

## **Caractérisation des processus orogéniques tardi-éburnéen par les mécanismes de mise en place des plutons alcalins de Wayen et de Déou**

**Abraham Seydoux TRAORE<sup>1</sup>, Hermann ILBOUDO<sup>1\*</sup>, Adama Ouédraogo YAMEOGO<sup>1,2</sup>,  
Sâga SAWADOGO<sup>1</sup> et Séta NABA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Université Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre,  
Département des Sciences de la Terre, Laboratoire Géosciences et Environnement (LaGE),  
03 BP 7021 Ouaga 03, Burkina Faso*

<sup>2</sup> *Université Norbert ZONGO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Technologies,  
BP 376 Koudougou, Burkina Faso*

(Reçu le 01 Novembre 2022 ; Accepté le 12 Janvier 2023)

---

\* Correspondance, courriel : [hermannilboudo@gmail.com](mailto:hermannilboudo@gmail.com)

### **Résumé**

La structure et le contexte géodynamique de mise en place des granites alcalins ont été très peu étudiés. Ces structures sont pourtant importantes pour interpréter les mécanismes de mise en place et déduire le régime tectonique qui a prévalu à la fin de l'orogénèse éburnéenne (actif ou inactif). L'objectif de ce travail est d'utiliser la méthode de l'Anisotropie de la Susceptibilité Magnétique (ASM) pour caractériser le régime tectonique à la fin de l'orogénèse éburnéenne au niveau du Craton Ouest Africain. Les fabriques de la syénite de Wayen et du granite alcalin de Déou obtenues à partir des mesures de l'ASM et les différents diagrammes géotectoniques utilisés montrent que la syénite de Wayen, se met en place dans un contexte de cisaillement transcurrent de type pull-apart alors que le granite de Déou se met en place par diapirisme. Cette diversité des modèles de mise en place de ces plutons alcalins montre que le processus tardi-éburnéen n'est pas unique mais s'est manifesté de plusieurs manières.

**Mots-clés :** *Wayen, Déou, syénite, granite alcalin, géodynamique, tardi-éburnéen, diapirisme, pull-apart.*

### **Abstract**

**Characterization of late-eburnean orogenic processes by the mechanisms of emplacement of the alkaline plutons of Wayen and Déou, Burkina Faso-West Africa**

The structure and geodynamic setting of alkaline granites have been fairly studied. These structures are however important to interpret the emplacement mechanisms and to deduce the tectonic regime that prevailed at the end of the Eburnean orogeny (active or inactive). The main objective of this work is to use the Magnetic Susceptibility Anisotropy (MSA) to characterize the tectonic regime at the end of the Eburnean orogeny in the West African Craton. The obtained Wayen syenite and Déou alkaline granite fabric from MSA measurements and the different geotectonic diagrams used show that the Wayen syenite emplaced in a transcurrent shear context of pull-apart type whereas the Déou granite is emplaced by diapirism. This

diversity of emplacement patterns of these alkaline plutons shows that the late-Eburnean process is not unique but has manifested in several ways.

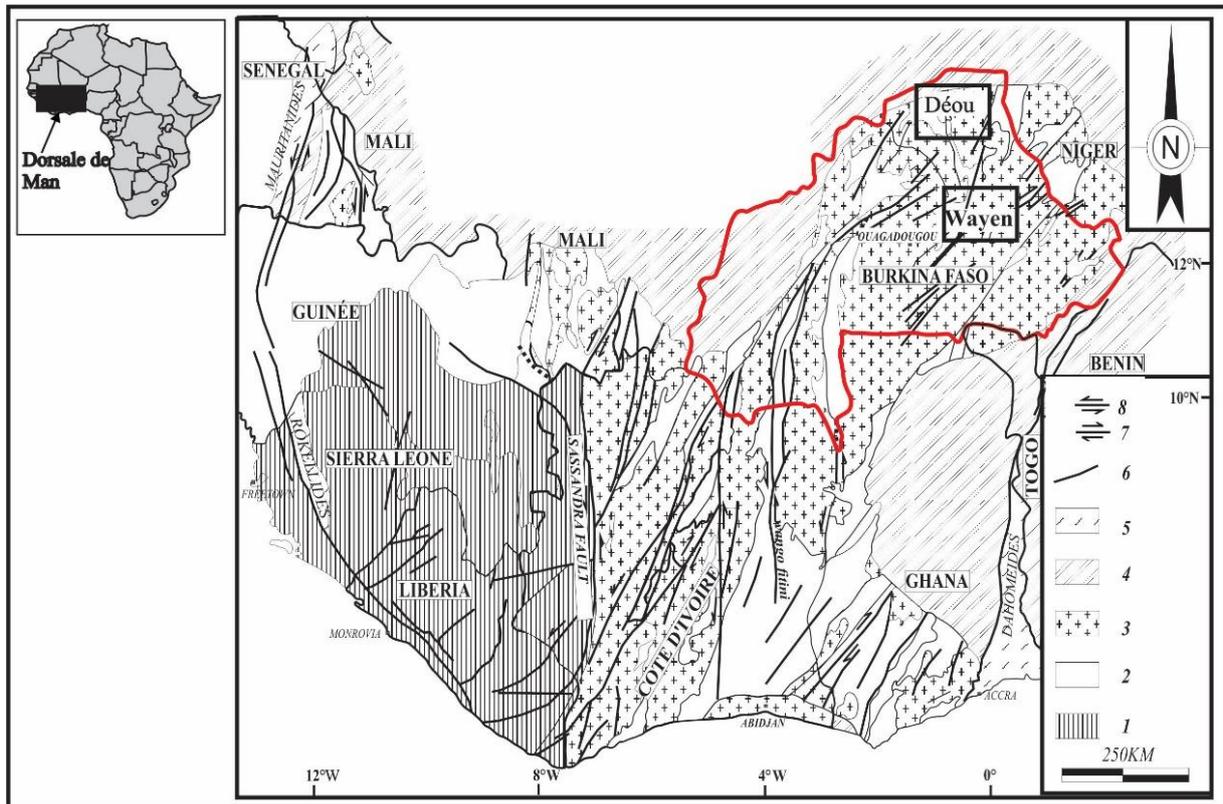
**Keywords :** *Wayen, Déou, syenite, alkaline granite, geodynamic, late Eburnean, diapirism, pull-apart.*

## 1. Introduction

Les granitoïdes représentent environ 70 % du socle Paléoprotérozoïque du Craton Ouest Africain. Les études récentes sur ces granitoïdes montrent que deux générations se distinguent nettement de par leurs compositions et leurs âges [1 - 6]. La première, diversement nommée en fonction des localités, a une affinité avec les granitoïdes de type tonalite, trondhjémite, granodiorite (TTG) [7, 8]. La seconde génération [2] mise en place entre 2,14 Ga et 1,9 Ga est constituée de granites dont les compositions vont des granites calco-alkalins potassiques ou peralumineux aux granites alcalins et syénites. Les plus tardifs de cette deuxième génération que sont principalement les granites alcalins et les syénites se mettent en place le plus souvent sous forme de plutons circonscrits [9 - 11] avec des structures assez discrètes. Des études structurales en vue de reconstituer les mécanismes de mise en place de ces plutons ont déjà été effectuées au Niger [12] et au Burkina Faso par la méthode de l'anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM) [13 - 17] pour montrer l'efficacité de telles méthodes sur des formations à structures très peu perceptibles. De plus, les granites alcalins qui sont l'expression des derniers événements plutoniques sont du reste, les meilleurs marqueurs pour cerner la fin de l'activité orogénique de l'éburnéenne. Le but de notre étude est donc d'utiliser les contextes de mise en place de ces formations tardives par la méthode de l'ASM pour caractériser le régime tectonique à la fin de l'orogénèse éburnéenne au niveau du craton Ouest Africain.

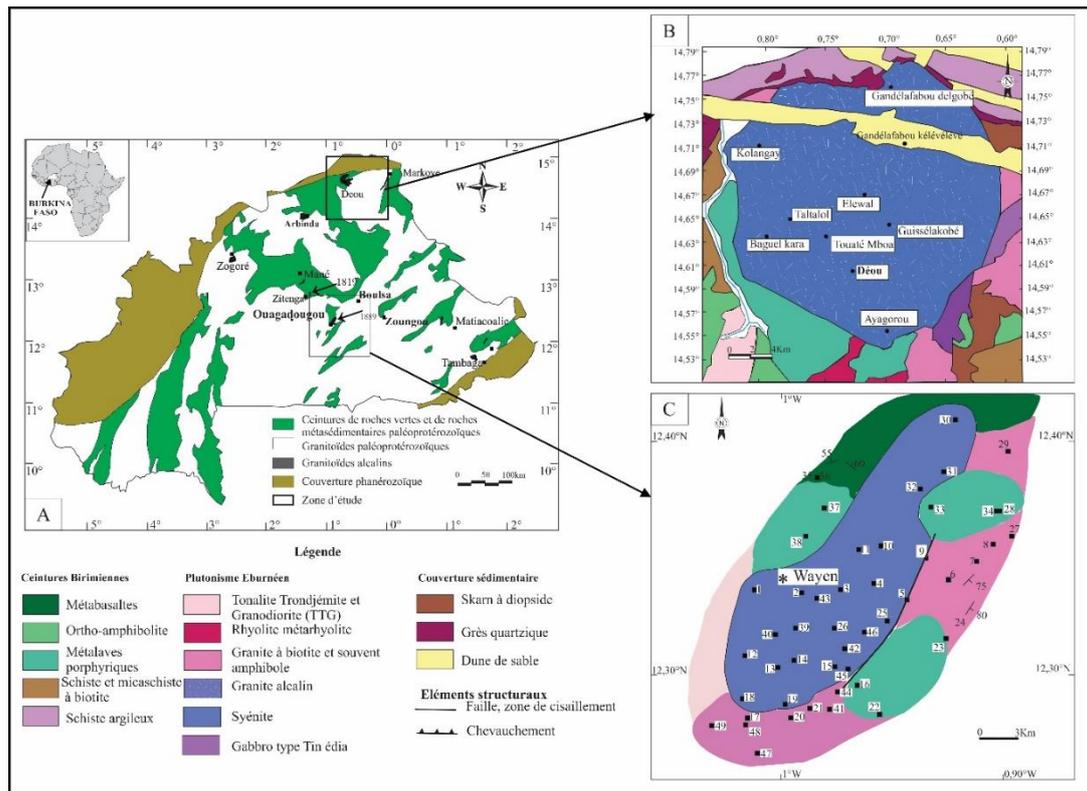
## 2. Matériel et méthodologie

Dans les formations géologiques essentiellement d'âge Paléoprotérozoïque, au sein de la dorsale de Man/ Léo (*Figure 1*), deux plutons de dernière génération sont ciblés pour des investigations de détail dans le présent manuscrit. Ils affleurent dans un environnement géologique constitué de roches métavolcaniques et métasédimentaires organisées en ceintures plus ou moins étroites recoupées par de vastes batholites de granitoïdes à compositions de tonalites, trondhjémites et granodiorites (TTG) [3] (*Figure 2A*).



**Figure 1 :** Carte géologique schématique de la dorsale de Man [18] modifiée. 8 : Zone de cisaillement senestre ; 7 : Zone de cisaillement dextre ; 6 : Accidents ou failles majeurs ; 5 : Chaînes panafricaines ; 4 : Post éburnéen ; 3 : Granitoïdes Paléoproterozoïque ; 2 : Ceintures de roches vertes ; 1 : Archéen

Le pluton granitique de Déou, situé au Nord du Burkina Faso entre les longitudes  $0,60^{\circ}W$  et  $0,80^{\circ}W$  et entre les latitudes  $14,55^{\circ}N$  et  $14,80^{\circ}N$  a été cartographié par [19] comme un granite alcalin (**Figure 2B**). Quant au pluton de syénite de Wayen, il est situé à 70 Km à l'est de Ouagadougou entre les longitudes  $0,85^{\circ}E$  et  $1,07^{\circ}W$  et les latitudes  $12,25^{\circ}N$  et  $12,45^{\circ}N$ . Une cartographie détaillée [20] montre que le pluton de Wayen est intrusif dans des metabasaltes, des granitoïdes de type TTG, des granites à biotite et amphibole et des métalaves porphyriques (**Figure 2C**).



**Figure 2 :** A : Carte géologique simplifiée du Burkina Faso [3] ; B : Carte géologique de Déou [19] ; C : Carte géologique de Wayen [21]

L'échantillonnage s'est fait à la carotteuse portable et a couvert les superficies des deux plutons et leur proche encaissant. A chaque station d'échantillonnage, deux à trois carottes de 8cm environ ont été prélevés pour d'éventuelles études pétrographiques, microstructurales, géochimiques et magnétiques. Les échantillons sont décrits et lorsque les roches sont déformées, des mesures de terrain à la boussole et au clinomètre sont effectuées. Au laboratoire, les échantillons sont débités en au moins deux échantillons de forme approximativement cylindrique (diamètre  $\approx 25$  mm et hauteur  $\approx 22$  mm) pour les mesures de l'anisotropie de la susceptibilité magnétique. Le reste de la carotte sert à la confection de lames pour les observations pétrographique et l'analyse des microstructures. Le choix des échantillons pour la géochimie a été effectué après les observations au microscope au Laboratoire Géosciences Environnement (LaGE) de l'Université Joseph KI-ZERBO. Les échantillons choisis ont été confiés à Australian Laboratory Services (ALS) pour les analyses géochimiques sur roche totale. Des analyses de minéraux à la microsonde électronique Camebax SX 50, ont été réalisées au Laboratoire Géosciences Environnements Toulouse (GET). La fabrication des granites a été déterminée par la technique de l'Anisotropie de la Susceptibilité Magnétique (ASM). Les mesures ont été effectuées à l'aide du Kappabridge KLY-3 à l'atelier de magnétisme du Laboratoire GET.

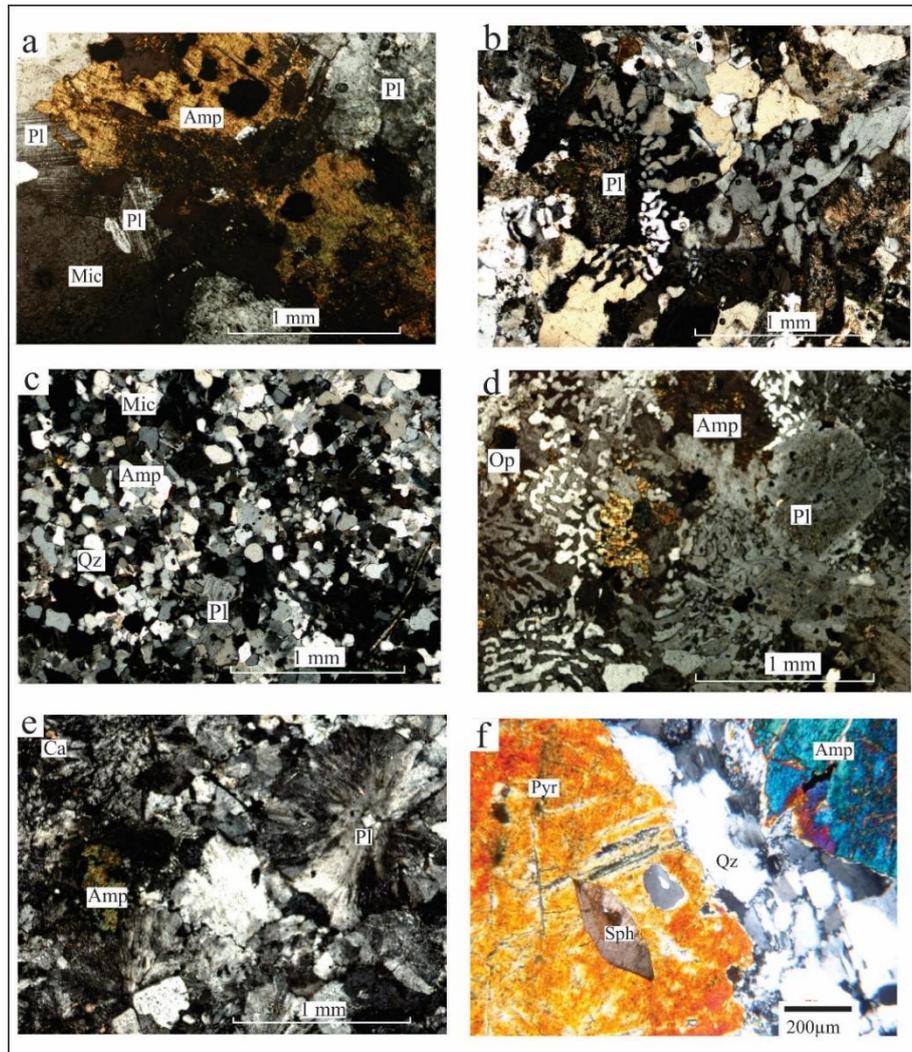
### 3. Résultats

#### 3-1. Pétrographie et géochimie des plutons de Déou et de Wayen

##### 3-1-1. Pétrographie

A l'affleurement, le granite de Déou se présente sous forme de collines éparées. La roche est leucocrate à fond rosé avec une texture grenue (taille du grain des minéraux variant entre 0,5 mm et 4 mm). Au microscope, indépendamment de cette taille des minéraux, on distingue un faciès granophyrique et un faciès non

granophyrique (**Figures 3a, 3b, 3c et 3d**). A cela, s'ajoute un faciès en rosette (**Figure 3e**) qui ne concerne que la texture aplitique. Quelque soit la texture, la composition minéralogique est la même et est faite principalement d'amphibole, de biotite, de plagioclase, de feldspaths potassiques et de quartz. Seules les proportions des différents minéraux varient relativement d'un faciès à l'autre. La syénite de Wayen est une roche de teinte rosée également avec des grains de tailles millimétriques. Au microscope (**Figure 3f**), elle est constituée de pyroxène, d'amphibole, de biotite, de feldspaths potassiques et de plagioclase. Le quartz est observé à des proportions pouvant atteindre 15 %. Accessoirement, on observe le zircon, l'allanite, l'apatite, le sphène et les opaques.



**Figure 3** : Les principaux faciès du granite de Déou et de la syénite de Wayen vus en microscopie. a : le faciès grossier non granophyrique ; b : le faciès grossier granophyrique ; c : le faciès fin non granophyrique ; d : le faciès fin granophyrique ; e : le faciès en rosette ; f : le faciès de la syénite. Amp : amphibole ; Bio : biotite ; Pl : plagioclase ; Mic : microcline ; Qz : quartz ; Ca : calcite ; Op : opaque

### 3-1-2. Géochimie

La géochimie sur roche totale montre un rapport A/CNK [ $A/CNK = Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$ ] ( $> 1,1$ ) qui les met tous dans le groupe des roches peralumineuses (**Tableau 1 et 2**). Dans le diagramme QAP de [22] tous les échantillons de Déou se trouvent dans le champ de composition des granites alcalins (**Figure 4**) alors que la syénite de Wayen est en fait une monzonite quartzifère.

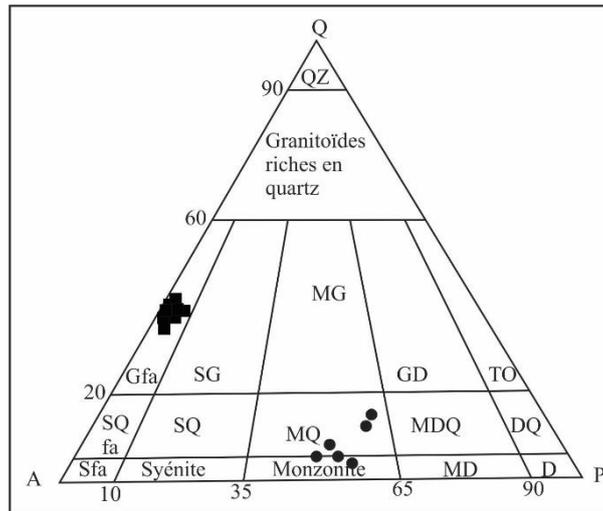
**Tableau 1 : Données analytiques et normatives sur roches totales du granite de Déou**

Echantillons	De 79	De 98	De 50	De 58	De 08	De 51	De 61	De 69
Pétrographie	Faciès grossier non granophyrique	Faciès grossier non granophyrique	Faciès grossier granophyrique	Faciès grossier granophyrique	Faciès aplitique non granophyrique	Faciès aplitique granophyrique	Faciès aplitique en rosette	Faciès aplitique en rosette
Majeurs (%)								
SiO <sub>2</sub>	75,70	74,4	75,30	75	76,30	74,1	74,50	73,3
TiO <sub>2</sub>	0,15	0,15	0,14	0,27	0,21	0,28	0,26	0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,55	11,85	11,15	11,75	10,75	11,55	11,05	11,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,70	1,69	1,82	3,62	2,18	3,67	3,18	2,91
MnO	0,04	0,03	0,05	0,08	0,05	0,07	0,08	0,06
MgO	0,07	0,16	0,06	0,06	0,07	0,06	0,12	0,02
CaO	0,51	0,64	0,45	1,13	0,61	0,96	0,63	0,92
Na <sub>2</sub> O	3,68	3,58	3,83	4,24	3,81	4,07	4,27	4,09
K <sub>2</sub> O	4,62	4,78	3,97	3,61	3,92	3,26	3,21	3,55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	< 0,01	0,01
LOI	1,10	1,58	0,80	0,89	0,79	1,96	1,69	1,38
Total	99,20	98,88	97,70	100,68	98,90	100	99,10	98,76
A/CNK (mol.)	1,31	1,32	1,35	1,31	1,29	1,39	1,36	1,32
Echantillons	De 79	De 98	De 50	De 58	De 08	De 51	De 61	De 69
Normes (%)								
Q	34,89	33,92	38,27	34,75	39,51	36,08	37,42	35,49
Or	29,06	28,25	24,26	21,33	23,68	19,27	19,51	20,98
Ab	31,1	30,29	33,44	35,88	32,89	34,44	37,09	34,61
An	2,17	2,15	1,52	2,37	0,64	3,617	1,52	1,99

**Tableau 2 : Données analytiques et normatives sur roches totales de a syénite de Wayen et de son encaissant**

Echantillon	Wa*	Wa 10	Wa 13	Wa 30	Wa37A	Wa 28	Wa20A
Pétrographie	Monzonite quartzique	Monzonite quartzique	Monzonite quartzique	Monzonite quartzique	Trachyandésite porphyrique	Trachyandésite porphyrique	Granite à grain fin
Majeurs (%)							
SiO <sub>2</sub>	67,8	66,3	63,1	63	63,95	63,1	73,06
TiO <sub>2</sub>	0,22	0,09	0,4	0,36	0,4	0,39	0,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,6	16,55	15	16,35	13,5	14,95	14,16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,03	1,62	4,28	3,53	5,03	4,54	1,3
MgO	0,64	0,49	2,01	1,46	2,84	2,06	0,23
CaO	0,95	0,95	2,24	2,29	3,99	2,97	1,13
Na <sub>2</sub> O	6,23	6,22	6,11	6,18	4,82	4,96	3,77
K <sub>2</sub> O	5,63	6,4	5,49	5,14	4,41	3,54	5,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,05	0,19	0,13	0,16	0,14	0,06
LOI	1,1	0,89	1,49	1,67	0,61	1,59	0,65
Total	100,26	99,59	100,39	100,21	99,82	98,33	99,66
A/CNK (mol.)	1,21	1,2	1,08	1,20	1,02	1,3	1,42
Normes (%)							
Q	8,95	4,67	3,04	2,62	10,28	12,90	29,02
Or	33,27	37,82	32,14	30,25	26,06	20,92	30,14
Ab	0	0	1,35	1,67	2,18	8,07	31,90
An	48,894	49,494	51,42	53	40,79	41,97	5,21

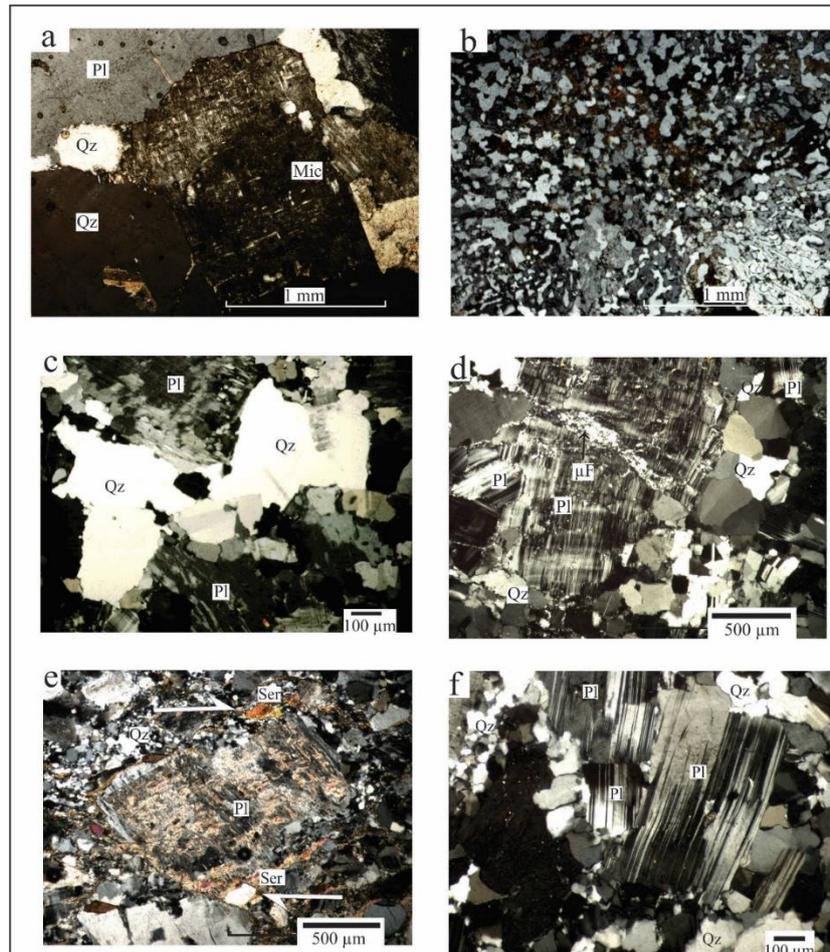
Wa\* : Données du BRGM



**Figure 4 :** Diagramme Q-A-P de Streickensen, 1976 [22] dans lequel est reporté les faciès représentatifs du granite de Déou (carré plein) et de la syénite de Wayen (rond plein); MG : Monzogranite ; GD : Granodiorites ; TO : Tonalites ; MDQ : Monzodiorite quartzique ; DQ : Diorite quartzique ; D : Diorite ; MD : Monzodiotite ; Sfa : Syénite à feldspath alcalin ; Sgfa : Syénite quartzique à feldspath alcalin ; SQ : Syénite quartzique ; MQ : Monzonitequartzique ; Gfa : granite à feldspath alcalin ; SG : Syéno-granite ; QZ : Quartzolite

### 3-2. Microstructures

Les microstructures permettent de reconstituer le contexte rhéologique au moment de l'acquisition de la fabrique [23 - 26]. La quasi-totalité des microstructures du pluton de Déou est acquise à l'état magmatique. Ces microstructures se manifestent par des cristaux de quartz de dimensions variables aux contours plus ou moins lobés et indemnes de toute trace de recristallisation et des feldspaths automorphes à sub-automorphes (*Figure 5a et 5b*). Quant au pluton de Wayen, il présente les microstructures de déformation suivantes :



**Figure 5 :** Les microstructures de la syénite de Wayen (a et b) du granite alcalin de Déou (c à f). Amp : amphibole ; Pl : plagioclase ; Mic : microcline ; Qz : quartz ;  $\mu f$  : microfracture

(i) Les microstructures magmatiques caractérisées par les cristaux de quartz indemnes de recristallisation et de feldspaths sub-automorphes (**Figure 5c**). (ii) Les microstructures de déformation à l'état solide de relativement basse température marquées par une recristallisation complète des cristaux de quartz et des microfractures remplies de quartz de recristallisation (**Figure 5d**). Ce type de microstructures est observable le long d'un couloir de cisaillement affectant la bordure SE du pluton de Wayen. Le sens de cisaillement déduit de l'obliquité des phénocristaux par rapport aux bandes "C" est dextre (**Figure 5e**). (iii) Les microstructures de déformation à l'état solide de relativement haute température, caractérisées par le kinkage des plagioclases et des sous-joints de grains de quartz plus ou moins bien polygonisés (**Figure 5f**).

### 3-3. Caractères magnétiques et structuraux

L'échantillonnage a concerné les plutons et leurs proches encaissants. Au total 112 échantillons ont été prélevés, répartis comme suit : 61 échantillons dans le granite de Déou et 3 échantillons dans son proche encaissant ; 25 échantillons dans la syénite de Wayen et 22 échantillons dans son proche encaissant.

#### 3-3-1. Données scalaires de la susceptibilité magnétique et thermomagnétisme

Dans le granite de Déou et son proche encaissant, la susceptibilité magnétique est comprise entre 61,7 et 27122,1  $\mu\text{SI}$  (**Tableau 3**). Dans la syénite de Wayen et son proche encaissant, la susceptibilité magnétique est comprise entre 253  $\mu\text{SI}$  et 595314  $\mu\text{SI}$  (**Tableau 4**). Au niveau des deux plutons, 90 % des sites sont

ferromagnétiques. Cet état de fait est due à la présence de la magnétite comme l'atteste les différents diagrammes thermomagnétiques (*Figure 6*) avec une chute brutale au niveau de ces courbes à 580°C (température de Curie de la magnétite).

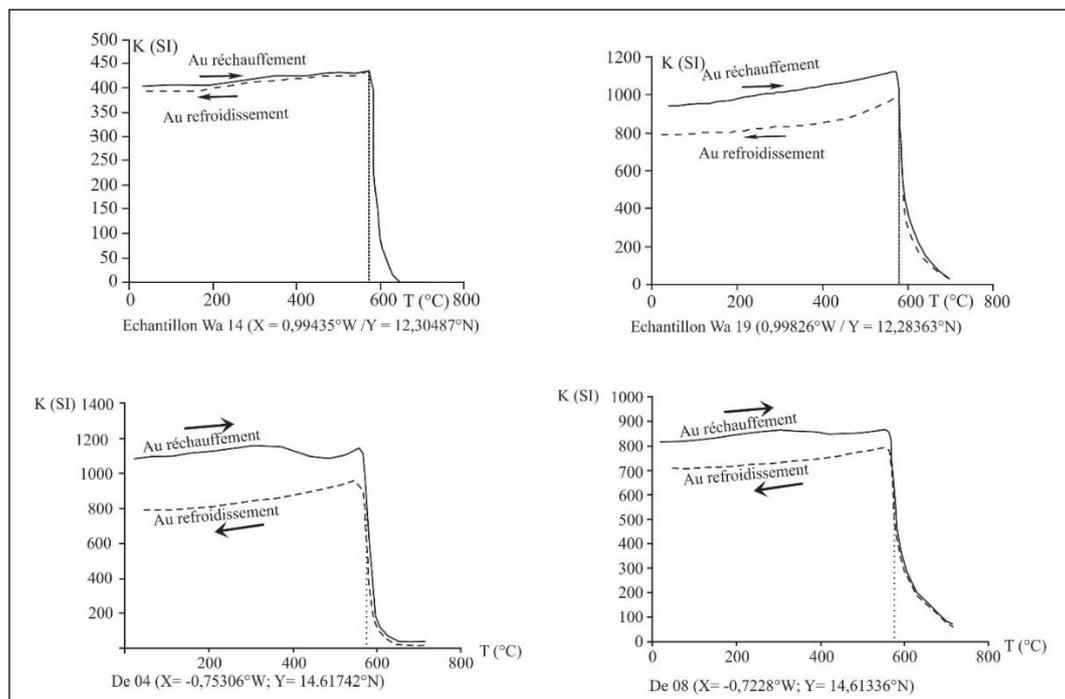
**Tableau 3 : Données scalaires du granite de Déou et de son encaissant**

Site	X (°W)	Y (°N)	Km (en μSI)	P (en SI)	T (en SI)	Site	X (°W)	Y (°N)	Km (en μSI)	P (en SI)	T (en SI)
De 01	0,7228	14,6134	6541	1,02	-0,54	De 60	0,8105	14,6769	1386	1,01	0,29
De 02	0,7365	14,6291	7873	1,02	0,07	De 61	0,8073	14,6612	19038	1,05	0,56
De 03	0,7456	14,6486	25788	1,04	0,15	De 63	0,7935	14,6604	19489	1,02	0,05
De 04	0,7531	14,6638	25182	1,05	-0,13	De 64	0,7691	14,6606	4643	1,02	0,44
De 07	0,6069	14,6230	135	1,04	-0,06	De 65	0,7750	14,6789	19134	1,01	0,65
De 08	0,6253	14,6174	8129	1,10	-0,63	De 66	0,7549	14,6391	10588	1,04	0,28
De 10	0,6413	14,6096	169	1,01	0,70	De 67	0,7626	14,6079	894	1,01	0,28
De 11	0,6578	14,6075	100	1,01	-0,11	De 68	0,7994	14,6066	208	1,02	-0,33
De 12	0,6748	14,6067	5002	1,04	-0,42	De 69	0,8027	14,6066	27122	1,05	-0,31
De 13	0,6922	14,6107	5677	1,02	-0,19	De 71	0,7541	14,5910	3567	1,04	0,42
De 16	0,7982	14,6321	95	1,06	0,69	De 72	0,7359	14,5991	171	1,01	-0,30
De 17	0,7859	14,6271	19331	1,05	-0,59	De 73	0,7192	14,5892	164	1,04	-0,38
De 18	0,7712	14,6206	62	1,01	0,62	De 74	0,6901	14,5883	11465	1,04	0,13
De 19	0,7552	14,6191	5127	1,03	0,00	De 75	0,6825	14,5873	4668	1,01	0,19
De 25	0,6540	14,7320	7229	1,14	-0,70	De 76	0,6634	14,5898	1634	1,03	0,54
De 27	0,6601	14,7510	5153	1,02	0,87	De 77	0,6831	14,5667	680	1,01	0,33
De 28	0,6849	14,7539	9007	1,04	-0,18	De 78	0,7009	14,5704	4334	1,06	0,42
De 31	0,6878	14,7383	5600	1,16	0,17	De 79	0,7193	14,5717	3463	1,01	0,25
De 32	0,7001	14,7500	5183	1,02	0,03	De 81	0,7170	14,5531	595	1,01	-0,82
De 33	0,7156	14,7471	4017	1,01	-0,17	De 84	0,6976	14,6400	7021	1,02	0,08
De 34	0,7362	14,7534	6678	1,04	-0,11	De 85	0,6975	14,6596	4702	1,04	0,49
De 36	0,7561	14,7561	6839	1,02	-0,53	De 86	0,7160	14,6593	5858	1,01	-0,11
De 40	0,7677	14,7505	8697	1,02	0,34	De 88	0,6659	14,6759	2245	1,02	-0,27
De 46	0,8022	14,7152	3187	1,02	0,46	De 90	0,6338	14,6614	1884	1,03	0,26
De 47	0,7822	14,7117	3919	1,03	0,34	De 91	0,6474	14,6642	3637	1,01	0,69
De 48	0,7602	14,7137	4694	1,03	-0,18	De 92	0,6636	14,6503	1769	1,02	0,15
De 50	0,7402	14,7136	6308	1,03	-0,79	De 93	0,6782	14,6451	4644	1,02	0,39
De 55	0,7572	14,6953	7802	1,01	-0,36	De 94	0,6566	14,6503	3280	1,04	0,04
De 56	0,7744	14,6956	3434	1,01	0,33	De 95	0,6466	14,6301	4337	1,00	0,07
De 57	0,7947	14,6950	9043	1,01	0,79	De 96	0,6622	14,6264	9021	1,01	-0,25
De 58	0,8135	14,6950	25562	1,08	0,55	De 97	0,6828	14,6231	4797	1,02	0,23
De 59	0,7959	14,6818	10134	1,01	0,16	De 98	0,7003	14,6230	4537	1,03	-0,47

**Tableau 4 : Données scalaires de la syénite de Wayen et de son proche encaissant**

Site	X (°W)	Y (°N)	Km (en $\mu$ SI)	P (en SI)	T (en SI)	Site	X (°W)	Y (°N)	Km (en $\mu$ SI)	P (en SI)	T (en SI)
Wa 01	1,0123	12,3361	858	1,02	0,77	Wa 23	0,9249	12,3145	1299	1,07	0,26
Wa 02	0,9907	12,3352	2637	1,02	-0,6	Wa 24	0,9217	12,3201	824	1,03	0,1
Wa 03	0,9731	12,3365	1720	1,04	-0,22	Wa 25	0,9516	12,3227	732	1,07	0,55
Wa 04	0,9578	12,3395	540	1,04	0,39	Wa 26	0,9761	12,3194	703	1,03	0,11
Wa 05	0,9436	12,3347	408	1,08	0,45	Wa 27	0,8954	12,3607	1678	1,05	-0,68
Wa 06	0,9240	12,3410	26	1,01	0,5	Wa 28	0,9008	12,3717	8043	1,09	-0,5
Wa 07	0,9109	12,3496	677	1,03	0,09	Wa 29	0,8969	12,3986	617	1,02	-0,6
Wa 08	0,9035	12,3573	684	1,04	0,96	Wa 30	0,9208	12,4129	2511	1,04	0,59
Wa 09	0,9352	12,3508	3137	1,05	0,55	Wa 31	0,9260	12,3895	10471	1,03	0,27
Wa 10	0,9546	12,3560	343	1,01	-0,4	Wa 32	0,9370	12,3825	6129	1,05	-0,81
Wa 11	0,9650	12,3548	4536	1,05	-0,22	Wa 33	0,9318	12,3740	1474	1,04	-0,64
Wa 12	1,0165	12,3069	2226	1,04	-0,11	Wa 34	0,9017	12,3717	4239,8	1,08	-0,55
Wa 13	1,0017	12,3019	7026	1,03	-0,35	Wa 36	0,9865	12,3802	1443	1,05	-0,47
Wa 14	0,9944	12,3049	2938	1,03	-0,58	Wa 38	0,9892	12,3608	1471	1,05	0,62
Wa 15	0,9756	12,3022	46526	1,08	-0,46	Wa 39	0,9937	12,3193	46	1,01	0,55
Wa 16	0,9657	12,2938	838	1,09	0,25	Wa 40	1,0029	12,3165	941	1,02	-0,12
Wa 17	1,0155	12,2791	1669	1,05	-0,26	Wa 41	0,9781	12,2829	1508	1,09	0,4
Wa 18	1,0179	12,2879	4825	1,05	0,48	Wa 42	0,9712	12,3100	12651	1,10	-0,05
Wa 19	0,9983	12,2836	12205	1,06	-0,21	Wa 43	0,9843	12,3326	145	1,04	-0,21
Wa 20	0,9960	12,2792	697	1,06	0,19	Wa 44	0,9747	12,2910	1765	1,11	0,63
Wa 21	0,9870	12,2832	2298	1,10	-0,09	Wa 45	0,9699	12,3011	59531	1,17	-0,13
Wa 22	0,9553	12,2809	316	1,01	-0,13						

L'anisotropie totale est comprise entre 1,00 et 1,17 (*Tableau 3 et 4*). Ces valeurs sont relativement faibles pour des granitoïdes à magnétite [27].

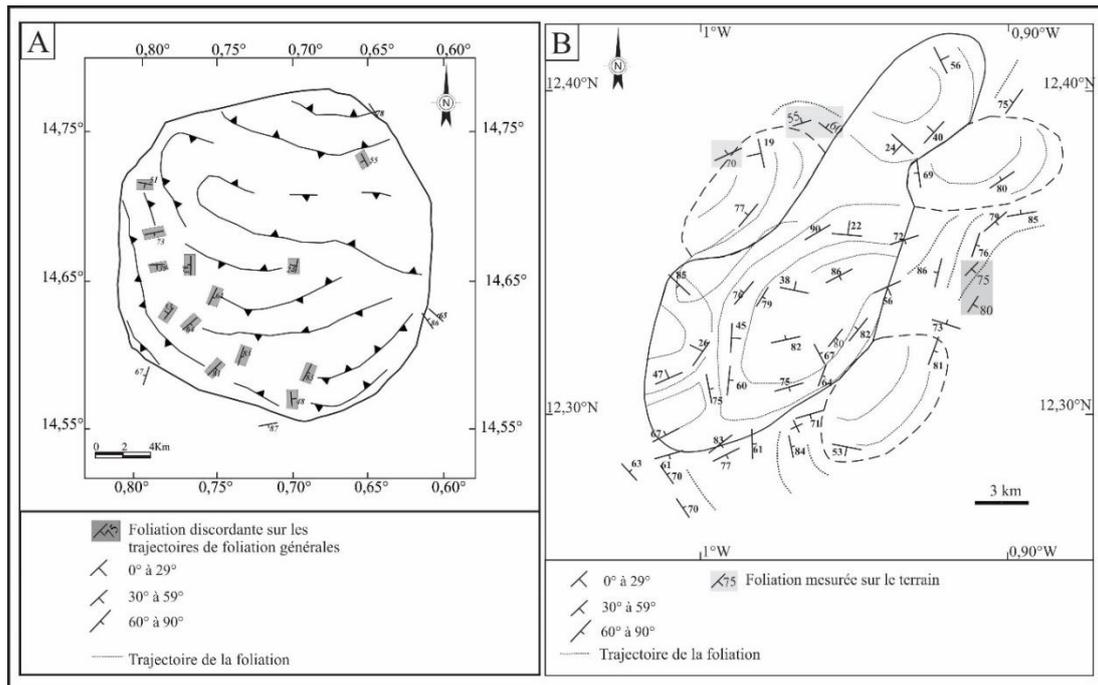


**Figure 6 : Courbes thermomagnétiques de quelques sites d'échantillonnage de la syénite de Wayen (Wa 14 et Wa 19) et du granite alcalin de Déou (De 04 et De 08)**

Le paramètre de forme (T) [28] varie de - 0,8 à 0,9 pour les deux plutons. Les sites à ellipsoïdes aplatis ( $0 < T \leq 1$ ) représentent plus de 60 % contre moins de 40 % de sites à ellipsoïdes allongés ( $-1 < T \leq 0$ ) (**Tableau 3 et 4**). Mais la majorité des sites ont des valeurs comprises entre -0,5 et 0,5 ce qui signifie que la fabrique est plutôt plano-linéaire car avec une prédominance à l'aplatissement.

**3-3-2. Les données directionnelles de la susceptibilité magnétique et analyse structurale**

De nombreuses études ont montré que les fabriques d'ASM sont coaxiales avec les fabriques minérales [29, 30]. La linéation magnétique correspond à l'axe K1 de l'ellipsoïde de la susceptibilité magnétique et l'axe K3 correspond au pôle de la foliation magnétique.



**Figure 7 : Carte des foliations du granite alcalin de Déou (A) et de la monzonite quartzique de Wayen (B)**

**3-3-2-1. La foliation magnétique**

L'allure générale de la foliation au sein du granite de Déou est plus ou moins concentrique (**Figure 7A**) avec cependant quelques sites présentant des foliations complètement sécantes voire quasiment orthogonales à cette disposition générale. Au niveau de l'encaissant cette foliation est complètement sécante sur celle du pluton. Par contre dans la monzonite quartzique de Wayen (**Figure 7B**), les directions de la foliation ne sont pas concentriques mais varient de NE-SW aux abords du pluton à E-W ou N-S par endroits.

**3-3-2-2. La linéation magnétique**

Au niveau des deux plutons, les azimuts des linéations suivent à peu près les directions des foliations. Leurs plongements sont en général faibles à moyens. C'est seulement au niveau de quelques sites que l'on observe des linéations sub-verticales (plongement  $\geq 60^\circ$ ) (**Figure 8A et B**).

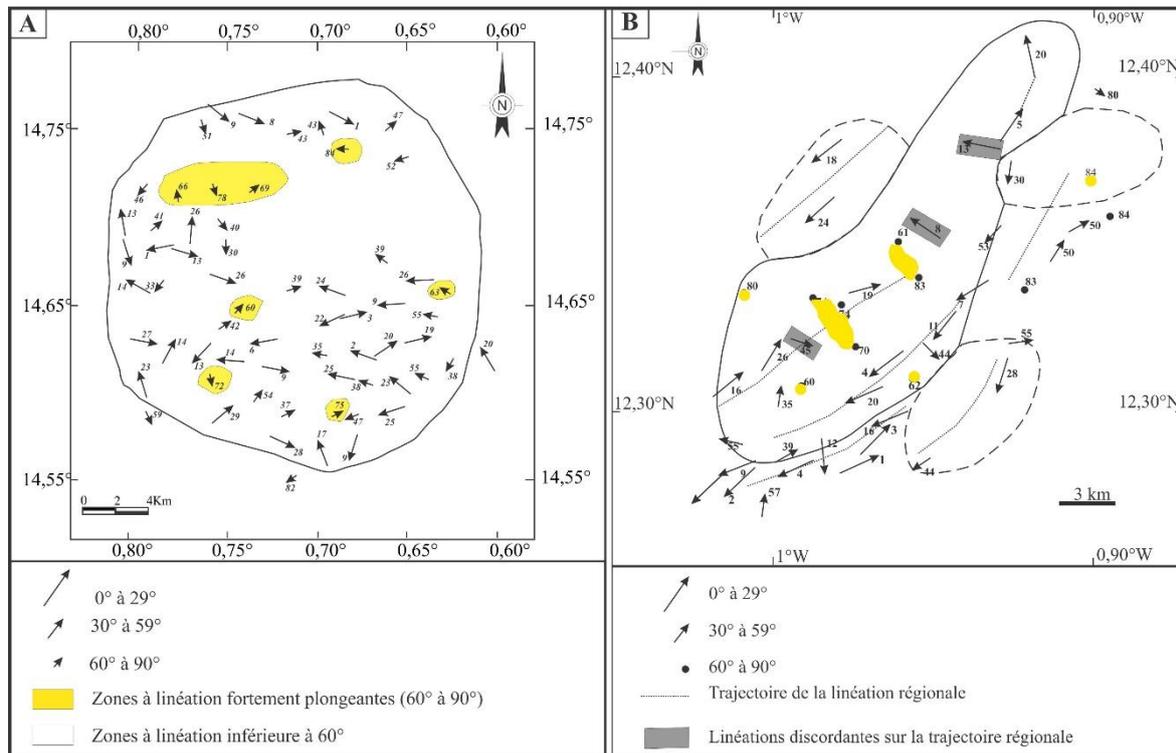


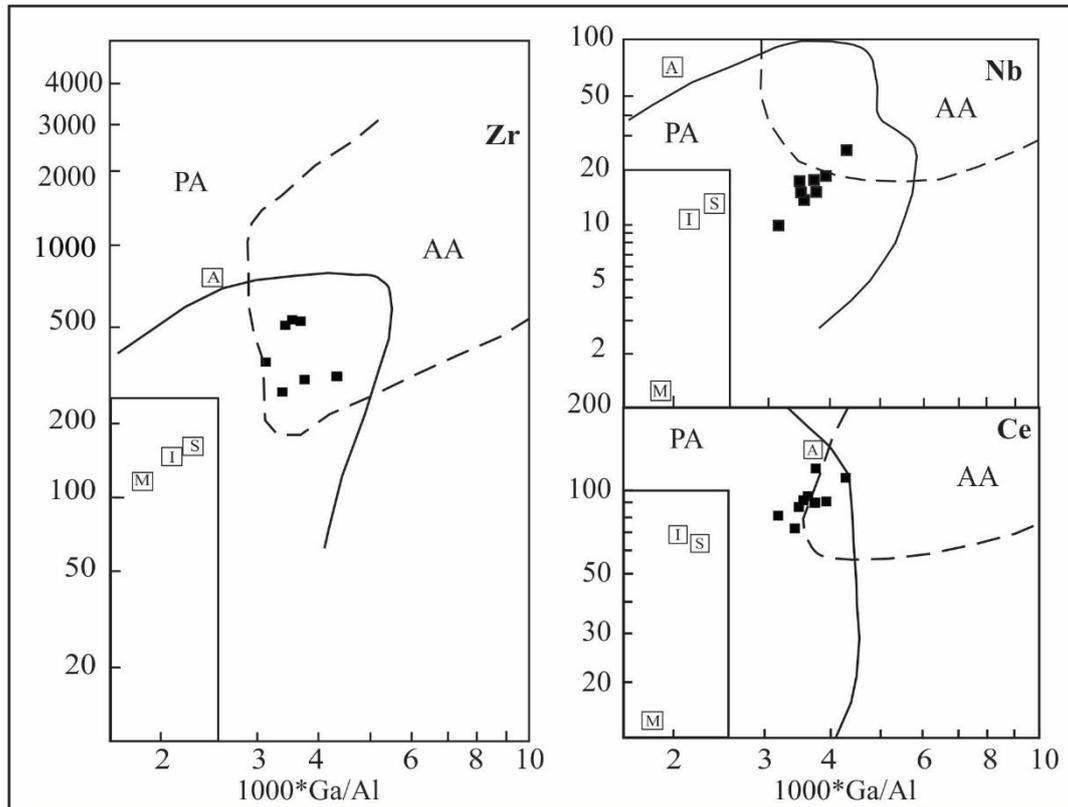
Figure 8 : Carte de linéation au niveau du granite alcalin de Déou (A) et de la monzonite quartzique (B)

## 4. Discussion

Les données magnétiques des deux plutons révèlent qu'ils sont en majorité ferromagnétiques. Cet état de fait est dû à la présence de la magnétite empêchant de faire une corrélation entre la susceptibilité et la pétrographie [27]. Cela a été observé sur plusieurs plutons du Burkina Faso (13-16). De plus au niveau des linéations on observe des zones de fortes valeurs de pendage. Ces sites où les linéations sont fortement plongeantes correspondraient vraisemblablement à des zones d'alimentation du pluton comme cela a été largement documenté dans la littérature [31, 32]. Les autres valeurs de linéation montrent le sens de la fluidalité magmatique qui est principalement E-W pour le granite de Déou et NE-SW pour la syénite de Wayen.

### 4-1. Le pluton de Déou

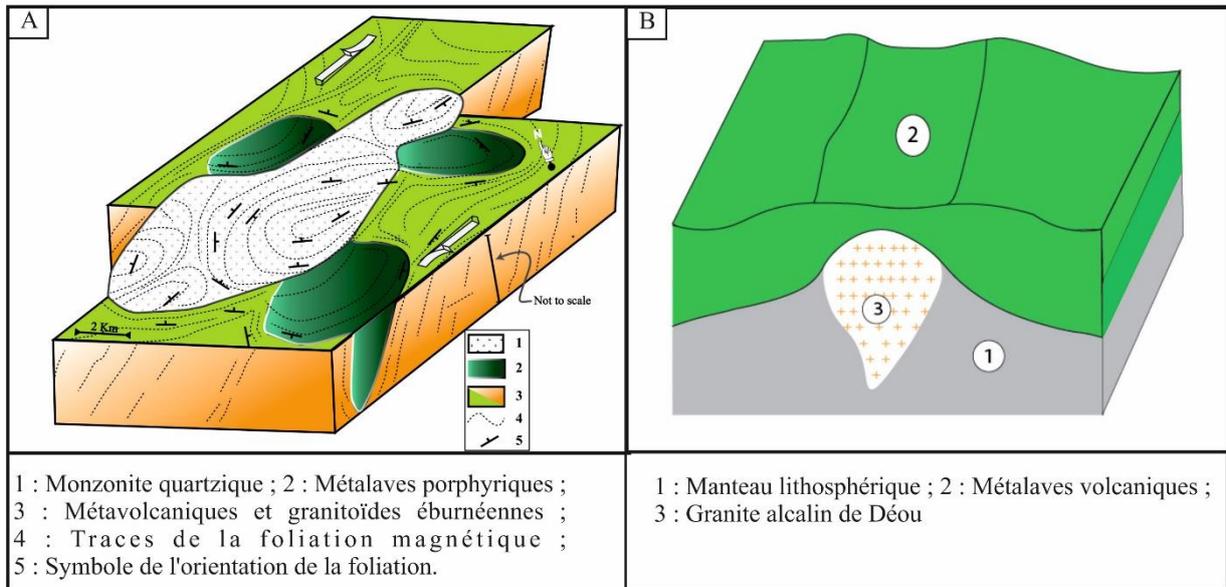
Le pluton de Déou de forme sub-circulaire affleure dans un encaissant constitué de roches métavolcaniques, métasédimentaires et de granitoïdes de type TTG. Il s'agit un granite alcalin. L'analyse pétrographique et géochimique montrent qu'il s'inscrit parmi les granites alcalins de type S présentant plusieurs textures. La texture granophyrique montre qu'il s'est mis en place à un niveau relativement haut dans la croûte [33]. La fabrique déduite des mesures d'anisotropie de la susceptibilité magnétique est pour l'essentiel magmatique donc liée aux mécanismes qui ont prévalu pendant la mise en place du pluton granitique de Déou. Cette fabrique concentrique est propre aux corps diapiriques mis en place en contexte anorogénique ou orogénique. Dans le cas spécifique du pluton de Déou, le contexte serait plutôt anorogénique puisque les quelques rares structures mesurées dans l'encaissant sont discordantes sur celle du pluton (Figure 7). Ces données confirment bien le caractère post-orogénique du granite de Déou qui par ailleurs ne subit pas de remaniement majeur postérieurement à sa mise en place. Ce caractère post-orogénique est aussi confirmé par la position du granite de Déou dans la classification de [34] (Figure 9).



**Figure 9 :** Diagramme de discrimination géochimique de [34] du granite alcalin de Déou. AA : granite alcalin anorogénique ; PA : granite alcalin post-orogénique

#### 4-2. Le pluton de Wayen

Les observations au microscope et les analyses géochimiques montrent que la "syénite" de Wayen est en fait une monzonite quartzique. La fabrique du pluton de Wayen obtenue à partir des mesures de l'anisotropie de la susceptibilité magnétique montre une orientation moyenne NE-SW qui est conforme avec une cinématique de mise en place dans un mouvement transcurrent. La monzonite quartzique de Wayen se met en place au cours d'un cisaillement dextre NE-SW. Puis, postérieurement, de manière très localisée, se développent des zones de cisaillement NW-SE qui impriment une fabrique secondaire. Au regard du contexte géologique local, on peut proposer un scénario de mise en place suivant décrit dans [20]. L'intégration de toutes les données nous permet de proposer des modèles finis de mise en place du granite de Déou (**Figure 10A**) et de la monzonite quartzique de Wayen (**Figure 10B**).



**Figure 10 :** *Modèle final de mise en place du granite alcalin de Déou (A) et de la monzonite quartzique de Wayen (B)*

## 5. Conclusion

Le granite de Déou est un granite alcalin hétérogène car présentant plusieurs sous faciès. Il est peralumineux. La fabrique concentrique du granite de Déou couplée à la discordance entre les foliations du pluton et de l'encaissant traduisent une mise en place diapirique en contexte anorogénique. Cela conduit à dire que le granite alcalin de Déou se serait mis en place après l'épisode paroxysmale de l'orogénèse éburnéenne. Quant à la syénite de Wayen, elle se met en place dans un contexte de cisaillement transcurrent de type pull-apart donc pendant que l'orogénèse était active. Cette diversité de mise en place permet d'affirmer que le plutonisme alcalin à commencer avant la fin de l'orogénèse éburnéenne (Wayen) et s'est poursuivi après cette orogénèse (Déou). En somme, le processus tardi-éburnéen ne s'est pas manifesté de façon unique sur le Craton Ouest Africain mais de plusieurs manières en fonction des zones.

## Remerciement

*Les reviewers anonymes sont remerciés pour leurs contributions à l'amélioration du manuscrit. Dr. ADA Koumangdiwè (Etudiant doctorant à l'époque) et TRAORE Yacouba (chauffeur) ont contribué à l'échantillonnage du pluton de Déou. Les auteurs remercient le bureau d'étude TEGECO Sarl pour le support logistique dont ils ont bénéficié durant lestravaux de terrain.*

## Références

- [1] - W. HIRDES, D. W. DAVIS, G. LÜDTKE & G. KONAN, Two generations of Birimian (Paleoproterozoic) volcanic belts in northeastern Côte d'Ivoire (West Africa) : consequences for the Birimian controversy. *Precambrian Research*, 80 (1996) 0173 - 191 p.
- [2] - S. DOUMBIA, A. POUCKET, A. KOUAMELAN, J. J. JEUCAT, VIDAL & C. DELOR, Petrogenesis of juvenile-type Birimian (Paleoproterozoic) granitoids in central Côte-d'Ivoire, West Africa : geochemistry and geochronology. *Precambrian Res.*, 87 (1-2) (1998) 33 - 63
- [3] - C. CASTAING, M. BILLA, J. P. MILÉSI, D. THIÉBLEMONT, J. LE MÉTOUR, E. EGAL, M. DONZEAU, BRGM COORDONNATEURS, C. GUERROT, A. COCHERIE, P. CHEVREMENT, M. TEGYEY, Y. ITARD, BRGM, B. ZIDA, I. OUEDRAOGO, S. KOTE, B. E. KABORE, C. OUEDRAOGO, BUMIGEB, J. C. KI, C. ZUNINO, ANTEA, Notice explicative de la carte géologique et minière du Burkina Faso à 1/1 000 000. Ed BRGM, Orléans, France, (2003) 147 p.
- [4] - B. TAPSOBA, C. H. LO, U. WENMENGA, B. M. JAHNA, S. L. CHUNG,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  thermochronology of Paleoproterozoic granitoids of northeast Burkina Faso, West African Craton : Implications for regional tectonics. *Precambrian Research*, 235 (2013b) 208 - 229
- [5] - A. TSHIBUBUDZE, K. A. A. HEIN, T. C. MCCUAIG, The relative and absolute chronology of strato-tectonic events in the Gorom-Gorom granitoid terrane and Oudalan-Gorouol belt, northeast Burkina Faso. *Journal of African Earth Sciences*, 112 (2015) 382 - 418
- [6] - S. BLOCK, L. BARATOUX, A. ZEH, O. LAURENT, O. BRUGUIER, M. W. JESSELL, L. AILLERES, R. SAGNA, L. A. PARRA-AVILA, D. BOSCH, Paleoproterozoic juvenile crust formation and stabilisation in the south-eastern West African Craton (Ghana) ; New insights from U-Pb-Hf zircon data and geochemistry. *Precambrian Research*, 287 (2016) 1 - 30
- [7] - R. CABY, C. DELOR, O. AGOH, Lithologie, structure et métamorphisme des formations birimiennes dans la région d'Odienné (Côte d'Ivoire) : rôle majeur de diapirisme des plutons et des décrochements en bordure du craton de Man. *Journal of African Earth Sciences*, 30 (2) (2000) 351 - 374
- [8] - D. GASQUET, P. BARBEY, M. ADOU, J. L. PAQUETTE, Structure, Sr-Nd isotope geochemistry and zircon U-Pb geochronology of the granitoids of the Dabakala area (Côte d'Ivoire) : evidence for a 2,3 Ga crustal growth event in the Paleoproterozoic of West Africa ? *Precambrian Research*, 127 (2003) 329 - 354 p.
- [9] - M. BONHOMME, Contribution à l'étude géochronologique de la plateforme de l'Ouest Africain. Thèse Ann. Fac. Sci. Université Clermont-Ferrand, Fr., *Géol. Minéral*, N°5 (1962) 62 p.
- [10] - U. WENMENGA, Pétrologie des ensembles lithologiques du Protérozoïque inférieure au NE de Ouagadougou (Burkina Faso - Craton Ouest Africain). Etude pétrographique, géochimique et géochronologique. Thèse Univ. Clermont-Ferrand, (1986) 275 p.
- [11] - B. MOREL, M. ALINAT, M., Géologie, pétrologie et géochimie des syénites de Ninakri : comparaison avec d'autres massifs syénitiques anorogéniques de Côte d'Ivoire et d'Afrique de l'Ouest. *J. Afr. Ear. Sci.*, 17 (2) (1993) 213 - 223
- [12] - J. PONS, P. BARBEY, D. DUPUIS, J. M. LÉGER, Mechanism of pluton emplacement and structural evolution of 2,1 Ga juvenile continental crust : the birimian of south-western Niger. *Precambrian Res.*, 70 (1995) 281 - 301 p.
- [13] - S. NABA, N. VEGAS, J. L. BOUCHEZ, R. SIQUEIRA, M. LOMPO, Caractères magnétiques, fabriques et contexte géodynamique des granites du Burkina Faso oriental : les plutons de Tenkodogo-Yamba, de Kouare et de Nanemi. *Africa Geoscience Review*, Vol. 13, N° 1 (2006) 63 - 76 p.
- [14] - H. ILBOUDO, S. SAWADOGO, S. NABA, A. S. TRAORE, M. LOMPO, M. Structure et mode de mise en place du pluton granitique de Tiébélé et son implication dans la concentration des anomalies en Or (Au) et métaux de base (Cu-Pb-Zn), Burkina Faso (Afrique de l'Ouest). *Bul. Inst. Science*, Marco, N°35 (2013) 63 - 75

- [15] - S. SAWADOGO, G. ILBOUDO, A. S. TRAORÉ, O. A. YAMÉOGO, N. KAGAMBÈGA, S. NABA, M. LOMPO, Le pluton de granite alcalin d'Arbinda au Nord du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest) : Mise en place tardi-orogénique révélée par l'Anisotropie de la Susceptibilité Magnétique (ASM) et les microstructures. *J. Sci.*, Vol. 14, N°1 (Janvier 2014) 23 - 40
- [16] - O. A. YAMEOGO, Structure et mode de mise en place des plutons de Dori, de Gorom-Gorom et de Tin Taradat (Burkina Faso) : Relation spatio-temporelles entre le plutonisme et le cisaillement transcurrent éburnéen. Thèse Université Joseph KI-ZERBO, (2019) 196 p.
- [17] - S. SAWADOGO, Structures magnétiques et mode de mise en place du pluton granotique de Zorgho (Burkina Faso, Afrique de l'Ouest) : Implication du cisaillement transcurrent Eburnéen de Tiébélé - Dori - Markoye. Thèse Université Joseph KI-ZERBO, (2022) 156 p.
- [18] - J. P. MILÉSI, P. LEDRU, J. L. FEYBESSE, A. DOMMANGET & E. MARCOUX, Early Proterozoic ore deposit and tectonics of the Birimian orogenic belt, West Africa, *Precambrian Res.*, 70 (1992) 281 - 301
- [19] - J. DELFOUR, M. JEAMBRUN, Notice explicative de la carte géologique au 1/200 000 de l'Oudalan. Edit. B.R.G.M., Arch.D.G.M. Ouagadougou, (1970) 58 p.
- [20] - A. S. TRAORE, S. NABA, N. KAGAMBEGA, M. LOMPO, L. BARATOUX, J. GANNE, Mise en place tardi-orogénique de la syénite de Wayen (Burkina Faso, Afrique de l'ouest). *J. Sci.*, Vol. 11, N°2 (2011) 1 - 15
- [21] - C. CASTAING, M. BILLA, P. CHEVREMENT, M. DONZEAU, E. EGAL, J. LE METOUR, S. KOTE, I. OUEDRAOGO, B. E. KABORE, J. C. KI, & C. ZUNINO, "Notice explicative de la carte géologique à 1/200000 du degré carré de BOULSA". ND-30—VI, 1 ère Edition, (2003) 63 p.
- [22] - J. B. WHALEN, K. L. CURIE, B. W. CHAPPELL, A-type granites : geochemical, (1987)
- [23] - A. STRECKEISEN, To each plutonic rock its proper name, *Earth Sci. Rev.*, 12 (1976) 1 - 33
- [24] - S. R. PATERSON, R. H. VERNON & O. T. TOBISCH, A review for the identification of magmatic and tectonic foliations in granitoids. *J. Struct. Geol.*, 11 (3) (1989) 349 - 363
- [25] - J. L. BOUCHEZ, C. DELAS, G. GLEIZES, A. NÉDÉLEC & M. CUNEY, Submagmatic microfractures in granites. *Geology*, 20 (1992) 35 - 38
- [26] - R. H. VERNON, Review of microstructural evidence of magmatic and solid-state flow, *Electronic Geosciences*, 5 (2000) 2
- [27] - C. J. ARCHANJO, P. OLIVIER & J. L. BOUCHEZ, Plutons granitiques du Seridó (NE du Brésil) : écoulement magmatique parallèle à la chaîne révélée par leur anisotropie magnétique. *Bull. Soc. Géol., Fr.*, 163, 4 (1992) 509 - 520
- [28] - V. JELINEK, Statistical processing of anisotropy of magnetic susceptibility measured on groups of specimens, *Studia Geoph. Geod.*, 142 (1978) 50 - 62
- [29] - C. L. ROSENBERG, Deformation of partially-molten granite : a review and comparison of experimental and natural case studies. *Intern. J. Earth Sci.*, 90 (2001) 60 - 76
- [30] - P. ROCHETTE, Magnetic susceptibility of the rock matrix related to magnetic fabric studies. *J. Struct. Geol.*, 9 (1987) 1015 - 1020
- [31] - G. J. BORRADAILE, B. HENRY, Tectonic applications of magnetic susceptibility and its anisotropy. *Earth Sci. Rev.*, 42 (1997) 49 - 93
- [32] - J. L. BOUCHEZ, Granite is never isotropic : an introduction to AMS studies of granitic rocks. In J.L. Bouchez, D.H.W. Hutton and W.E. Stephens (eds.), *Granite : from segregation of melt to emplacement fabrics*, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, (1997) 95 - 112
- [33] - B. BONIN, A-type granites and related rocks : Evolution of a concept, problems and prospects. *Lithos*, 97 (2007) 1 - 29
- [34] - H. DAWEI W. SHIGUANG, H. BAOFUT, J. MANYUAN, Post-orogenic alkaline granites from China and comparisons with anorogenic alkaline granites elsewhere. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, Vol. 13, N° 1 (1996) 13 - 27 p.