



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Analyse Structurale De La Déformation Dans Les Granitoïdes Éburnéens De La Région De Doropo (Nord-Est De La Côte d'Ivoire)**

***Ziandjêdé Hervé Siagné***

Laboratoire de Géologie, Ressources Minérales et Energétiques, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan-Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire  
Univ Rennes, Géosciences Rennes, Campus de Beaulieu, France

***Tahar Aïfa***

Univ Rennes, Géosciences Rennes, Campus de Beaulieu, France

***Alain Nicaise Kouamelan***

***N'Guessan Nestor Houssou***

***Wilfried Digbeu***

Laboratoire de Géologie, Ressources Minérales et Energétiques, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan-Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n29p157](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n29p157)

Submitted: 01 July 2021

Accepted: 03 August 2021

Published: 31 August 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Siagné Z.H., Aïfa T., Kouamelan A.N., Houssou N. N. & Digbeu W. (2021). *Analyse Structurale De La Déformation Dans Les Granitoïdes Éburnéens De La Région De Doropo (Nord-Est De La Côte d'Ivoire)*. European Scientific Journal, ESJ, 17(29), 157.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n29p157>

### **Résumé**

Les travaux réalisés dans la région de Doropo, au Nord-Est de la Côte d'Ivoire dans le domaine paléoprotérozoïque, ont permis de mettre à jour les informations géologiques préexistantes. C'est une zone caractérisée par un socle granito-gneissique et affectée par une importante couverture latéritique. Cela a rendu cette région longtemps inaccessible pour y mener des travaux de recherche.

Les récentes campagnes de terrain réalisées au cours de cette étude ont révélé une lithologie constituée de granite à biotite, granite gneissique et migmatitique, granodiorite, gabbro, amphibolite et rhyolite. Ces formations ont été affectées par des structures majeures telles que les foliations, fractures, couloirs de cisaillements, plis et fractures. Ces structures sont pour la plupart

orientées principalement NE-SW. Ce qui suggère que la déformation ayant prévalu dans la région est une compression NW-SE.

---

**Mots-clés:** Tectonique, Granitoïdes, Craton Ouest Africain, Nord-Est Côte d'Ivoire, Doropo

## **Structural Analysis Of The Deformation In The Eburnean Granitoids Of The Doropo Region (Northeast Côte d'Ivoire)**

*Ziandjêdé Hervé Siagné*

Laboratoire de Géologie, Ressources Minérales et Energétiques, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan-Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire  
Univ Rennes, Géosciences Rennes, Campus de Beaulieu, France

*Tahar Aïfa*

Univ Rennes, Géosciences Rennes, Campus de Beaulieu, France

*Alain Nicaise Kouamelan*

*N'Guessan Nestor Houssou*

*Wilfried Digbeu*

Laboratoire de Géologie, Ressources Minérales et Energétiques, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan-Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

The work carried out in the Doropo region, located in the northeast of Côte d'Ivoire in the Paleoproterozoic domain, has allowed the updating of pre-existing geological information. It is an area characterized by a granite-gneissic basement and affected by an important lateritic cover. This has made the area inaccessible for a long time for any exploration work.

The recent field trip carried out during this study revealed a lithology that includes biotite granite, gneissic and migmatitic granite, granodiorite, gabbro, amphibolite and rhyolite. These lithologies have been affected by major structures such as foliations, fractures, shear bands, folds and fractures. These structures are mostly oriented mainly NE-SW. This suggests that the deformation that has prevailed in the region is a NW-SE compression.

---

**Keywords:** Tectonic, Granitoids, West African Craton, Northeastern Côte d'Ivoire, Doropo

### **Introduction**

L'assemblage des ceintures de roches vertes et des granitoïdes constituent les principaux terrains paléoprotérozoïques du Craton Ouest Africain (Baratoux *et al.*, 2011 ; Perrouty *et al.*, 2012 ; Block *et al.*, 2016 ; Masurel *et al.*, 2017). Les études structurales sur les granitoïdes de la dorsale

de Man (partie Sud du Craton Ouest Africain) bien que peu nombreuses, se sont multipliées ces dernières années. Cela a permis de comprendre le rôle joué par la mise en place des granitoïdes sur la structuration des ceintures de roches vertes, ainsi que les mécanismes de mise en place des différentes générations de granitoïdes (Lompo *et al.*, 1995 ; Naba *et al.*, 2004 ; Sawadogo *et al.*, 2018).

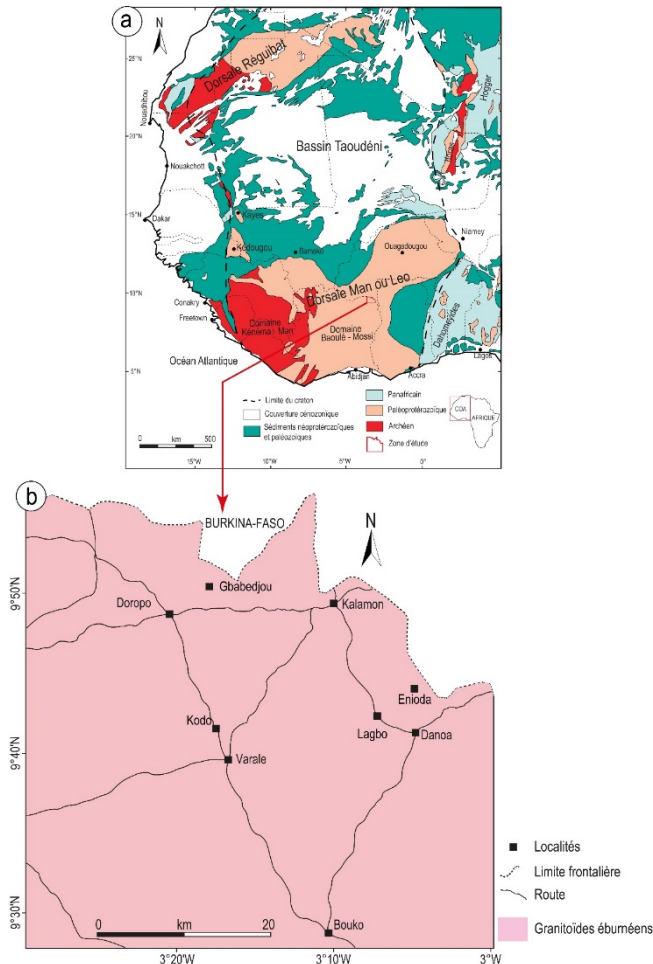
C'est le cas de la région de Doropo au Nord-Est de la Côte d'Ivoire où on note un manque d'informations géologiques depuis plus d'une décennie. Ce manque serait dû à la mauvaise qualité des affleurements et à l'importante couverture latéritique. L'intérêt porté à cette région résulte de la découverte d'indice d'or dans les zones avoisinantes ainsi que l'importante d'activité d'orpaillage qui s'y déroule (Aïfa, 2021). Ceci a conduit à porter un regard sur cette région en y menant des études géologiques plus poussées afin de comprendre son organisation structurale, et ainsi mettre à jour les données géologiques préexistantes.

La présente étude vise à décrire les différentes formations rencontrées sur le terrain et les déformations les ayant affectées.

### **Cadre géologique**

Le Craton Ouest Africain est constitué des dorsales de Réguibat et de Man situées respectivement au Nord et au Sud (Fig. 1a). Elles sont séparées d'une part par le bassin de Taoudéni d'âge Néoprotérozoïque à Dévonien et d'autre part les fenêtres d'âge Paléoprotérozoïque de Kédougou-Kéniéba et de Kayes (Bessoles, 1977 ; Liégeois *et al.*, 2005 ; Begg *et al.*, 2009 ; Aïfa et Merabet, 2020). Les dorsales de Réguibat et de Man sont dominées dans leur ensemble par des terrains d'âge Paléoprotérozoïque dans la partie Est (Milési *et al.*, 1989 ; Feybesse et Milési, 1994 ; Gasquet *et al.*, 2003 ; Feybesse *et al.*, 2006 ; Pouclet *et al.*, 2006 ; Hein, 2010 ; Baratoux *et al.*, 2011 ; de Kock *et al.*, 2011, 2012 ; Perrouy *et al.*, 2012 ; Block *et al.*, 2016 ; Lebrun *et al.*, 2016 ; Masurel *et al.*, 2017) ainsi que des terrains d'âge Archéen à l'Ouest (Beckinsale *et al.*, 1980 ; MacFarlane *et al.*, 1981 ; Camil *et al.*, 1983 ; Kouamelan *et al.*, 1997a,b ; Bering *et al.*, 1998 ; Thiéblemont, 2005).

La zone d'étude est située au Nord-Est de la Côte d'Ivoire (Fig. 1b). Elle appartient au domaine paléoprotérozoïque de la dorsale de Man. Les travaux antérieurs qui y ont été effectués font mention d'une géologie plus ou moins monotone comprenant les granitoïdes (Lüdtke *et al.*, 1998 ; Vidal *et al.*, 2009 ; Block *et al.*, 2016). Ces granitoïdes ont été recoupés par des filons pegmatitiques et doléritiques.



**Figure 1.** Carte de localisation de la zone d'étude. (a) Carte géologique schématique du Craton Ouest Africain. (b) Carte géologique de la région de Doropo (modifiée, d'après Tagini, 1971).

## Méthodologie

Elle a consisté en la description des unités pétrologiques rencontrées. Par la suite, des analyses descriptives et cinématiques ont été effectuées sur les différents éléments structuraux (foliations, couloirs de cisaillement, plis, failles, etc.) les ayant affectées. L'ensemble de ces données structurales collectées sur le terrain a permis de réaliser des rosaces directionnelles de ces structures ce qui a facilité leur interprétation dans la suite du travail.

Des échantillons prélevés sur certaines lithologies ont également servi à la confection de trois lames minces afin d'étudier les déformations intracristallines. Ainsi, l'analyse de la déformation intracristalline a été basée essentiellement sur l'observation au microscope polarisant de la fabrique des

minéraux tels que le quartz, les feldspaths et la biotite. Ces lames minces ont été réalisées dans les zones fortement déformées.

## **Résultats**

### **Pétrographie macroscopique**

La description pétrographique des formations rencontrées dans la zone d'étude a permis d'identifier plusieurs formations. Il s'agit de :

- granite à biotite, granite gneissique et migmatitique, granodiorite (Fig. 2a-d) : Ces formations se présentent sous forme de dômes, dalles et parfois de petits blocs isolés. Leur composition minéralogique est caractérisée par le quartz, feldspaths, biotites, amphiboles et souvent de muscovites et oxydes (Pyrite, etc.).
- gabbro et amphibolite (Fig. 2e-f) : Ces formations sont rencontrées le plus souvent au contact des granites ou sous forme de blocs ou enclaves. Leur minéralogie comprend principalement des amphiboles, feldspaths et pyroxènes.
- rhyolite (Fig. 2g) : Celle-ci se fait rare dans la zone d'étude et se présente sous forme de petits blocs. Elle est constituée de gros cristaux de quartz et feldspaths.

### **Analyse structurale**

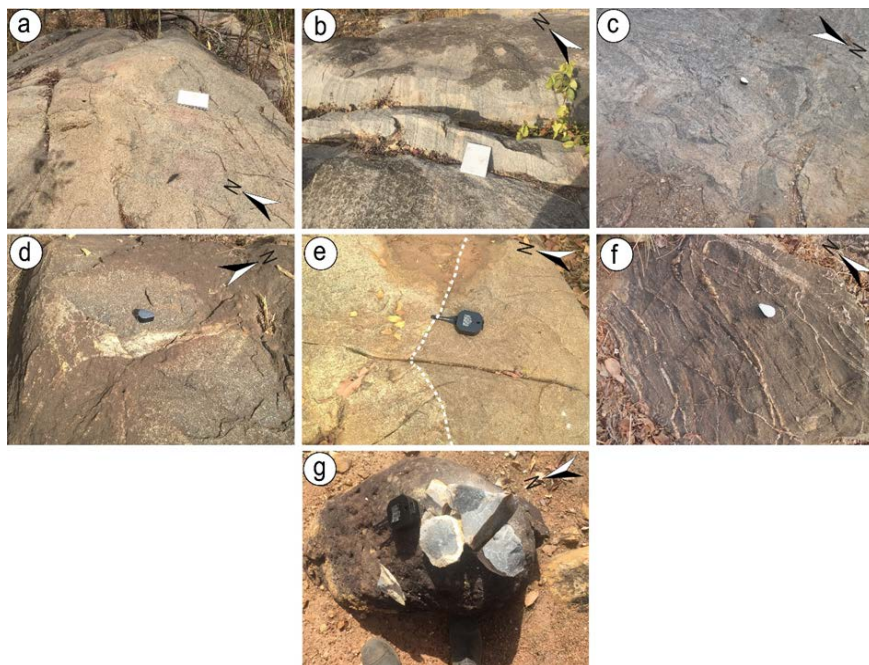
Les éléments structuraux ayant affectés les formations de la région de Doropo ont été subdivisés en trois groupes :

- éléments structuraux issus de la déformation ductile : comprenant les foliations et schistosité, les couloirs de cisaillements et les plis ;
- éléments structuraux issus de la déformation fragile ou cassante : comprenant les fractures et les failles.
- structures filoniennes.

### **Structures de la déformation ductile**

#### **Foliation et schistosité**

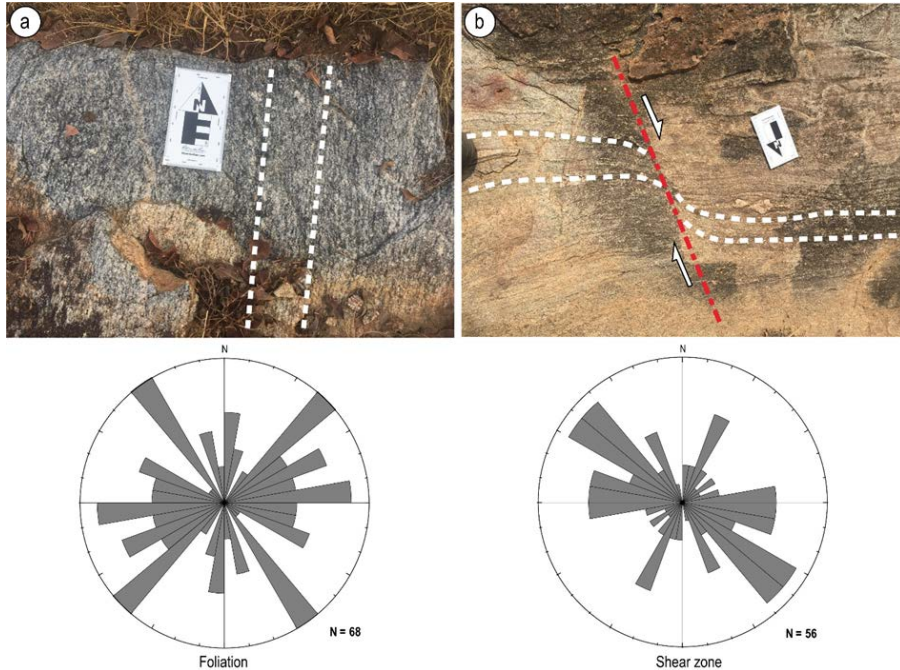
La foliation dans la zone d'étude est pénétrative et se manifeste par une alternance de lits clairs quartzo-feldspathiques et de lits sombres constitués de biotites, amphiboles et chlorites (Fig. 3a). Elle a affecté la majorité des formations rencontrées dans la zone d'étude mais aussi les filons de quartz à Kodo et Enioda. Elle présente une orientation majeure NE-SW et NW-SE avec un pendage subvertical.



**Figure 2.** Principales formations de la région de Doropo. (a) Granite à biotite observé dans le secteur de Varale, (b) et (c) Granites gneissiques et migmatitiques observés dans les secteurs de Bouko et Danoa, respectivement ; (d) Granodiorite à grains fins (à droite du trait en pointillé blanc) au contact du granite à biotite observé dans le secteur de Doropo ; (e) Gabbro observé dans le secteur Doropo, (f) Amphibolite observée dans le secteur de Doropo et (g) Rhyolite observée dans le secteur de Varale

### Couloirs de cisaillement

Les Couloirs de cisaillement ont été rencontrés sur l'ensemble de la zone d'étude avec une prédominance au centre, au Sud et à l'Est. Elles ont affecté principalement le granite à biotite, le granite gneissique, le granite migmatitique et la granodiorite (Fig. 3b). A l'affleurement, elles peuvent s'étendre sur plusieurs dizaines de mètres avec une puissance qui varie du millimètre au décimètre quelque fois au mètre (à l'Est et au Sud de la zone d'étude). L'analyse de la rosace directionnelle a permis de mettre en évidence les directions majeures de couloirs de cisaillement à la fois ductiles et cassantes suivantes : NW-SE, NE-SW et E-W.



**Figure 3.** Foliation et couloirs de cisaillement de la région de Doropo et leurs rosaces directionnelles respectives. (a) Foliation orientée N-S dans le granite gneissique de Doropo et (b) Cisaillement orienté N-S à jeu dextre dans le granite gneissique de Doropo. Traits en pointillés blancs et rouges désignent respectivement les trajectoires de cisaillement et foliation

## Plis

Ces plis sont visibles dans les secteurs de Bouko, Danoa et Doropo (Fig. 4). Ce sont des plis d'épaisseur millimétrique à centimétrique. Il s'agit de pli avec un plan axial orienté E-W et NW-SE observé respectivement dans le granite gneissique de Bouko et le granite de Gbatedjou. Tous ces plis sont accompagnés par endroits de plis d'entraînements de type Z, S et M (Fig. 4a-b). Des plis dans l'amphibolite ainsi que des plis ptygmatisés ont également été observés (Fig. 4c-d).

Plusieurs autres structures de la déformation ductile sont à signaler notamment les boudins et figures sigmoïdes. Ces structures ont été observées majoritairement dans le granite migmatitique de Lagbo et le granite gneissique de Bouko et Doropo.



**Figure 4.** Plis dans les granitoïdes de la région de Doropo. (a) et (b) plis d'entraînement, respectivement de type Z, M et S dans le granite gneissique de Bouko, (c) Plis et (d) plis ptygmatisés dans l'enclave d'amphibolite

## Structures de la déformation cassante

### Fractures

Les fractures sont très fréquentes dans la région de Doropo. Elles ont affecté quasiment toutes les formations, en particulier les formations granitiques. Sur le terrain, on les rencontre sous forme de fractures *s.s.*, fractures conjuguées, fractures décrochantes (Fig. 5a). Ces fractures, orientées dans tous les sens, présentent statistiquement plusieurs familles de directions et de pendages variés : (i) fractures orientées E-W ( $N080^{\circ}$ - $N100^{\circ}$ ) et NNE-SSW ( $N010^{\circ}$ - $N020^{\circ}$ ) : sont les plus dominantes de la région. On les rencontre pratiquement sur toute la zone d'étude ; (ii) fractures orientées NW-SE et NE-SW et enfin (iii) fractures orientées N-S.

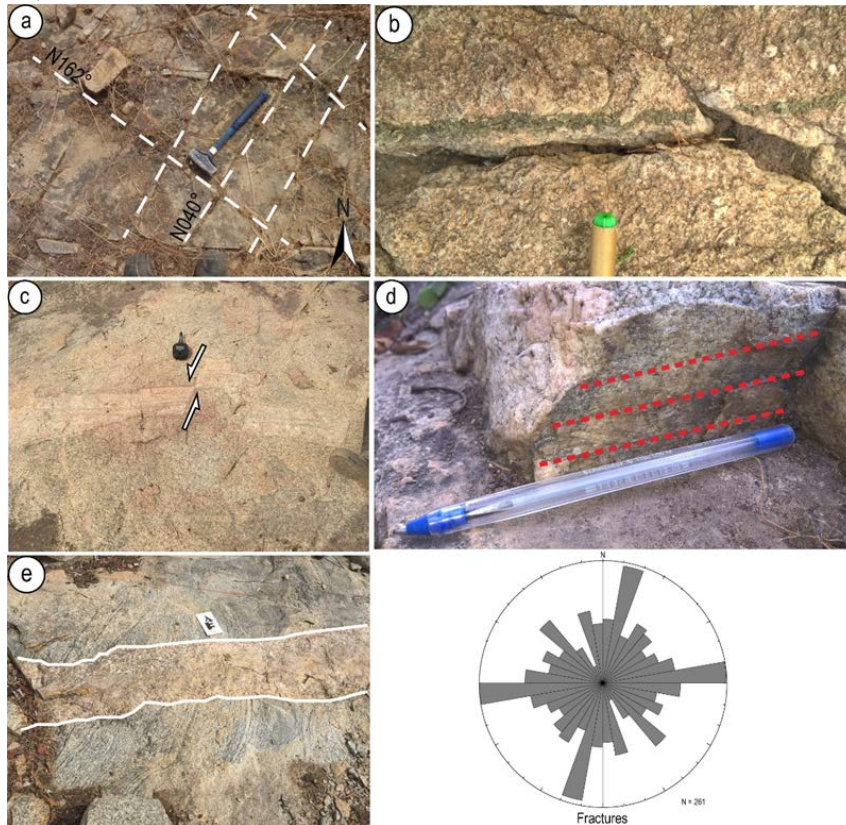
Certaines de ces fractures présentent souvent des remplissages de minéraux tels que la chlorite, l'épidote, le quartz et les feldspaths (Fig. 5b). Ce type de fracture se rencontre dans la partie centrale et est de la zone d'étude.

### Failles et décrochements

Sur le terrain, des failles et des décrochements ont été mis en évidence sur l'ensemble de la zone d'étude, d'une part grâce aux différents miroirs de failles observés et d'autre part grâce aux déplacements centimétriques à décimétriques entre les lithologies affectées (Fig. 5c). Les plans de failles sont des plans sur lesquels on observe des stries qui permettent d'indiquer le sens du déplacement. Ces plans de failles sont généralement orientés ENE-WSW à



E-W avec des stries subhorizontales à horizontales traduisant des failles décrochantes senestres mais parfois dextres sur l'ensemble de la zone d'étude (Fig. 5d).



**Figure 5.** Structures fragiles et filoniennes de la région de Doropo. (a) Fractures conjuguées N162° et N040° dans le granite à biotite ; (b) Fractures avec des remplissages de chlorite et épidote ; (c) Faille décrochantes à jeu senestre dans le granite gneissique de Doropo ; (d) Miroir de faille présentant des stries subhorizontales et (e) Filon de pegmatite dans le granite gneissique de Doropo. La rosace indique les différentes directions de fracture mesurées sur le terrain

A côté de ces plans, on note également d'autres directions de plans qui sont peu représentatifs à savoir les plans orientés NW-SE, NE-SW et N-S. Tous présentent des stries subhorizontales à horizontales. Ces failles ont affecté la majorité des lithologies de la région.

### Structures filoniennes

Plusieurs filons de natures différentes ont également été observés. Il s'agit des filons de quartz, de pegmatite et d'aplite. Les filons de quartz et de pegmatite sont les plus fréquents dans la région. Ils recoupent pratiquement toutes les autres structures de la région. On les retrouve dans toutes les formations où ils peuvent être discontinus et de puissance centimétrique à

métrique. Ces filons sont parfois plissés ou même boudinés, c'est le cas pour certains qu'on rencontre dans les granites gneissiques et migmatitiques de Bouko, Danao et Doropo. Mais aussi dans l'amphibolite de Gbatedjou et de Kakota dans laquelle ils sont plissés. Ils présentent plusieurs familles de direction dont les principales sont NW-SE et NE-SW suivies des directions N-S et E-W (Fig. 5e).

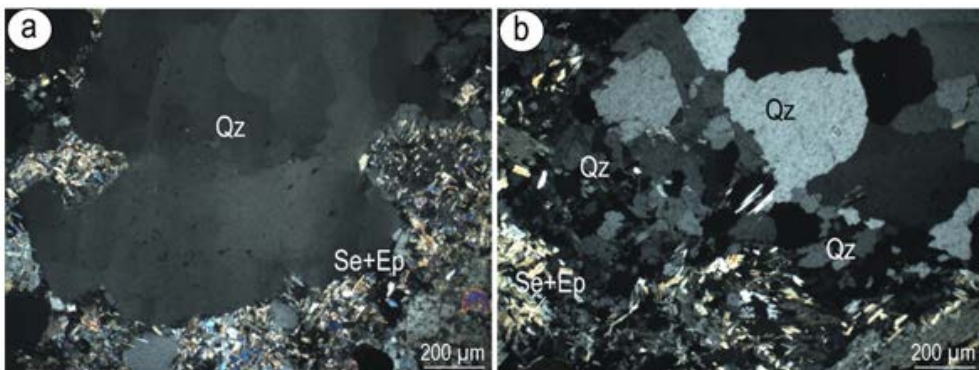
### Déformations intracrystallines

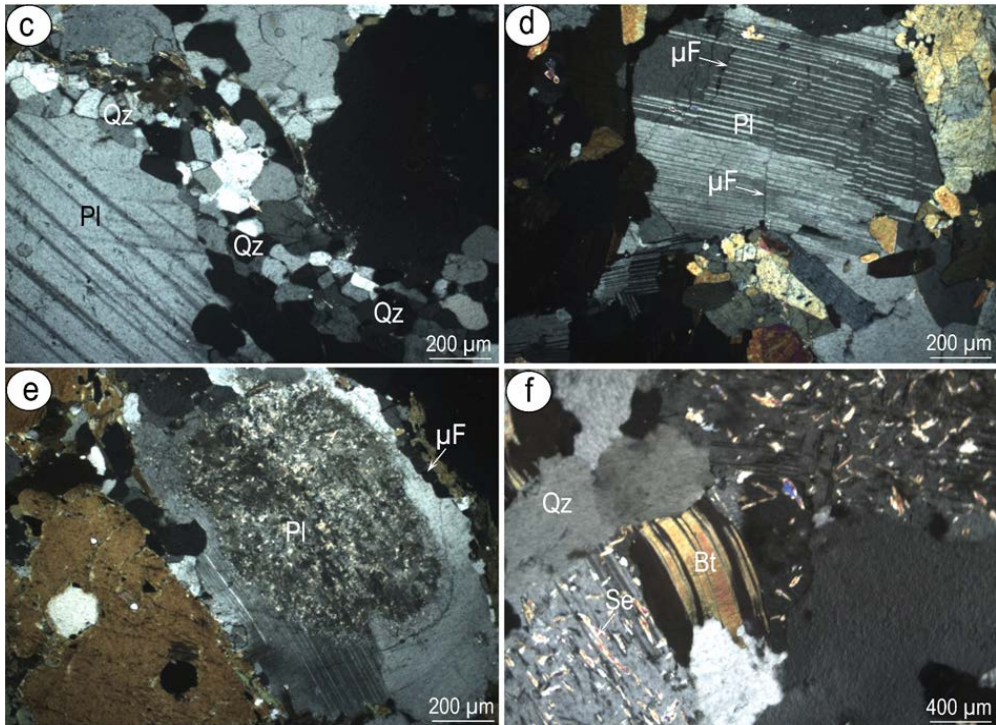
Il ressort des observations que les minéraux de quartz observés se présentent dans leur ensemble sous forme polygonale. On les rencontre également sous forme de rubans, où ils présentent des microstructures de déformation variables. Ces microstructures sont principalement (i) une extinction onduleuse observée dans les minéraux de taille moyenne à grossière (Fig. 6a), (ii) les contours dentelés et parfois des microfractures submagmatiques (Fig. 6b) et (iii) les sous-grains (Fig. 6c).

Les plagioclases sont affectés par des microfractures submagmatiques avec des remplissages principalement en quartz, mais aussi de feldspaths, de micas (biotite chloritisé, muscovite) d'épidote et parfois de séricite (Fig. 6d). On observe souvent que les feldspaths sont plissés ou tordus, ce qui atteste qu'ils ont subi un certain degré de déformation plastique (Fig. 6d). Certaines plages de plagioclases montrent des zonations avec un cœur présentant des altérations en séricite (Fig. 6e). Les minéraux de biotite sont pour la plupart chloritisés et plissés, tout comme les plagioclases (Fig. 6f).

### Discussion

Les formations rencontrées dans la région de Doropo sont constituées principalement de granitoïdes et de quelques formations basiques. Ces formations ont été signalées dans les secteurs voisins à la zone d'étude où Block *et al.* (2016) ont suggéré qu'elles pourraient être rattachées aux granitoïdes de Bole Boulenga. De plus, ces différentes formations présentent souvent des déformations et sont recoupées par des filons de quartz et pegmatites.





**Figure 6.** Déformations intracrystallines observées dans les granitoïdes de la région de Doropo. (a) Quartz avec une extinction onduleuse ; (b) et (c) Quartz présentant des sous-grains et sous-structures en damier ; (d) Plagioclase en "kink" avec des microfractures, (e) Plagioclase zoné avec à son cœur des altérations en séricite et épidote ; et (f) Biotite parfois chloritisée en "kink". Qz : Quartz, Pl : Plagioclase, Bt : Biotite, Se : Séricite, Ep : Epidote et  $\mu F$  : Microfractures

Les déformations rencontrées sur le terrain montrent dans leur ensemble une orientation préférentielle NE-SW. Ce qui correspond à la direction birimienne qui résulte d'une compression régionale NW-SE (Dabo et Aïfa, 2011 ; Baratoux *et al.*, 2011, 2015 ; Masurel *et al.*, 2017 ; Grenholm *et al.*, 2019). Cette compression est responsable de la foliation NE-SW ainsi que de structures orientées principalement NE-SW. Dans le Craton Ouest Africain, cette compression est également responsable des cisaillements, failles et plissements (Metelka *et al.*, 2011 ; Perrouy *et al.*, 2012 ; McFarlane *et al.*, 2019). Les plis observés dans les granitoïdes de la région de Doropo pourraient s'expliquer par l'intensité de la déformation qui y a prévalu, ce qui va contraindre ces derniers à se plisser.

Toutes les microstructures observées dans les lames minces traduisent des déformations à l'état solide dont la manifestation est variable. En effet, les extinctions onduleuses et les sous-grains observés dans les minéraux de quartz sont dus à une déformation de basse température et/ou de forte contrainte. Cette déformation correspond à une reprise tectonique indépendante de

l'histoire de mise en place du massif, ce qui fera apparaître les extinctions onduleuses comme premières sous-structures à s'imprimer dans le quartz (Nédélec et Bouchez, 2015). En outre, les torsions (ou déformations) des plagioclases ainsi que des biotites et les sous-structures de quartz en damier témoignent d'une faible déformation de haute température (Bouchez *et al.*, 1990 ; Bouchez *et al.*, 1992 ; Gleizes *et al.*, 1998 ; Nédélec et Bouchez, 2015). C'est le cas si le pluton se met en place dans un encaissant chaud, fortement plastique : la déformation à l'état solide du quartz se poursuit alors après la cristallisation du pluton, en général à sa périphérie sur quelques dizaines à quelques centaines de mètres, en même temps que son encaissant qui continue à se déformer (Bouchez *et al.*, 1990 ; Bouchez *et al.*, 1992 ; Gleizes *et al.*, 1998 ; Nédélec et Bouchez, 2015).

### **Conclusion**

Les formations de la région de Doropo sont essentiellement constituées de granite à biotite, granite gneissique et migmatitique, granodiorite, gabbro, amphibolite et rhyolite. Ces lithologies sont composées dans l'ensemble de quartz, feldspaths, biotites, amphiboles et parfois de cristaux de pyrites.

En outre, les structures mises en évidence : foliations, couloirs de cisaillements, plis, fractures montrent que la zone fut l'objet de plusieurs phases de déformations dont la phase majeure est la compression régionale NW-SE.

Enfin, l'analyse de la déformation intracristalline montre que la majorité des formations granitoïdiques de la région de Doropo ont subi une déformation à l'état solide.

### **Remerciements**

Ce travail fait partie des travaux de doctorat financé par Ampella-Centamin, l'Union Economique et Monétaire Ouest Africain (UEMOA) et le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique de la Côte d'Ivoire (MESRS). Les auteurs remercient M. Fidèle KakoU (Ampella-Centamin) et Pierrick Couderc (Ex-Manager Ampella-Centamin) pour le soutien logistique lors des missions de terrain dans le Nord-Est de la Côte d'Ivoire. C'est une contribution du projet UNESCO-IGCP638.

### **References:**

1. Aïfa, T. et Merabet, N.E. (2020). Rock magnetic study on the Yetti-Eglab intrusions, Sahara: Contribution to the West African Craton geology. Geol. Soc. London sp. publ., SP 502, in press, doi: 10.1144/SP502-2019-198.

2. Aïfa, T. (2021). Mineralization and sustainable development in the West African Craton: From field observations to modelling. *Geol. Soc. London, Sp. Publ.*, SP 502, 1-30, doi: 10.1144/SP502-2021-21.
3. Baratoux, L., Metelka, V., Naba, S., Jessell, M.W., Gregoire, M., Ganne, J. (2011). Juvenile Paleoproterozoic crust evolution during the Eburnean orogeny (2.2-2.0 Ga), western Burkina Faso. *Precambrian Research*, 191, 18-45.
4. Baratoux, L., Metelka, V., Naba, S., Ouyi, P., Siebenaller, L., Jessell, M.W., Nare, A., Salvi, S., Beziat, D., Franceschi, G. (2015). Tectonic evolution of the Gaoua region, Burkina Faso: Implications for mineralization. *Journal African Earth Sciences*, 112, 419-439.
5. Beckinsale, R.D., Gale, N.H., Pankhurst, R.J., Macfarlane, A., Crow, M.J., Arthurs, J.W., Wilkinson, A.F. (1980). Discordant Rb–Sr and Pb–Pb whole rock isochron ages for the Archean basement of Sierra Leone. *Precambrian Research*, 13, 63-76.
6. Bessoles, B. (1977). *Géologie de l'Afrique ; le craton ouest africain. Mémoire BRGM, n°88, Orléans (France), 402p.*
7. Begg, G.C., Griffin, W.L., Natapov, L.M., O'Reilly, S.Y., Grand, S.P., O'Neill, C.J., Hron-sky, J.M.A., Poudjom Djomani, Y., Swain, C.J., Deen, T., Bowden, P. (2009). The lithospheric architecture of Africa : seismic tomography, mantle petrology, and tectonic evolution. *Geosphere*, 5, 23-50.
8. Bering, D., Brinckmann, J., Camara, N., Diawara, M., Gast, L., Keita, S. (1998). *Etude Evaluation de l'Inventaire des Ressources Minérales de Guinée, No de Projet : 94.2025.8, 109p. cartes géologiques et indices à 1:200 000, 1:1 000 000 et cartes géologique et tectonique du sud de l'Afrique de l'Ouest. Banque de données avec indices et gites métallifères et diamantifères, 51p.*
9. Block, S., Jessell, M., Ailleres, L., Baratoux, L., Bruguier, O., Zeh, A., Bosch, D., Caby, R., Mensah, E. (2016). Lower crust exhumation during Paleoproterozoic (Eburnean) orogeny, NW Ghana, West African Craton: interplay of coeval contractional deformation and extensional gravitational collapse. *Precambrian Research.*, 274, 82-109.
10. Bouchez, J.L., Gleizes, G., Djouadi, T., Rochette, P. (1990). Microstructures and magnetic susceptibility applied to emplacement kinematics of granites : the example of the Foix pluton (French Pyrennées). *Tectonophysics*, 184, 157-171.
11. Bouchez, J.L., Delas, C., Gleizes, G., Nédélec, A., Cuney, M. (1992). Submagmatic microfractures in granites. *Geology*, 20, 35-38.
12. Camil J., Tempier P., Pin C. (1983). Ages libérien des quarzites à magnétite de la région de Man (Côte d'Ivoire) et leur place dans

- l'orogénèse libérienne. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 296, 149-151.
13. Dabo M. et Aïfa, T. (2011). Late Eburnean deformation in the Kolia-Boboti sedimentary basin, Kédougou-Kéniéba Inlier, Sénégal. *Journal of African Earth Sciences*, 60, 106-116, doi:10.1016/j.jafrearsci.2011.02.005.
  14. de Kock, G.S., Armstrong, R.A., Siegfried, H.P., Thomas, E. (2011). Geochronology of the Birim supergroup of the West African craton in the Wa-Bole region of west-central Ghana : Implications for the stratigraphic framework. *Journal of African Earth Sciences*, 59, 1-40.
  15. de Kock, G.S., Théveniaut, H., Botha, P.M.W., Gyapong, W. (2012). Timing the structural events in the Paleoproterozoic Bole-Nangodi belt terrane and adjacent Maluwe basin, West African craton, in central-west Ghana. *Journal of African Earth Sciences*, 65, 1-24.
  16. Feybesse, J.-L., Milési, J.-P. (1994). The Archean/Paleoproterozoic contact zone in West Africa : a mountain belt of decollement thrusting and folding on a continental margin related to 2.1 Ga convergence of Archean cratons? *Precambrian Research*, 69, 199-227.
  17. Feybesse, J.-L., Billa, M., Guerrot, C., Duguey, E., Lescuyer, J.-L., Milesi, J.-P., and Bouchot, V. (2006). The paleoproterozoic Ghanaian province: Geodynamic model and ore controls, including regional stress modeling. *Precambrian Research*, 149, 149-196.
  18. Gasquet, D., Barbey, P., Adou, M., Paquette, J.L. (2003). Structure, Sr–Nd isotope geochemistry and zircon U–Pb geochronology of the granitoids of Dabakala area (Côte d'Ivoire) : evidence for a 2.3 Ga crustal growth event in the Palaeoproterozoic of West Africa? *Precambrian Research*, 127, 329-354.
  19. Gleizes, G., Leblanc, D., Santana, V., Olivier, P., Bouchez, J.L. (1998). Sigmoidal structures featuring dextral shear during emplacement of the Hercynian granite complex of Cauterets-Panticosa (Pyrenees). *Journal of Structural Geology*, 20, 1229-1245.
  20. Grenholm, M., Jessell, M., Thébaud, N. (2019). A geodynamic model for the Paleoproterozoic (ca. 2.27–1.96 Ga) Birimian Orogen of the southern West African Craton : Insights into an evolving accretionary-collisional orogenic system. *Earth-Science Reviews*, 192, 138-193.
  21. Hein, K.A.A. (2010). Succession of structural events in the Goren greenstone belt (Burkina Faso) : Implications for West African tectonics. *Journal of African Earth Sciences*, 56, 83-94.
  22. Kouamelan, A.N., Peucat, J.J., Delor, C. (1997a). Reliques archéennes (3.15 Ga) au sein du magmatisme Birimien (2.1 Ga) de Côte d'Ivoire, craton Ouest-Africain. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 324, 719-727.

23. Kouamelan, A.N., Delor, C., Peucat, J.J. (1997b). Geochronological evidence for reworking of Archean terrains during the Early Proterozoic (2.1 Ga) in the western Côte d'Ivoire (Man Rise – West African Craton). *Precambrian Research*, 86, 177-199.
24. Lebrun, E., Thebaud, N., Miller, J., Ulrich, S., Bourget, J., Terblanche, O. (2016). Geochronology and lithostratigraphy of the Sigui district: Implications for gold mineralisation in the Sigui Basin (Guinea, West Africa). *Precambrian Research*, 274, 136-160.
25. Liégeois, J.P., Benhallou, A., Azzouni-Sekkal, A., Yahiaoui, R., Bonin, B. (2005). The hoggar swell and volcanism: reactivation of the precambrian twareg shield during alpine convergence and West African cenozoic volcanism. In: Foulger, G.R., Natland, J.H., Presnall, D.C., Anderson, D.L. (Eds.), *Plates, Plumes and Paradigms*. Geological Society of America, Special Papers, 388, 379-400.
26. Lompo, M., Bourges, F., Debat, P., Lespinasse, P., Bouchez J. L. (1995). Mise en place d'un pluton granitique dans la croûte birimienne fragile : fabrique magnétique du massif de Tenkodogo (Burkina-Faso). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 312, 1211-1218.
27. Lüdtke, G., Hirdes, W., Konan, G., Koné, Y., Yao, C., Zamblé, Z. (1998). Géologie de la région Haute Comoé Nord. Ministère des ressources minières et pétrolières de Côte d'Ivoire, Direction de la Géologie Abidjan, 178p.
28. MacFarlane, A., Crow, M.J., Arthurs, J.W., Wilkinson, A.F., Ancott, J.W. (1981). The geology and mineral resources of Northern Sierra Leone. *Overseas Memoir Institute of Geological Sciences*, 110p.
29. Masurel, Q., Thebaud, N., Miller, J., Ulrich, S. (2017). The tectono-magmatic framework to gold mineralisation in the Sadiola-Yatela gold camp and implications for the paleotectonic setting of the Kedougou-Kenieba inlier, West Africa. *Precambrian Research*, 292, 35-56.
30. McFarlane, H.B., Ailleres, L., Betts, P., Ganne, J., Baratoux, L., Jessell, M.W., Block, S. (2019). Episodic collisional orogenesis and lower crust exhumation during the Palaeoproterozoic Eburnean Orogeny : Evidence from the Sefwi Greenstone Belt, West African Craton. *Precambrian Research*, 325, 88-110.
31. Metelka, V., Baratoux, L., Naba, S., Jessell, W.M. (2011). A geophysically constrained litho-structural analysis of the Eburnean greenstone belts and associated granitoid domains, western Burkina Faso. *Precambrian Research*, 190, 48-69.
32. Milési, J.P., Feybesse, J.L., Ledru, P., Dommanget, A., Ouedraogo, M.F., Marcoux, E., Prost, A., Vinchon, C., Sylvain, J.P., Johan, V., Tegye, M., Calvez, J.Y., Lagny, P. (1989). Minéralisations aurifères de l'Afrique de l'Ouest, leurs relations avec l'évolution litho-

- structurale au Protérozoïque inférieur. Carte géologique au 1/2000000. *Chronique de la Recherche Minière*, 497, 3-98.
33. Naba, S., Lompo, M., Debat, P., Bouchez, J.L., Beziat, D. (2004). Structure and emplacement model for lateorogenic Paleoproterozoic granitoids: Tenkodogo-yamba elongate pluton (eastern Burkina Faso). *Journal of African Earth Sciences*, 38, 41-57.
  34. Nédélec, A., et Bouchez, J.L. (2015). *Granites: petrology, structure, geological setting, and metallogeny*. Publisher : Oxford University Press, 348p.
  35. Perrouy, S., Ailleres, L., Jessell, M.W., Baratoux, L., Bourassa, Y., Crawford, B. (2012). Revised Eburnean geodynamic evolution of the gold-rich southern Ashanti belt, Ghana, with new field and geophysical evidence of pre-Tarkwaian deformations. *Precambrian Research*, 204-205, 12-39.
  36. Pouclet, A., Doumbia, S., Vidal, M. (2006). Geodynamic setting of the Birimian volcanism in Central Cote d'Ivoire (western Africa) and its place in the Palaeoproterozoic evolution of the man shield. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 177, 105-121.
  37. Sawadogo, S., Naba, S., Ilboudo, H., Traoré, A.S., Nakolendoussé, S., Lompo, M. (2018). The Belahourou granite pluton (Djibo greenstone belt, Burkina-Faso) : Emplacement mechanism and implication for gold mineralization along a shear zone. *Journal of African Earth Sciences*, 148, 58-68.
  38. Tagini, B. (1971). *Esquisse structurale de la Côte d'Ivoire. Essai de géotectonique régionale*. Thèse de doctorat ès sciences, Fac. Sci., Univ. Lausanne, Rapport SODEMI, Abidjan, 266p.
  39. Thiéblemont, D. (2005). *Géologie et pétrologie de l'Archéen de Guinée: une contribution régionale à la formation de la croûte continentale*. Unpublished PhD thesis, University of Brest, France, 149p.
  40. Vidal, M., Gumiaux, C., Cagnard, F., Pouclet, A., Ouattara, G., Pichon, M. (2009). Evolution of a Paleoproterozoic "weak type" orogeny in the West African Craton (Ivory Coast). *Tectonophysics*, 477, 145-159.