Les roches observées sont des gabbros et des dolérites. Dans le détail:

-Les faciès grés-conglomératiques appartiennent à la formation FA. Ils sont composés de grés fins (Fig. 3a) à grossiers, localement à passées

conglomératiques à éléments subarrondis, semi-jointifs et à passées argileuses. Ces grés présentent un aspect vitreux lié certainement à un épisode de silicification. Certains niveaux gréseux présentent des croissances intergranulaires de cristaux de carbonates entre les grains de quartz.

-Les faciès pélitiques et ampélitiques appartiennent à la formation FB. Ils sont constitués d'argilites silteuses de coloration verdâtre, grisâtre et souvent noirâtre, riches en matière organique (Fig. 3b). Ces unités argileuses alternent avec des niveaux de grés très fin. En sondage, elles présentent parfois une stratification verticale suggérant des pendages forts, passant à une stratification déstructurée et généralement à plis et slumps vers le sommet de la formation.

-Les faciès dolomitiques appartiennent à la formation FC. Ils sont d'épaisseur centimétrique, intercalés dans les grés et dans les siltites argileuses (Fig. 3c). Ils sont de coloration rosâtre à blanchâtre. Ils peuvent être massifs et compacts, rarement stratifiés, ou sous forme de brèches accompagnées de figures d'expulsion de fluide. Ces dolomies, lorsqu'elles sont intercalées dans les grés, présentent des éléments clastiques plus ou moins grossiers.

-Les faciès de colluvion de faille active (CFA) se caractérisent par des grés et des conglomérats à éléments arrondis et jointifs pris dans une matrice argileuse ou dans un ciment carbonaté (Fig. 3d). Dans certains cas, on note la présence de clastes argilo-gréseux centimétriques enrobés dans une matrice grés-conglomératique. Ces faciès CFA suggèrent des périodes d'activité tectonique dans le bassin.

-Les filons de roches magmatiques gabbros et dolérites (G & D) sont des roches généralement massives, compactes et de coloration vert sombre. Les gabbros présentent une texture microgrenue avec des minéraux visibles à l'œil nu (Fig. 3e) et les dolérites une texture microlithique avec des minéraux de feldspaths plagioclase sous forme de lattes visibles à la loupe (Fig. 3f). Ces roches, sous forme

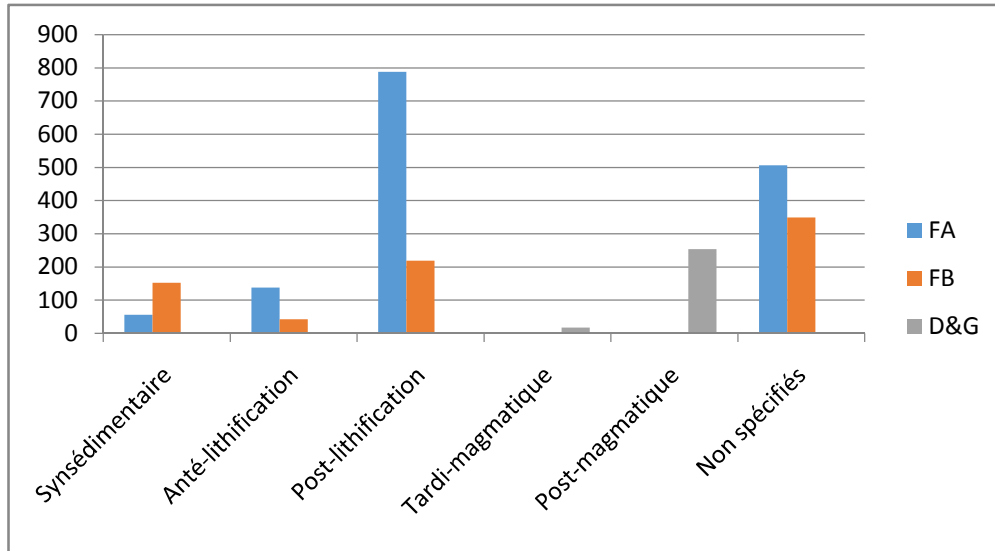


Figure 5. Histogramme de répartition des différents types de microstructures par rapport aux formations francevilliennes.  
 Figure 5. Distribution of microstructure types compared to the francevillian formations.

Formations	Failles et microfailles		Fractures sans mouvements apparents	
	Projections stéréographiques	Rosaces	Projections stéréographiques	Rosaces
Dolérites et gabbros				
Francevillien C				
Francevillien B				
Francevillien A				

Figure 6. Résultats et projections stéréographiques des failles et fractures sans mouvements apparents dans la formation FA, FB, Dolérite, gabbros.  
 Figure 6. Results and stereographic projections of faults and diaclasses in francevillian FA, FB, dolerites and gabbros.

d'intrusions, recourent l'ensemble des formations francevilliennes.

### Déformations associées à la faille de M'Bouma

Plus de 3000 microstructures sont observés dans cette étude. Elles sont réparties en trois types: les microstructures synsédimentaires à anté-lithification, les microstructures post-lithification et les microstructures tardi-magmatiques à post-magmatiques.

**Les microstructures synsédimentaires à anté-lithification** se forment pendant le dépôt des sédiments, avant la diagenèse, au cours du fonctionnement de la faille. Elles se caractérisent en sondages par des microfailles, des variations d'épaisseur des lithofaciès de part et d'autre du plan de faille (Fig. 4a et 4b). Elles se caractérisent aussi par des crochons de lamines suivant un plan de faille sans cassure apparente, un décalage des lamines laissant supposer un plan de microfaille synsédimentaire. On peut aussi observer des surfaces de cisaillements courbes, irrégulières (Fig. 4c). Elles se marquent par des bandes d'injection silicifiées de couleur majoritairement blanchâtre ou verdâtre, sécantes à la stratification (Fig. 4d), bandes issues de liquéfaction ou fluidisation associées à la mise en place d'intrusion fluides lors de la fracturation hydraulique d'un sédiment peu consolidé (Lowe 1975, 1976). Elles se marquent enfin par des microslumps (Fig 4e) et très rarement des plis (Fig 4f).

**Les microstructures post-lithification** résultent de la déformation cassante affectant le matériau rocheux déjà consolidé. Il s'agit de structures cassantes, à rejets millimétriques à centimétriques, présentant des mouvements de compartiments (Fig. 4g, 4h). Elles se caractérisent par des plans à surfaces généralement bien striées, cannelées et lustrées (Fig. 4i). Il s'agit aussi des fractures plus ou moins régulières souvent conforme à la stratification, sans déplacement du plan de rupture. Il s'agit enfin de joints stylolithiques ou surfaces portant des pics et des creux formées par pression-dissolution de la roche (Fig. 4j).

**Les microstructures tardi-magmatiques à post-magmatiques** sont des microstructures cassantes qui faille d'une part et d'autre part à déterminer les périodes d'activité de cette faille. Les jeux banc sur banc sont des discontinuités conformes à la stratification présentant des critères de mouvements tels les striations et les surfaces lustrées. Ce sont des ruptures qui permettent d'enregistrer les plus faibles contraintes. L'étude de toutes ces microstructures permet ainsi de mettre en évidence les phases de fonctionnement de la faille de M'Bouma.

-La projection stéréographique des failles et microfailles (Fig. 6) présente une direction NW-SE

affectent les filons magmatiques après que ceux-ci se soient refroidis. Les microstructures tardi-magmatiques se marquent essentiellement sur les filons de roches basiques par des bandes roses orangées millimétriques à centimétriques (Fig. 4k, 4l). Les microfailles post-magmatiques montrent pour l'essentiel la présence de stries sur les surfaces ou les remplissages carbonatés (Fig. 4l). Par endroits, elles recourent les microfailles tardi-magmatiques. Elles sont interprétées comme étant des fentes remplies d'un autre fluide magmatique pendant le refroidissement et la cristallisation du magma basique. Elles pourraient aussi provenir de l'altération préférentielle suivant les plans de faiblesse des olivines.

Des tectoglyphes sont observés sur certaines de ces microfailles (Fig. 4m et 4n).

Certes, 34 % ne sont pas situées dans la chronologie, néanmoins l'essentiel des principales microstructures observées, synthétisé dans la figure 5, répertorie leur abondance par formations. Les structures synsédimentaires à anté-lithification sont autant observées dans les faciès de la formation FA que FB. En revanche, les structures post-lithification sont plus nombreuses dans les faciès de la formation FA. Les structures tardi-magmatiques à post-magmatiques sont exclusivement notées dans les roches basiques.

### Etude microtectonique associée à la faille de M'Bouma

3444 paramètres structuraux ont été observés et identifiés dans ce travail : les failles et microfailles, les fractures sans rejet apparent, les joints stylolithiques les fractures conformes à la stratification, S0, les mouvements bancs sur bancs. Les failles et microfailles sont des microstructures montrant des rejets millimétriques à centimétriques. Les fractures sans rejet apparent (diaclasses, veines) et fractures conformes à la stratification sont des structures tectoniques cassantes plus ou moins régulières, sans déplacement le long du plan de rupture. Les joints stylolithiques sont des surfaces portant des pics et des creux, formées par la dissolution sous pression de la roche. Les stratifications S0 d'origine sédimentaire permettent de connaître la pente structurale des couches sédimentaires recoupées en sondage. Les variations de ces pentes aident à localiser la zone d correspondant à celle de la faille M'Bouma. Les rejets normaux prédominent sur les rejets inverses avec des plans de stries orientés N30-N60°. Dans les faciès de la formation FA, on note une direction NW-SE prépondérante. Les sens de déplacement sont dispersés avec une composante normale dominante et une composante inverse régulière. La déformation enregistrée dans les faciès de la formation FB confirme la prépondérance de la direction NW-SE. Le jeu normal reste dominant mais un jeu inverse existe aussi. Les directions de stries N30 à N60

dominant l'ensemble des mesures. Dans les dolérites, plusieurs directions sont notées dont la direction NW-SE, dominante, la direction E-W et la direction N-S. Les lignes azimut et les sens de glissement montrent une dominante inverse avec des stries de direction N30 - N60.

-Les fractures sans mouvement apparent (Fig. 6) présentent une dispersion des orientations. Dans les

faciès de la formation FA, on note la famille NW-SE à WNW-ESE à fort pendage voire subvertical. Ces fractures témoignent de la déformation affectant la couverture sédimentaire lors de l'activité de la faille de M'bouma. Dans les faciès de la formation FB, on enregistre une direction NNE-SSW différente des

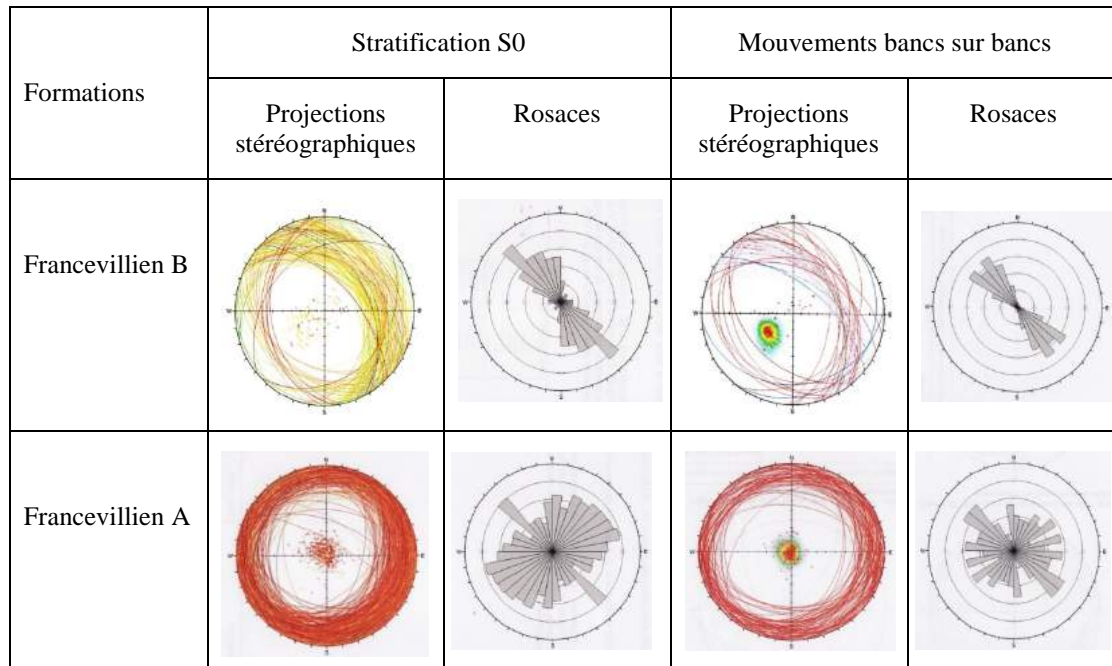


Figure 7. Résultats et représentations stéréographique des surfaces de stratification S0 et des mouvements banc sur banc dans les formations francevilliennes.

Figure 7. Results and stereographic representations of S0 stratification surfaces and bench on bench movements in francevillian formations.

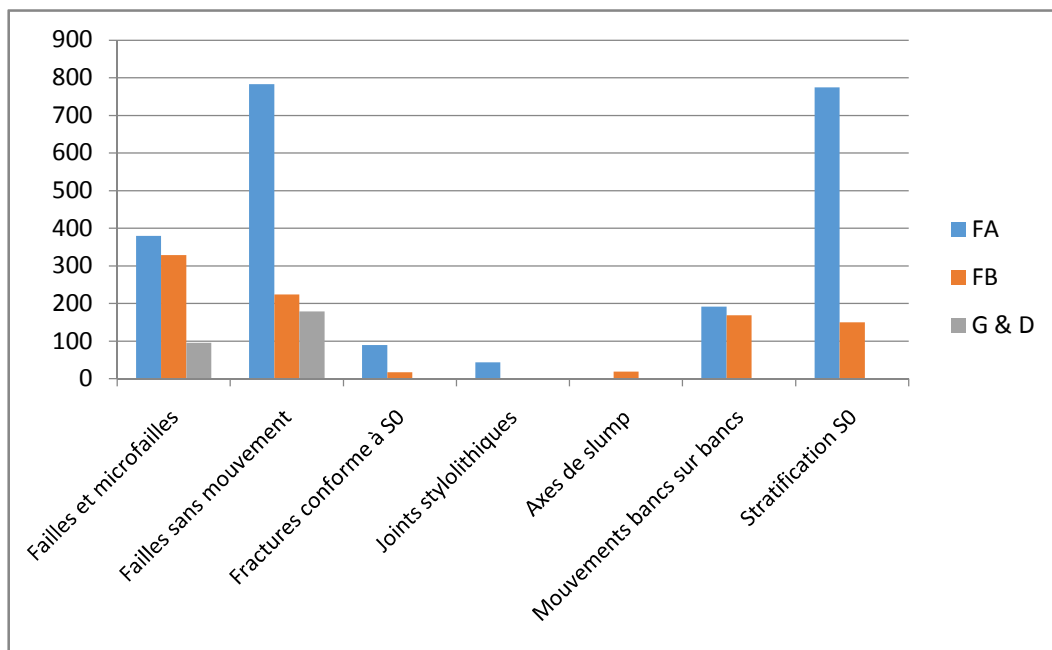


Figure 8. Répartition des microstructures par formations francevilliennes.

Figure 8. Microstructure distribution by francevillianseries.



principales directions observées précédemment. Dans les dolérites, les observations mettent évidence la direction NW-SE, prépondérante.

-La projection stéréographique des surfaces sédimentaires S0 (Fig. 7), malgré une dispersion des orientations et 96% des plans à pendage inférieur à 40° fait ressortir la famille de direction NW-SE, parallèle à la direction de la faille de M'bouma et plusieurs autres familles réparties autour d'une direction NE-SW. Dans les faciès appartenant à la formation FA, les surfaces S0 montrent des orientations dispersées. Les pendages sont

subhorizontaux avec 88% des plans ayant des pentes inférieures à 35°. Dans les faciès de la formation FB, les stratifications sont principalement réglées suivant la direction NW-SE avec une direction N130°-N140° largement distincte des autres. La distribution des pendages montre une famille à pendages compris entre 0 et 30° (55%) et une famille à pendages compris entre 30 et 55° (45%). Des pendages vers le NE sont associés aux crochons et vers le SW sont associés à la stratification. Cette déformation dans les faciès de la formation FB proviendrait des

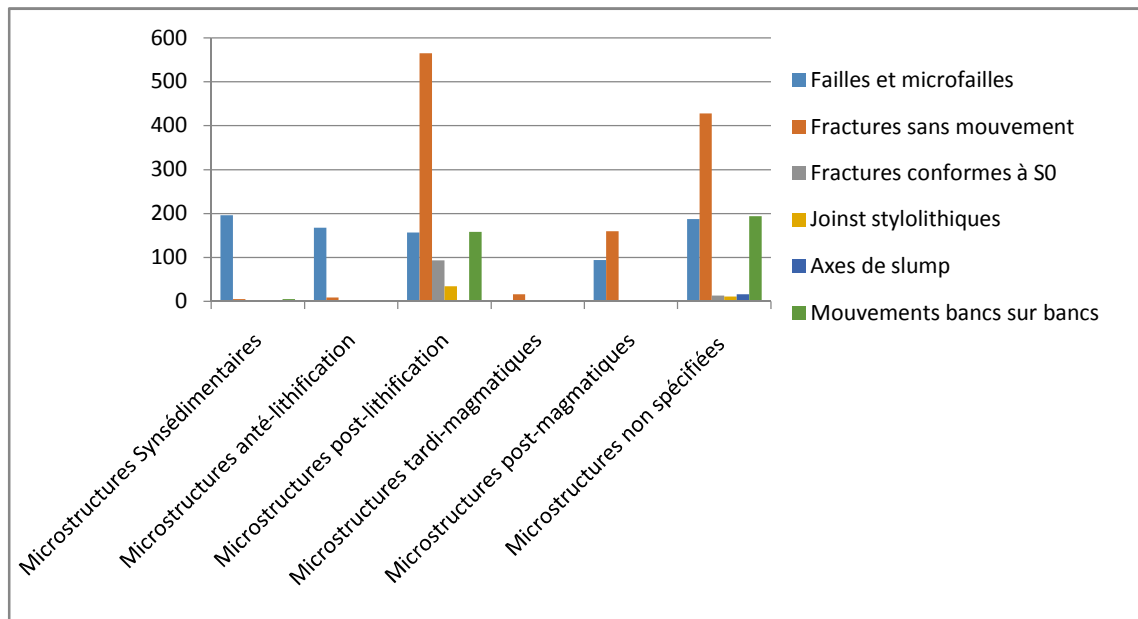


Figure 9. Statistique de répartition des déformations dans les formations francevilliennes en fonction de leur chronologie par rapport aux événements sédimentologiques et magmatiques.

Figure 9. Statistics of the deformations distribution in the francevillian formations according to their chronology with respect to the sedimentological and magmatic events.

déformations imposées par le fonctionnement de la faille de M'bouma.

-La projection stéréographique des jeux banc sur banc (Fig. 7) dans les faciès de la formation FA présentent une géométrie généralement sub-horizontale caractérisée par le regroupement des pôles au centre du stéréogramme. Les valeurs de pendage ne dépassent pas 40°. La rosace montre une dispersion des orientations avec une direction NW-SE légèrement distincte. Les critères de mouvements montrent des microstructures à stries N030-N060° se déplaçant vers l'WSW. Les microstructures à stries N120-N150 ne montrent pas des évidences de mouvement NW-SE. Dans les faciès de la formation FB, la géométrie des jeux banc sur banc montre une majorité des plans orientés NW-SE. Ces plans se répartissent en deux familles par rapport au pendage de la faille de M'bouma: une famille antithétique mineure, à sens de pendage vers le SW et une famille synthétique, plus développée à pendage NE. Ces

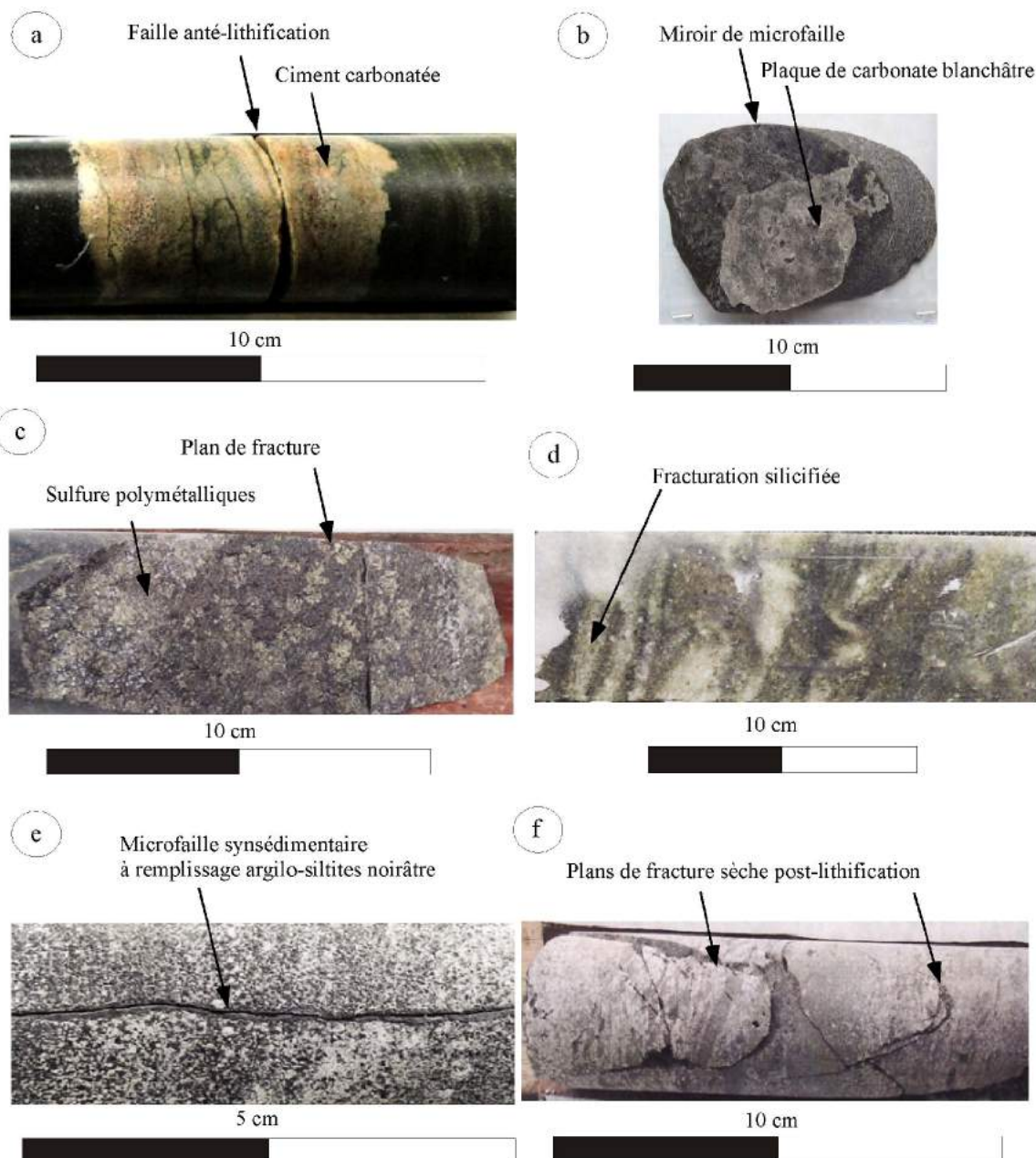
structures présentent de grandes valeurs de pendages en moyenne de 34°. Les plans portant des stries N030-N060 présentent des mouvements des compartiments supérieurs majoritairement vers le SW. Les mouvements vers le NE sont quasi absents. L'essentiel des observations des microstructures par formation est synthétisé dans la Figure 8. La plupart des observations ont été faites dans les faciès appartenant à la formation FA (66%) contre 26% dans les faciès de la formation FB et 8% dans les dolérites et gabbros. Les failles et microfailles sont toutes aussi fréquentes dans les faciès de la formation FA (47%) que dans les faciès FB (40%) et les dolérites (11%). Les fractures sans mouvement apparent sont plus fréquentes dans les formations lithologiques compétentes de la formation FA, les dolérites et gabbros avec respectivement 66 % et 14% de mesures. On note 18% de mesures dans les faciès de la formation FB. Enfin, les jeux bancs sur bancs sont tout aussi fréquents dans les faciès de la

formation FA que dans les faciès de la formation FB avec respectivement 53 % et 47 % de mesures. En associant les microstructures avec l'épisode de déformation (Fig. 9), les failles et microfailles appartiennent essentiellement à l'épisode syn-sédimentaire à anté-lithification avec respectivement 24% et 21% d'observations. Les microstructures tardi-magmatiques montrent 19% d'observation, les microstructures post-magmatiques sont représentées avec 12%. Les fractures sans rejeu apparent sont plus observées dans les microstructures post-lithification (47%), les microstructures tardi-magmatiques et post-magmatiques (14%) et moins de 1% dans les microstructures syn-sédimentaires à anté-lithification.

### Remplissages et enduits fissuraux.

2874 produits solides remplissent les fractures observées en sondage. Ces produits solides ont été classés selon leurs abondances relatives en enduits principaux quand la fréquence est supérieure à 100 observations et enduits secondaires quand la fréquence est inférieure à 100 observations. Les enduits principaux sont constitués par:

- **Les remplissages carbonatés**, les plus abondants, observés dans les faciès du francevillien



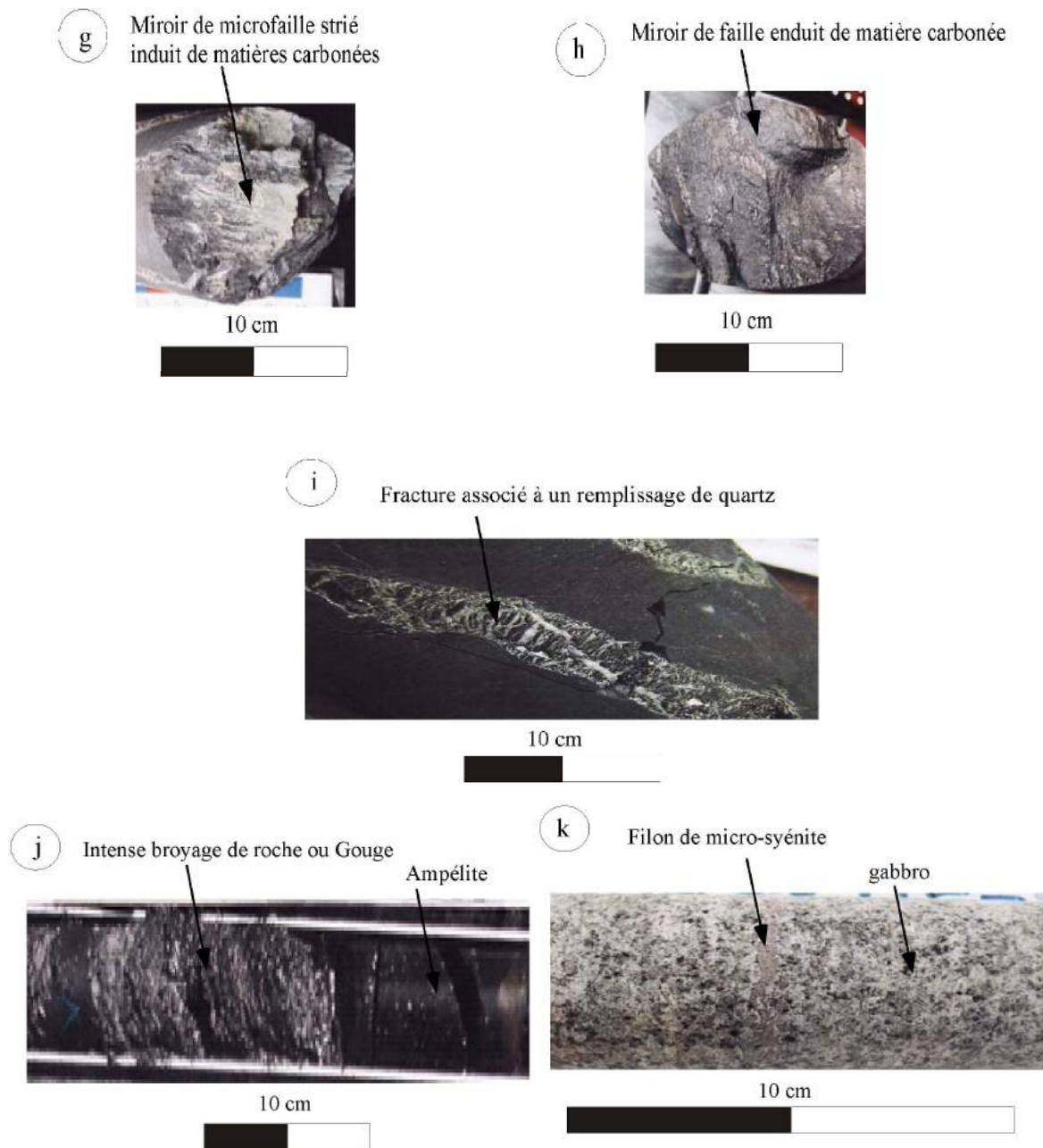


Figure 10. Remplissages et enduits fissuraux. a- bande de cimentation carbonatée dans une faille anté-lithification, b- miroir de microfaille strié à surface recouverte d'un plaquage carbonaté blanchâtre, c- plan de fracture recouverte de sulfure polymétalliques, d- plan de micro fracture silicifiée, e- fracture à remplissage argilo-siltites noirâtre, f- fracture sèche post-lithification, g et h microfaille à enduit de matières carbonées, i- fracture associée à un remplissage de quartz, j- zone de broyage intense, k- Filon de micros syénite dans un gabbro encaissant.

Figure 10. Coating and infilling fissurals, a- carbonate cementing banded in before lithification fault, b- surface fault with carbonate plaquage, c- polymetallic sulfur infilling, d- silice in fault, e- syn-sedimentary fault with black siltstone and shale infilling, f- fault without infillings, g & h- organic matter infilling, i- structure associated with quartz infilling, j- gouge infilling, k- syenite vein in gabbro.

A, du francevillien B et des dolérites (Fig. 4m, 10a et 10b). Ils sont de coloration blanche, rosâtre et peuvent se rencontrer seuls ou associés à d'autres phases minérales telles que les sulfures. Ils tapissent principalement les fractures anté-lithification et les fractures postérieures au magmatisme. Ces

carbonates peuvent provenir de plusieurs épisodes diagénétiques affectant les formations francevilliennes.

-Les remplissages sulfurés rencontrés de manière prépondérante et égale dans les faciès du francevillien B et les filons basiques (Fig. 10c). Ils recouvrent

principalement les fractures post-magmatiques et post lithification. Dans ces dernières, plusieurs types de sulfures sont reconnus en fonction de leur éclat et des caractères macroscopique : pentlandite, chalcopryrite, blende, galène etc. Ils peuvent provenir d'un fluide dont la circulation est due à l'intrusion magmatique.

- **Les remplissages de produits décolorés et silicifiés** abondent dans les faciès du francevillien A et se localisent généralement dans les microstructures antérieures à la lithification (Fig. 4c, 10e). Ils proviennent de la circulation de fluides dans la microstructure pendant la lithification des sédiments.

- **Les remplissages d'argilo-siltites** correspondent à du matériel sédimentaire injecté à l'état meuble dans les fractures syngénétiques (Fig. 10e). Ils s'observent principalement dans les faciès du

francevillien A et particulièrement dans le groupe de microstructures syngénétiques.

- **Les remplissages phyllosilicatés** s'observent principalement dans les fractures affectant le francevillien A et secondairement dans le francevillien B. Il s'agit d'argile de coloration verdâtre à bleuâtre ne faisant pas effervescence à l'acide. Ils recouvrent majoritairement les microstructures postérieures à la lithification.

- **Les remplissages indéterminés** principalement observés dans les filons basiques. Il s'agit d'un ensemble de produits dont la nature n'a pu être déterminée de façon précise; Tout comme on note plusieurs fractures sèches (Fig. 10 f). Les enduits secondaires dont la fréquence est inférieure à 100 observations sont constitués par:

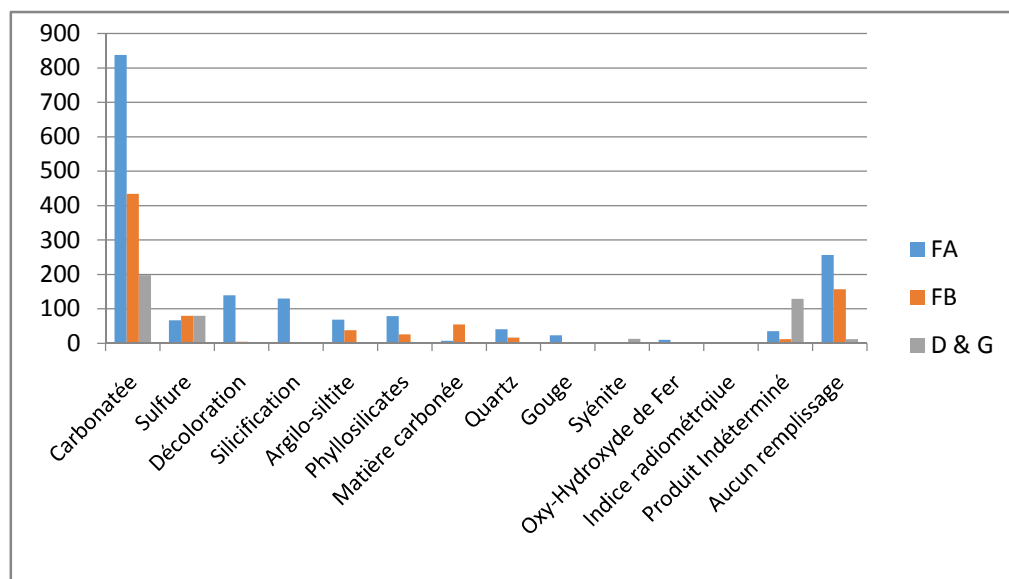


Figure 11. Répartition des différents types de remplissages et d'enduits fissuraux dans les formations francevilliennes.

*Figure 11. Some coating and infilling fissural repartitions in francevillian formations.*

. les remplissages carbonés ou produits dont l'origine est supposée liée à une migration d'hydrocarbures (Fig. 10g et 10h). Deux sortes de produits sont observés, un premier à aspect métallique tachant les doigts au touché (graphite) et un autre à aspect résineux (bitume). Ces produits tapissent principalement les microstructures post-lithification dans la formation FB.

. Les remplissages de quartz, peu fréquents dans les sondages (Fig. 10i). Ils se répartissent dans les fractures postérieures à la lithification dans lesquelles ils sont associés aux phases carbonatées.

. Les remplissages de gouges (pseudo-tachylites) se caractérisent par un intense broyage des roches compétentes sous l'action des contraintes tectoniques. Ils se rencontrent dans les microstructures post-lithification (Fig. 10j).

. Les remplissages micro-syénitiques uniquement dans les microstructures tardi-magmatiques (Fig. 10k). Ils se caractérisent par une coloration orangée

pouvant provenir de la cristallisation d'un fluide tardi magmatique.

. Les remplissages d'oxyde et hydroxyde de fer sont exclusivement observés dans des microstructures post-lithification.

. Les indices radiométriques identifiés comme des auréoles centimétriques de produits radioactifs brunâtres et noirâtres, aplaties dans la stratification.

Parmi les différents types de remplissages, enduits et produits d'altérations décrits dans cette étude (Fig. 11), les remplissages carbonatés sont observés dans toutes les formations. La diversité des produits est plus grande dans les faciès de formation FA. Les faciès de la formation FB sont les hôtes principaux des fractures à remplissages et enduits de matières carbonées. Trois types de remplissages et enduits sont typiques des fractures recoupant les dolérites et les gabbros: des enduits noirâtres indéterminés très fréquents dans les fractures post-magmatiques, les sulfures probablement en raison des caractéristiques



géochimiques des roches basiques, les micro-syéénites caractéristiques des fractures tardi-magmatiques.

**Colonne lithologique et structurale de synthèse**

La colonne de synthèse (Fig. 12) montre que la partie basale de la zone carottée est constituée de 60 m en moyenne de faciès grés-conglomératiques de la formation FA, la partie médiane est constituée d'une quarantaine de mètres de pélites et d'ampélites du FB. Le sommet des sondages est fait d'une vingtaine de mètres de faciès dolomitiques du FC.

Ce log montre que les faciès de la formation FA sont principalement affectés par une déformation cassante (diaclasses, microfailles post-lithification, fentes de tension...), par une déformation syn-sédimentaire et par une déformation anté-lithification

de moindre ampleur. Les faciès de la formation FB sont affectés par la déformation syn-sédimentaire, par des slumps et par des microplis. La déformation post-lithification est également d'importance majeure, matérialisée par un développement de réseaux de fractures et de microfailles. Les dolérites enregistrent une déformation cassante caractérisée par des diaclases et des microfailles.

**DISCUSSIONS**

**Paléoenvironnements déduits des faciès observés dans les sondages**

L'étude autour de la faille de M'Bouma montre que seules les formations FA, FB et FC sont traversées en sondage. Les faciès de la formation FA

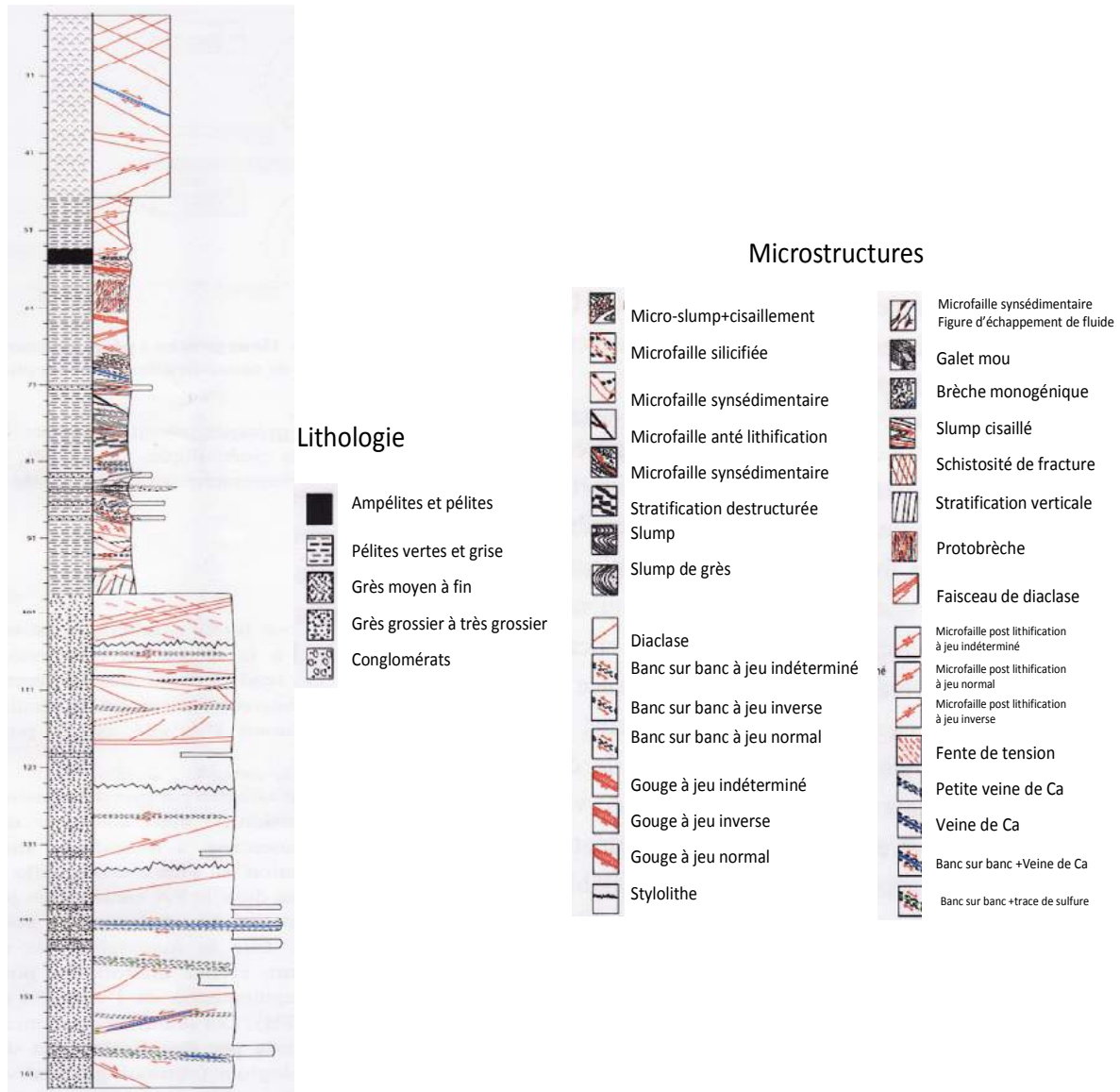


Figure 12. Colonne lithologique structurale de synthèse.  
 Figure 12. Synthetic lithological and structural column.

sont d'origine fluviale et fluvio-deltaïque (Feybesse 2010, Pambo *et al.* 2006, Gauthier-Lafaye 1986, Azzibrouck 1986, Weber 1968). Les faciès de la formation FB sont attribués à un milieu intertidal voire à un environnement marin de type "shoreface" puis à un environnement d'offshore supérieur sujet à l'action des vagues de beau de temps et aux phénomènes de glissement gravitaire (Pambo *et al.* 2006). Les faciès de la formation FC marquent une sédimentation d'origine chimique en zone supratidale pour les carbonates massifs et du remaniement syn-tectonique de ces derniers, ou d'une fracturation liée à une surpression de fluide pour les brèches carbonatées (Pambo *et al.* 2006). Les faciès de colluvion de faille active CFA correspondent à des dépôts très hétérogènes issus du remaniement sédimentaire des dépôts FA. Ils pourraient être assimilés à des coulées de débris provenant du déplacement en masse d'un matériel FA à faible cohésion. Ils se déposeraient de manière brusque dans les dépôts pélitiques FB le long de l'escarpement de la faille de M'Bouma. Les filons de roches magmatiques basiques ou dolérites (D & G) recoupent l'ensemble des formations francevilliennes FA, FB et FC. Ils marquent le dernier épisode géologique qui affecte le bassin francevillien (Feybesse 2010).

#### Microstructures observées sur les sondages

De la description systématique des structures sédimentaires et tectoniques sur les sondages orientés ressortent quelques faits suivants :

- Pour une large majorité de microstructures, quel que soit leur type, leur importance dans la zone d'étude caractérise la zone d'influence de la Faille de M'Bouma. Les faciès de la formation FB sont tout aussi déformés que les faciès de la formation FA et les filons de dolérite et de gabbro. L'intensité des déformations associées aux litages plus fins, aussi nombreux et aussi réguliers dans les pélitites et ampélites de la formation FB pourrait expliquer ces proportions. Le contexte tectonique extensif de ces déformations est démontré par la grande majorité de microfailles syn-sédimentaires et anté-lithification à rejet apparent normal. C'est vraisemblablement dans ce contexte extensif que la Faille de M'Bouma a principalement joué. Le jeu normal a permis l'effondrement rapide du compartiment NE du bassin de Franceville tandis que les produits de démantèlement du compartiment SW soumis à l'érosion nourrissent les cônes de colluvion de faille active au pied de la faille. Ultérieurement, une phase de serrage tectonique NE-SW post-magmatique est mise en évidence par de nombreuses microfailles post-lithification et post-magmatiques.

- Les fractures sans rejet apparent, quasiment toutes post-lithification ou post-magmatiques, sont abondantes dans les faciès de la formations FA et les roches basiques (dolérites et gabbros). Dans les

pélitites et ampélites du FB, ces fractures sont moins fréquentes et mal organisées. Ces fractures pourraient être en partie liées à des mécanismes de fracturation hydraulique ou être la résultante de la phase de serrage N050.

- L'analyse quantitative de la stratification S0 révèle une importante activité syn-sédimentaire de la faille de M'Bouma pendant la sédimentation du FB. Cela se marque par des pendages importants au sein de cette formation et la présence des structures résultant d'une déformation souples (plis, slumps et microfailles syn-sédimentaires à surfaces courbes). L'analyse stéréographique des microfailles révèle pour l'essentiel une dominance de microfailles normales et une direction privilégiée NW-SE. L'observation des fractures sans rejet apparent montre deux familles dans les formations lithologiques compétentes, une famille NW-SE à fort pendage vers le NE et des fractures sub-horizontales. La famille de fractures NW-SE à fort pendage correspondrait à une contraintesub-verticale de régime tectonique extensif syn-sédimentaire. La famille de fractures sub-horizontales correspondrait à des contraintes compressives associées à la phase de serrage NE-SW post-magmatique tardive. Dans les faciès de la formation FB, la mauvaise organisation des fractures sans rejet apparent serait liée à une fabrique syn-sédimentaire anarchique avec la structuration tectonique précoce des sédiments du FB voire à la souplesse des pélitites et ampélites souvent plissées. Lorsqu'on se porte sur l'étude des mouvements banc sur banc, on observe une famille ayant une direction identique à celle de la faille de M'Bouma mais à pendage vers le SW. Cette famille peut provenir du développement de failles normales secondaires antithétiques et contemporaine de la faille de M'Bouma. On observe également des jeux inverses avec les blocs soulevés dirigés vers le SW. Cela peut correspondre à un épisode de serrage succédant à la phase d'extension marquée par la présence des microfailles syn-sédimentaires. Dans les filons basiques, le jeu inverse dans les failles et microfailles est plus accusé que le jeu normal. Cela laisse supposer une phase d'inversion postérieure à l'intrusion basique et réactivant la faille M'Bouma.

#### Répartition des remplissages fissuraux au sein des différentes formations

Plusieurs types de produits solides et d'altérations ont été définis dans cette étude. Cette diversité peut s'expliquer par le fait que: les faciès de la formation FA ont été affectées par un plus grand nombre d'évènements tectoniques et diagénétiques à l'origine de multiples paragenèses minérales précipitées dans les fractures. Ces faciès, composée de grès fins à grossiers, constituent un réservoir hydrogéologique considérable et potentiellement un bon réservoir pétrolier. Ce contexte lithologique perméable facilite la percolation des fluides minéralisés et organiques

dans les fractures. Les faciès de la formation FB, essentiellement composée de pélites et ampélites, sont les hôtes principales des fractures à remplissages et enduits de matières carbonées. Les ampélites de la formation FB seraient des roches mères à hydrocarbures. Le réseau de fractures dans la formation FB serait à priori le collecteur privilégié pour la migration secondaire des hydrocarbures.

### **Chronologie relative et évolution structurale locale**

L'évolution structurale de cette étude propose cinq phases associées à l'évolution de la faille M'Bouma:

- La phase 1 répartie en deux sous phases, une phase 1A caractérisée par des faibles valeurs de pendages dans la formation FA; une phase 1B correspondant à l'effondrement du compartiment NE de la faille de M'Bouma et se caractérisant par une déformation de la stratification dans la formation FB, des remaniements sédimentaires et des microstructures à jeux normaux vers le NE. Il se développe aussi des microfailles antithétiques à celle de M'Bouma. Cette phase d'effondrement proviendrait de l'extension N020 à N50 décrite par Pambo (2006).

- La phase 2 de tectonique transcurrente liée à un raccourcissement N130°. On observe une sédimentation transgressive de la formation FC qui vient sceller les formations FA et FB. Feybesse (2010) interprète cette phase comme étant le rejeu des accidents NW-SE et des accidents NS.

- La phase 3 compressive est liée à un serrage N15°-N45° (Pambo 2006, Feybesse 2010). La tendance au serrage observée par l'analyse microstructurale peut y être intégrée. La fracturation hydraulique et la minéralisation uranifère serait contemporaines de cette phase (Ndongo 2016).

- La phase 4 est marquée par l'intrusion des filons basiques accompagnés par des sulfures (Fe, Ni, Zn, Cu) le long de la faille de M'bouma. Cette intrusion, d'ampleur régionale, proviendrait d'une phase d'extension N80.

- La phase 5 de serrage post-doléritique, marquée par les fracturations dans les roches basiques, est liée à un raccourcissement NE-SW ou compression panafricaine N050 (Feybesse 1998).

### **CONCLUSIONS**

L'étude sédimentologique de faciès, l'étude microtectonique des déformations affectant les formations sédimentaires FA et FB et les roches basiques près de la zone de faille de M'Bouma et l'étude des remplissages et/ou enduits fissurés associés révèlent l'existence d'un système géodynamique actif au cours de la sédimentation francevillienne. L'analyse sédimentologique a permis de mettre en évidence des faciès appartenant aux

formations FA, FB et FC respectivement les grès fins à grossiers, les pélites, les ampélites et les dolomies. Le long de l'escarpement de la faille de M'Bouma, on note les faciès de colluvion de faille active issus du remaniement sédimentaire des dépôts sableux FA et se déposant de manière brusque dans les dépôts pélitiques FB. Ces faciès sont recoupés ultérieurement par les gabbros et les dolérites. Ces observations détaillées, décrites pour la première fois dans le bassin et spécialement dans la zone de Mingara, marquent bien l'évolution des environnements initialement de type fluvial à la base puis marin détritique dans la partie médiane et se terminant par un environnement marin à dominance chimique dans un cadre tectonique dynamique.

L'étude des microstructures caractérisant la zone d'influence de la faille de M'Bouma précise une fois encore leur importance relativement plus grande dans les sédiments de la formation FB que dans ceux du FA et dans les filons de dolérite. Cela suggère une grande activité de la faille de M'Bouma contemporaine de la mise en place de la formation FB. Cet épisode se rapprocherait de la phase d'effondrement 1B lors de l'extension N020 à N50 décrite par Pambo (2006). Les formations francevilliennes enregistrent plusieurs types de déformation à l'échelle microstructurale provenant du fonctionnement de la faille de M'Bouma. L'analyse de ces microstructures a révélé que la majorité des fractures s'alignent suivant la direction NW-SE équivalant à la direction de la faille M'Bouma. Pour la première fois, on met en évidence toute l'activité syn-sédimentaire de la faille de M'bouma dans les dépôts de la formation FB. L'observation des jeux des microfailles et des sens de mouvement des jeux banc sur banc permet de bien distinguer une phase d'extension NE-SW liée à la faille de M'bouma et une phase de serrage postérieure. Les produits solides de remplissage de fractures, décrits de manière exhaustive pour la première fois dans ce bassin, sont nettement plus importants dans la formation FA composée de grès fins à grossiers et affectée par un plus grand nombre d'évènements tectoniques et diagénétiques à l'origine de multiples paragenèses minérales précipitées dans les fractures. C'est enfin pour la première fois qu'on démontre que ces remplissages divers et variés, pour la plupart dominés par les produits carbonatés et carbonés, sont les témoins du rôle majeur joué par ces failles NW-SE dans la compartimentation des fluides oxydants transporteurs de l'uranium en solution dans ce bassin.

### **REMERCIEMENTS**

Les auteurs remercient la Société AREVA GABON qui a fourni les données de puits dans le cadre des accords de partenariat USTM - AREVA GABON. Les évaluateurs anonymes sont remerciés pour leurs commentaires et suggestions.

## REFERENCES

- Azzibrouck Azziley G. 1986. *Sédimentologie et Géochimie du Francevillien B (Protérozoïque inférieur). Métallogénie des gisements de manganèse de Moanda, Gabon*. Thèse de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg, 228p.
- Bonhomme M.G., Gauthier-Lafaye F. & Weber F. 1982. An example of Lower Proterozoic sediments: the Francevillian Gabon. In: "Special issue": Geochronological correlation of Precambrian sediments and volcanics in stable zones, IGCP Project numéro99", M.G. Bonhomme guest editor. *Precambrian Research*, 18, 1-2, 87-102.
- Bonhomme M.G. & Bertrand-Sarfati J. 1982. Correlation of Proterozoic sediments of Western and Central Africa and South America based upon radiochronological and palaeontological data. In: "Special issue: Geochronological correlation of Precambrian sediments and volcanics in stable zones, IGCP Project N°99", M.G. Bonhomme guest editor. *Precambrian Research*, volume 18, 1-2, 171-194.
- El Albani A., Bengtson S., Canfield D. E. *et al.* 2010. Large colonial organisms with coordinated growth in oxygenated environments 2.1, Gyr ago. *Nature*, 466 (7302), 100-104.
- Feybesse J-L. & Parize O. 2010. Géodynamique de la bordure SW du bassin francevillien – Gabon - Expertise tectono-sédimentaire. *Rapport interne AREVA Mines DGS*, 284p.
- Feybesse J.L., Johan V., Triboulet C. *et al.* 1998. The West Central African belt: a model of 2.5–2.0 Ga accretion and two-phase orogenic evolution. *Precambrian Research*, volume 87, 161-216.
- Gauthier-Lafaye F. 1986. *Les gisements d'uranium du Gabon et les réacteurs d'Oklo. Modèle métallogénique de gîtes à fortes teneurs du Protérozoïque inférieur*. Thèse doctorat ès Sciences Naturelles. Institut de Géologie, Université de Strasbourg, mémoire 78, 206 p.
- Hassenforder B., Maurin J.C. & Gauthier-Lafaye F. 1994. *Etude structurale du gisement d'Oklo-Okelobondo, Bassin de Franceville, Gabon*. Rapport Institut de Géologie, Université de Strasbourg, 55p.
- Lowe D R. 1975. Water escape structures in coarse –grain sediments. *Sedimentology*, 22 (2), 157-204.
- Lowe D R. 1976. Subaqueous liquefied and fluidized sediment flows and their deposits. *Sedimentology*, 23, 285-308.
- Ndongo A. 2016. *Contexte sédimentologique et tectonique du bassin paléoprotérozoïque de Franceville (Gabon): structures de surpression fluide, bitumes et minéralisation uranium*. Thèse de doctorat 3<sup>e</sup> cycle, Université de Bourgogne, 343p.
- Ossa Ossa F. 2010. *Etude multi-approches du bassin sédimentaire paléo protérozoïque (2,1-2,4 Ga) de Franceville au Gabon. Les environnements sédimentaires et l'impact des paléocirculations de fluides*. PhD. University of Poitiers, France. 191p.
- Pambo F., Guiraud M., Quesne D. *et al.* 2006. The Proterozoic Franceville Basin (S.E. Gabon): an example of interaction between marine sedimentation and extensional faulting. *Africa Geoscience Review*, 13, numéro 1, 77-106.
- Thiéblemont D., Castaing C., Billa M. *et al.* 2009. *Notice explicative de la carte géologique et des ressources minérales de la République gabonaise à 1/1000 000*. Programme SYSMIN 8ACP GA 017, Direction Générale des Mines et de la Géologie, Ministère des Mines, du Pétrole, des Hydrocarbures, Libreville, 384p.
- Weber F. 1968. *Une série précambrienne du Gabon: le Francevillien; sédimentologie, géochimie, relations avec les gîtes minéraux associés, Mémoires service Carte Géologique Alsace-Lorraine*. Thèse Doctorat Etat, Université Strasbourg, 328 p.

Manuscrit reçu le 04/04/2016

Version révisée acceptée le 13/12/2017

Version finale reçue le 26/12/2017

Mise en ligne le 27/12/2017