

**MISE EN EVIDENCE DE STRUCTURES PRINCIPALES ET
CONNEXES CONTROLANT LA MINERALISATION DANS LE
DISTRICT AURIFERE DE NASSARA AU SUD-OUEST DU BURKINA
FASO (AFRIQUE DE L'OUEST)**

**IDENTIFICATION OF MAIN AND RELATED STRUCTURES THAT
CONTROL MINERALIZATION IN NASSARA GOLD DISTRICT,
SOUTHWESTERN BURKINA FASO (WEST AFRICA).**

Pascal OUIYA^{1, 2*}, Séta NABA¹, Hermann ILBOUDO¹, Sâga SAWADOGO¹, Adama Ouédraogo YAMEOGO¹

¹ *Laboratoire Géosciences et Environnement Minier (LGEM), Département des Sciences de la Terre Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouaga 03*

² *Institut des Sciences (IDS), 01 BP 1757 Ouaga 01*

* Auteur correspondant : pascal.ouiya@gmail.com

Résumé

Le district aurifère de Nassara est situé au Sud-Ouest de Gaoua et plus précisément dans la partie Sud de la ceinture de roches vertes de Boromo. Une étude combinée associant l'anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM) et l'examen des microstructures nous a permis d'identifier quatre phases de déformation en relation avec l'orogénèse éburnéenne. Les relations de recoupement de terrain et les microstructures montrent que la D2 est une déformation mylonitique ayant une forte composante en aplatissement. Dans la zone de Nassara (porteuse de la minéralisation principale), la déformation est surtout liée à la D3 d'orientation NW-SE qui a un caractère cisailant. Enfin, une schistosité de fracture ou de crénulation S4 d'orientation NE-SW en relation avec la D4 surimprime localement la fabrique D3.

Grâce à l'ASM nous sommes parvenus à retracer les structures principales (cas de Nassara) et les structures secondaires d'intérêt économique (Cas de la zone B). Ces dernières appelées "zones satellites" par les compagnies minières méritent d'être explorées de façon détaillée, car elles présentent les mêmes caractéristiques que la structure principale de Nassara. Les linéations sont de bons indicateurs cinématiques du sens de fluage de la matière qui a aussi canalisé les fluides hydrothermaux contemporain de la déformation D3.

Mots clés : Burkina Faso, Ceinture de Boromo, Zone de cisaillement de Nassara, Anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM), zone satellite.

Abstract

Nassara gold district is located at southwestern of Gaoua and precisely in the south part of Boromo greenstone belt. The combined study of the anisotropy of magnetic susceptibility, microstructures examination permitted us to identify four phases of deformation in relation to the orogeny eburnean. Field overlap relationships and microstructures show that D2 is a deformation with a strong flattening component. In the Nassara zone (carrier of the main mineralization), the deformation is mostly related to the NW-SE orientation D3, which has a shearing character. Finally, a S4 fracture or crenulation schistosity of NE-SW orientation in relation to D4 locally overprints the D3 factory. Thanks to the ASM we have arrived to trace the main structures and the secondary structures (Case of Nassara) of economic interest (Case of zone B). These last called satellite zone by the mining companies deserve to be explored in detail, because they have the same characteristics as the main structure of Nassara. Lineations are good kinematic indicators of the direction of creep of the materiel which has also channeled the hydrothermal fluids contemporary with the D3 deformation.

Keywords : Burkina Faso, Boromo belt, Nassara shear zone, anisotropy of magnetic susceptibility (AMS), Satellite zone.

INTRODUCTION

Dans la majorité des gisements d'or de la dorsale de Man/Léo (au sud du craton Ouest africain), la minéralisation est principalement contrôlée par la déformation. C'est principalement dans les zones de cisaillement qui sont aussi des structures de déformation complexe qu'on retrouve la plupart de ces gisements (Milési et al. [1] ; Blenkinsop et al. [2] ; Oberthur et al. [3] ; Groves et al. [4] ; Goldfarb et al. [5] ; Hammond et al. [6] ; Vélasquez et al. [7] ; Traoré et al. [8] ; Ouyia et al. [9]). Le caractère polyphasé de la déformation (Feybesse et al. [10]) et l'absence de marqueurs structuraux sont souvent un frein quant à la bonne compréhension des marqueurs structuraux. Pour venir à bout de ce handicap, nous avons associé aux méthodes classiques d'analyse structurale, la technique de l'anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM) et l'étude par la géophysique aéroportée. L'objectif de cette étude est de bien caractériser la zone

principale de la minéralisation aurifère de Nassara et les zones connexes en vue de mieux orienter les sondages.

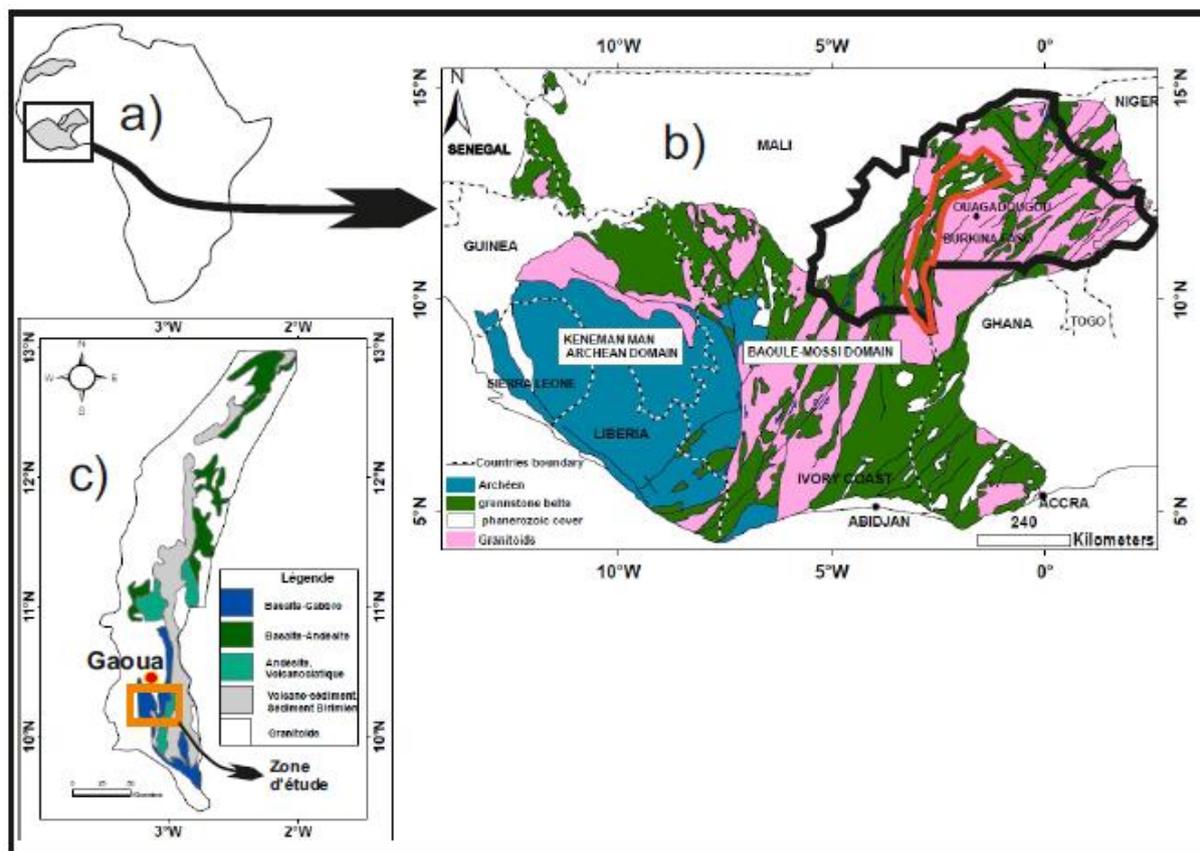


Figure 1 : Situation de la zone d'étude dans le contexte géologique de la dorsale de Man/Léo a) Localisation de la dorsale de Man/Léo à l'échelle de l'Afrique, b) Carte simplifiée de la dorsale de Man (Baratoux et al. [14], modifiée), c) Ceinture de Boromo et position de la zone d'étude.

I. GEOLOGIE DU DISTRICT DE NASSARA

La zone de Nassara est située au Sud de Gaoua à environ 380 km de Ouagadougou entre la longitude 2,985° W et 3,223°W et entre la latitude 10,101° N et 10,2306° N (Figure. 1). Elle est située dans la ceinture de roche verte de Gaoua qui est une partie de la ceinture régionale de Boromo-Goren. Les principales unités géologiques de la zone d'étude regroupent les séries volcaniques, volcanosédimentaires et sédimentaires birimiennes (Ouédraogo, [11] ; Wenmenga et Affaton, [12] ; Metelka et al. [13] ; Baratoux et al. [14]). Ces formations sont recoupées à différents niveaux par différentes générations de granitoïdes (Metelka et al. [13] ; Baratoux et al. [14]). Parmi ces granitoïdes nous avons le pluton de Gaoua autour duquel constellent un certain nombre d'indices et de gîtes aurifères (Castaing et al. [15] ; Yaméogo et al. [16]). Les travaux de prospection effectués par la compagnie minière B2Gold, ainsi que les travaux de recherche réalisés par (Baratoux et al. [17] et Ouyi et al. [9]) mettent en évidence

différentes structures, avec un potentiel minier assez intéressant. Le gîte aurifère de Nassara d'orientation NW-SE est un cas pratique d'indice de minéralisation en or.

II. METHODOLOGIE

L'imagerie géophysique nous a servi tout le long de cette étude depuis la projection des travaux de terrain jusqu'à l'interprétation structurale finale. Les travaux de terrain ont consisté d'une part à l'observation, à la description et à la mesure des orientations des structures de déformation évidentes à cette échelle. Nous avons également procédé à un échantillonnage quasi-systématique pour l'anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM) en suivant scrupuleusement le mode opératoire décrit par [Bouchez](#), [18]. A l'échelle du district de Nassara, nous avons prélevés des échantillons espacés de 1 à 2 km avec resserrement de la maille de 200 à 500 mètre à l'intérieur de la zone de cisaillement de Nassara qui est la cible principale ([Figure. 2](#)). Un minimum de deux carottes a été prélevé par site et au total trente-cinq sites ont fait l'objet de prélèvement pour les mesures d'ASM.

Au laboratoire nous avons procédé au conditionnement des carottes pour les mesures ASM (voir [Bouchez](#), [18]). Nous avons également préparé des lames minces orientées qui ont servi à la fois pour affiner les études pétrographiques et pour déterminer l'étude des microstructures. Les échantillons conditionnés au nombre de cent quarante (140) ont fait l'objet de mesure au Kappabridge MFK1-FA et les axes de l'ellipsoïde de la susceptibilité magnétique ont été déduits et rapportés au référentiel géographique.

Par cette procédure nous accédons ainsi à la fabrique magnétique (linéation et foliation magnétiques) qui d'après de nombreuses études ([Naba et al.](#) [19] ; [Traoré et al.](#) [20] ; [Ilboudo et al.](#) [21] ; [Sawadogo et al.](#) [22], 2018 [23]) est coaxiale avec la fabrique magnétocristalline des silicates et la fabrique de forme de la magnétite. L'examen des microstructures de chaque site a été systématiquement effectué au microscope pour s'assurer de la signification réelle de la fabrique d'ASM mesurée.

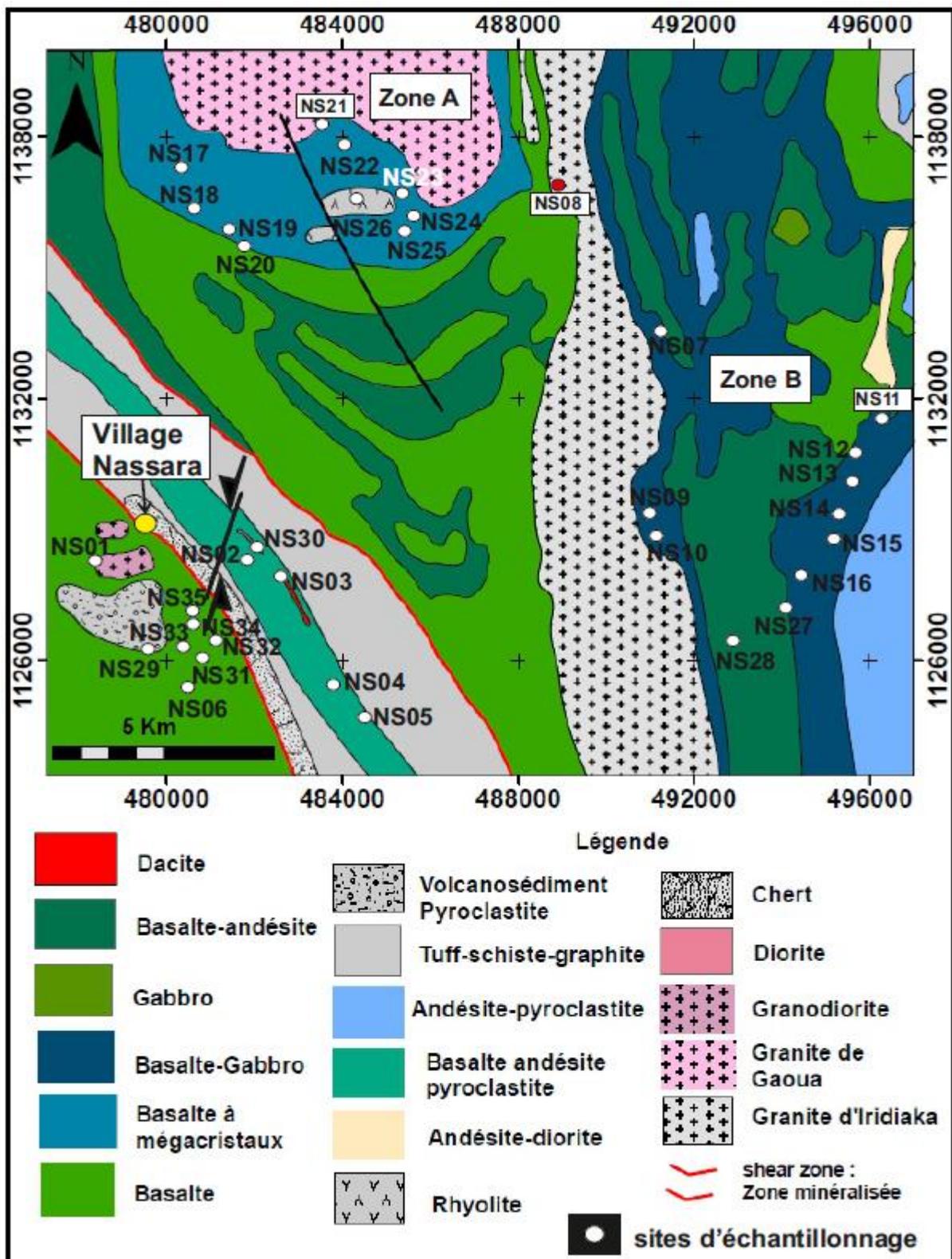


Figure 2 : Carte lithologique montrant les différents sites d'échantillonnage.

III. RESULTATS

III.1. Mesures structurales de terrain

Lorsque les structures de déformation sont directement visibles sur le terrain, nous procédons à la description et aux mesures qui s'y imposent. La schistosité syn-métamorphique (S1) est observée dans certaines localités de la ceinture où les roches ont de bonnes dispositions rhéologiques (Baratoux et al. [14], 2015 [17]). Dans le district de Nassara, la S1 n'a pas été identifiée à l'échelle du terrain. La deuxième phase de déformation a un caractère cisailant et c'est elle qui met en place une schistosité assez intense (S2) visible dans certaines roches autour de Nassara (Figure. 3a et Figure. 3d). Les mesures de terrain montrent que les directions de cette schistosité se concentrent autour d'une moyenne N-S à NNE-SSW, dont les plus fréquentes sont les directions N0°E à N20°E.

La troisième phase de déformation met en place une schistosité (S3) qui surimprime localement la (S2). C'est une schistosité disjointe (Figure. 3a et b) et parfois de crénulation (Figure. 3c et d). Le caractère cisailant de la S3 s'observe dans le couloir de Nassara où la déformation est mylonitique. Dans cette zone B, la déformation s'observe respectivement dans une métadiorite (NS10) et dans un métagabbro (NS09) où elle recoupe la deuxième phase de déformation (D2). Les mesures directes montrent une orientation globale NW-SE (140°E).

La quatrième phase de déformation D4 qui est marquée par une schistosité de fracture S4 recoupe à grand angle la S3 et est la plus tardive des déformations ductiles (Figure. 3b). Localement, elle est ductile-cassante, avec des cisaillements locaux observables dans la zone C. L'orientation moyenne de cette phase est NE-SW à E-W (N50°E à N80°E).

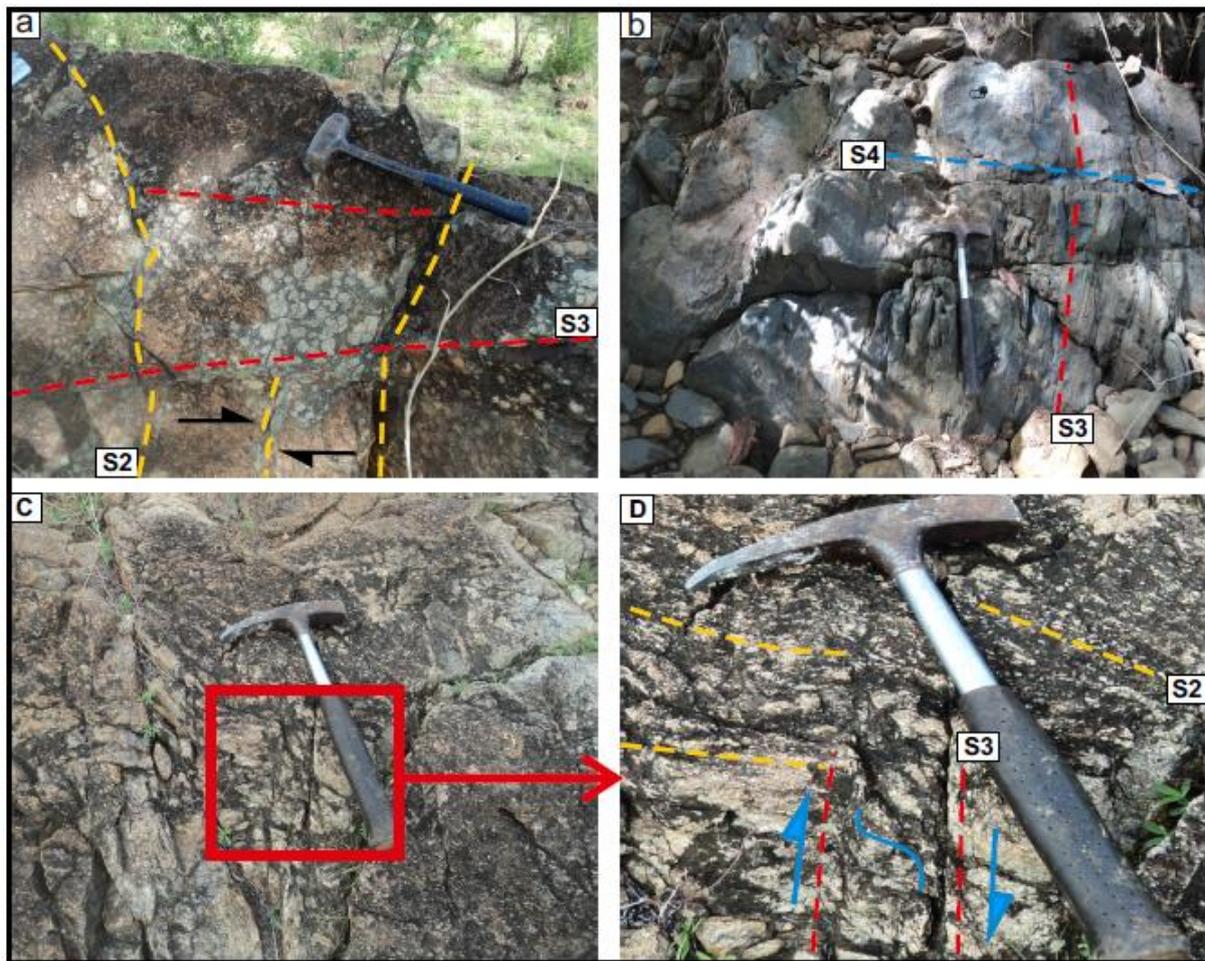


Figure 3 : Images des principales structures observées sur le terrain : a) Métabasalte à phénocristaux de plagioclase affecté par la S2 qui est localement reprise par la S3 ; b) Microdiorite par deux générations de schistosités disjointes (S3 et S4) dont le caractère principal est cisailant; c, d). Granite d'Iridiaka affecté par la S2 qui est reprise par la S3.

III.2. Susceptibilité magnétique et anisotropie de la susceptibilité magnétique

Les mesures de la susceptibilité magnétique au kappabridge MFK1-FA permettent d'accéder à la fois aux données scalaires et aux données directionnelles (Tableau 1).

III.2.1. Les données scalaires

Les données scalaires les plus importants sont la susceptibilité magnétique (Km), l'anisotropie (P) et le paramètre de forme (T).

* La susceptibilité magnétique (Km)

La valeur de la susceptibilité magnétique indique l'état magnétique du groupe de minéraux qui dominant l'aimantation totale de la roche. Une limite empirique significative a été fixée entre le

paramagnétisme (susceptibilité totale dominée par les silicates ferromagnésiens) et le ferromagnétisme au sens large (susceptibilité dominée par certains oxydes et sulfures de fer) à 500 μ SI (Rochette et al. [24]).

Dans notre cas, les valeurs de susceptibilité magnétique s'étalent entre 19,3 et 388068,3 μ SI (Tableau 1). 14, 29 % des sites sont paramagnétiques ($K_m < 500 \mu$ SI) et 85,71 % sont ferromagnétiques ($K_m > 500 \mu$ SI).

* L'anisotropie (P) exprime le degré de déformation de la roche. Dans notre cas elle est comprise entre 1 et 1,64.

* Le paramètre de forme (compris entre -1 et 1) exprime la forme de la fabrique. Pour les valeurs de -1 à 0, l'ellipsoïde est dit allongé alors que pour des valeurs de 0 à 1, il est dit aplati. Dans notre cas, les valeurs de T se concentrent entre -0,35 et 0,48, ce qui veut dire qu'on a des ellipsoïdes plano-linéaires ($-0,5 < T < 0,5$) avec une tendance à l'aplatissement dans 57,42 % des cas ($0 < T \leq 0,48$) et à l'allongement dans le restant des cas ($-0,35 \leq T < 0$).

Sites	Position		Données scalaires			Données directionnelles	
	ID	X (m)	Y (m)	Km (en μ SI)	T (en SI)	P (en SI)	linéation
NS01	478365	1128295	1178,1	0	1,06	17/48	148E/55 NE
NS02	481856	1128320	1026,3	0,1	1,08	96/35	146E/42 NE
NS03	482604	1127911	1009,1	0	1,03	133/60	141E/ 83 NE
NS04	483843	1125489	1157,1	-0,2	1,08	122/44	152E/ 63 NE
NS05	484521	1124758	1085	-0,3	1,05	153/20	172E/48 NE
NS06	479627	1126229	1194,9	0	1,42	40/46	148E/46 NE
NS07	491263	1133650	373,6	0	1,64	187/33	169E/ 79 SW
NS08	488919	1136923	351,9	0,3	1,16	254/66	172E/71 NE
NS09	491013	1129387	12835,3	0,3	1,25	137/32	144 E/ 79 NE
NS10	491148	1128886	388068,3	0,4	2,00	268/1	86E/ 88 NW
NS11	496266	1131572	34429,4	-0,1	1,01	204/2	198E/ 59 SE

Sites	Position		Données scalaires			Données directionnelles	
	ID	X (m)	Y (m)	Km (en μ SI)	T (en SI)	P (en SI)	linéation
NS12	495695	1130808	765,7	0,2	1,04	193/51	195E/ 90 SE
NS13	495640	1130153	70655,2	-0,1	1,03	65/38	207E/ 50 SE
NS14	495357	1129393	28542,6	-0,1	1,03	34/36	164E/ 46 NE
NS15	495194	1128793	917,1	0,1	1,01	51/56	158E/ 69 NE
NS16	494472	1128010	1142,7	0,3	1,01	75/48	146E/52NE
NS17	480347	1137296	807	-0,1	1,02	143/78	178E/ 89 NE
NS18	480637	1136383	1343,2	-0,4	1,06	265/83	162E/ 84 SW
NS19	481444	1135903	1352	0,2	1,04	336/78	77E/ 78 NW
NS20	481766	1135524	19,3	-0,2	1,00	févr-37	66E/ 58 NW
NS21	483569	1138292	1005	0,3	1,07	194/47	261E/ 53 SE
NS22	484082	1137857	942,4	-0,2	1,07	359/6	17E/ 22 NW
NS23	485408	1136753	1205,2	0	1,03	72/57	255E/ 85 SE
NS24	485620	1136219	1317,2	-0,1	1,04	127/22	264E/ 32 SE
NS25	485419	1135888	1371,7	-0,1	1,06	132/33	184E/ 43 SE
NS26	484348	1136607	32,1	0	1,04	210/63	96E/ 70 SW
NS27	494123	1127206	1075,8	0,5	1,02	132/30	145E/69 NE
NS28	492919	1126458	746,2	0,4	1,01	290/84	13E/89 SW
NS29	480473	1125397	98232,6	-0,1	1,20	230/79	98E/80 SW
NS30	482118	1128590	462,4	-0,3	1,00	161/14	159E/85 NE
NS31	480849	1126061	596,1	0,1	1,00	185/58	105E/ 85 NE
NS32	481149	1126469	1189,4	0,2	1,10	339/65	169E/83 SW
NS33	480365	1126345	11485,6	0,2	1,00	299/19	112E/ 70 NE

Sites	Position		Données scalaires			Données directionnelles	
	ID	X (m)	Y (m)	Km (en μ SI)	T (en SI)	P (en SI)	linéation
NS34	480671	1126839	25508,4	0,2	1,10	238/5	52E/36 NW
NS35	480620	1127150	9223,3	-0,3	1,00	234/12	52E/80 NW

III.2.2. Les données directionnelles

Les données directionnelles expriment l'orientation de la fabrique dans l'espace. La foliation magnétique exprime le plan d'aplatissement et la linéation magnétique est l'expression de l'étirement de la matière. L'interprétation des données directionnelles s'est faite d'abord en fonction de leur organisation dans chaque zone d'affleurement majeure qui a fait l'objet d'échantillonnage. Il y a trois zones majeures d'affleurement que nous avons arbitrairement nommé zone A, zone B et zone C ([Figure. 4](#), [5](#) et [Figure. 6](#)).

* La foliation magnétique

Dans la zone A, dix sites au total ont fait l'objet de d'échantillonnage. Dans six (06) sites, les foliations ont une direction WNW-ESE avec un pendage assez fort vers le Sud (04 cas) ou vers le Nord (02 cas). Dans les quatre (04) autres sites la foliation a une direction N-S avec des pendages moyen à fort vers l'Est ou vers l'Ouest.

Dans la zone B, onze (11) sites au total ont fait l'objet d'échantillonnage et les principaux cas observés se résument comme suit : i) Deux foliations de directions N-S avec des pendages sub-verticaux vers l'ouest, ii) Quatre (04) foliations ont des directions NE-SW avec des pendages moyens à forts vers le Sud-Est, iii). Cinq (05) foliations ont des directions NW-SE avec des pendages moyens à forts vers le Nord-Est. Dans la zone C, où se trouve la minéralisation aurifère, les foliations magnétiques le long du corps minéralisé (traits rouges, [Figure. 4](#)) sont dans l'ensemble bien réglées, avec une orientation NW-SE à pendage moyen à fort vers le NE. Ce bon réglage peut être attribué à une forte composante en aplatissement de la déformation. Dans la partie Sud-Ouest du corps minéralisé, la foliation magnétique est moins bien réglée puis que nous sommes déjà en dehors du couloir majeur de cisaillement. Les quelques rares directions NE-SW correspondent aux fabriques d'intrusifs (microgabbro, microdiorite) qui postdatent la déformation cisailante.

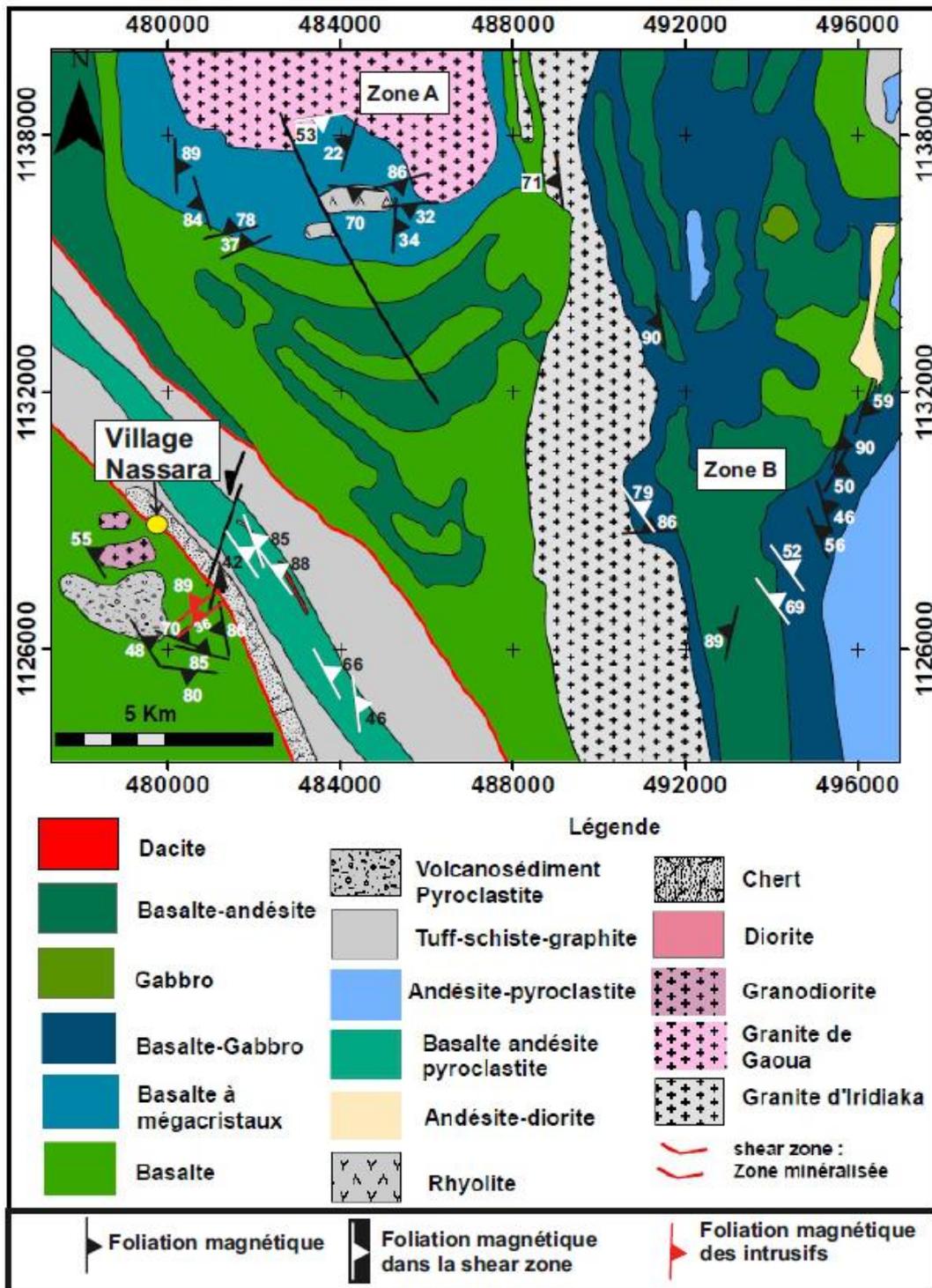


Figure 4 : Carte de la foliation magnétique.

*La linéation magnétique

Dans la zone A, les valeurs d'azimut de la linéation varient énormément d'un site à l'autre. Le point commun est que les valeurs de plongement sont moyennes à fortes (Figure. 5). Les faibles

plongements observés très localement sont attribuables à des zones de cisaillements également très localisées.

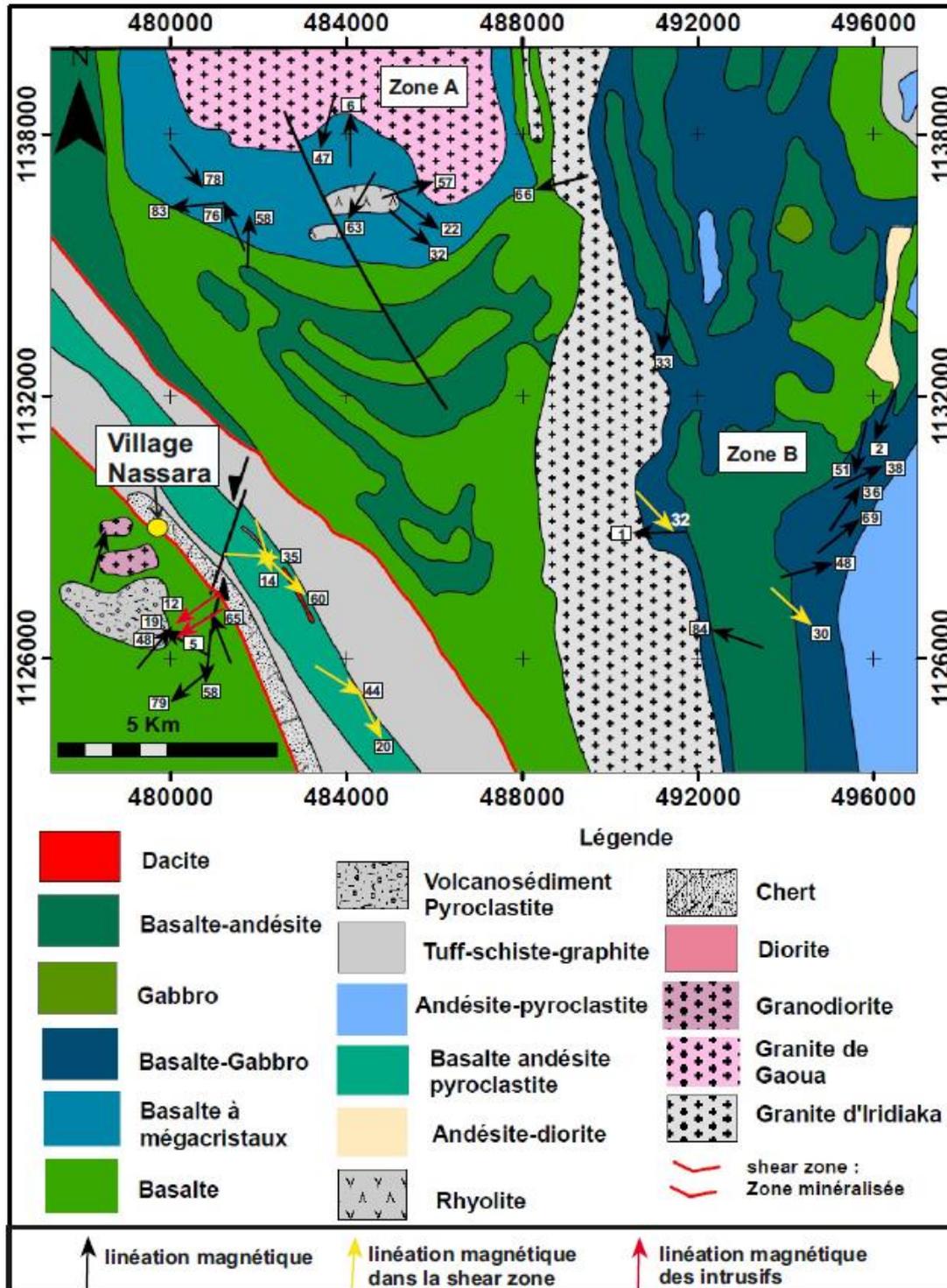


Figure 5 : Carte de la linéation magnétique

Dans la zone **B**, les linéations ont majoritairement un azimuth NE-SW, avec des plongements moyens. Cette orientation correspond à la direction d'extension régionale suite à la compression. Les trois (03) linéations d'azimut NW-SE observées dans cette zone sont attribuables au cisaillement. Ces linéations sont coaxiales avec celles observées le long du corps minéralisé dans la zone C, avec les mêmes plongements vers le SE.

Dans la zone **C** (**Figure. 5**), plus précisément le long du corps minéralisé, les linéations ont un azimuth NW-SE avec des plongements faibles à moyens vers le SE. Dans la périphérie Ouest du corps minéralisé où l'effet du cisaillement n'est pas très perceptible, la linéation est mal réglée. Ce mauvais réglage de la linéation est aussi enregistré dans quelques intrusions de diorites et de lamprophyres dans cette même bordure Ouest.

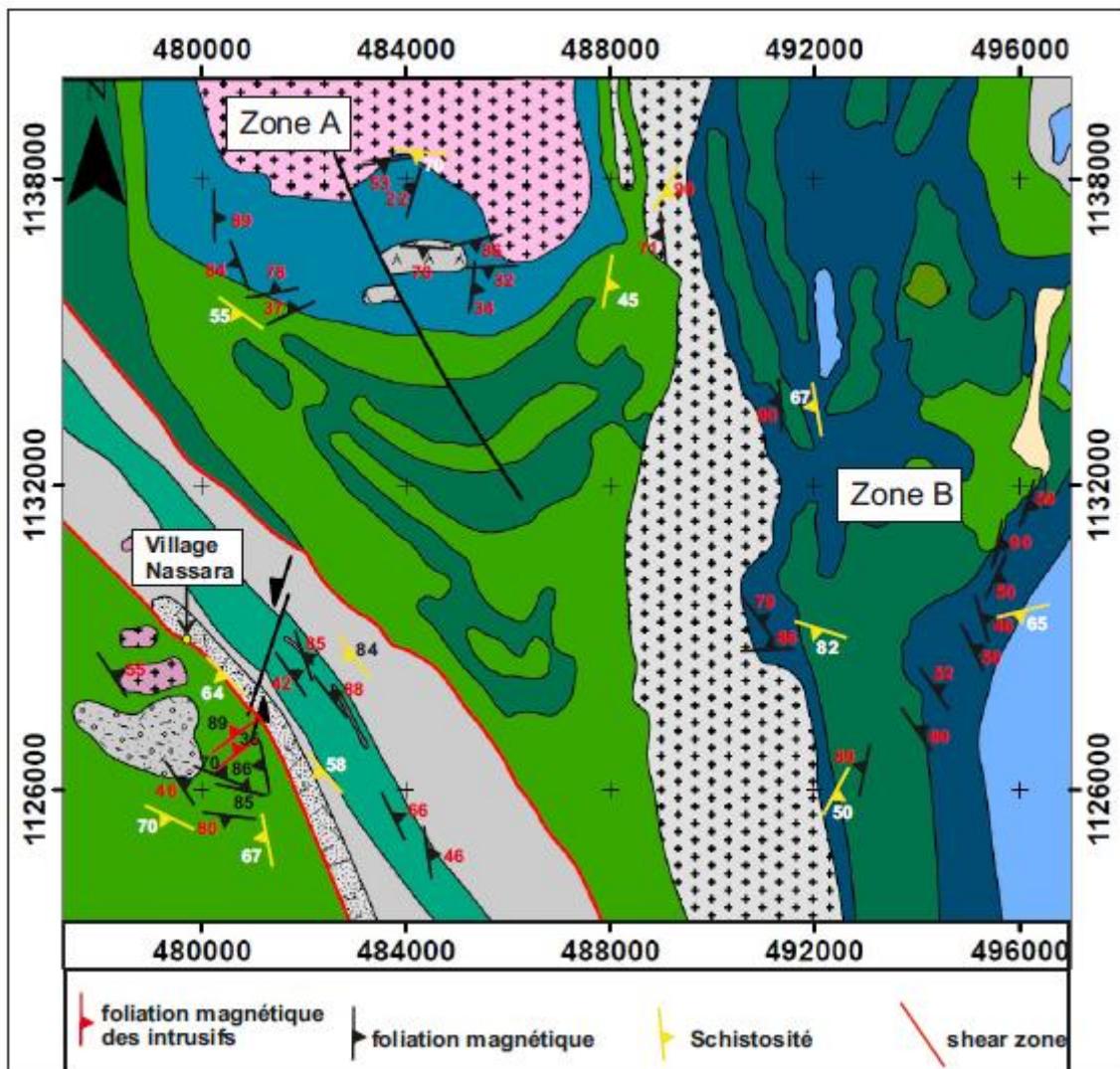


Figure 6 : Carte montrant la combinaison de la foliation magnétique et les mesures directes de terrain

III.3. Synthèse des données de foliation

Sur le terrain, ce sont surtout les structures planaires (foliations) qui ont été observées et mesurées. La figure 6 ci-après est une carte synthétique de l'ensemble des structures planaires mesurées sur le terrain et des structures obtenues par la méthode de l'anisotropie de la susceptibilité magnétique. Comme on peut le remarquer, dans la majorité des cas, il existe une coïncidence quasi-parfaite entre la fabrique mesurée sur le terrain et la fabrique d'ASM.

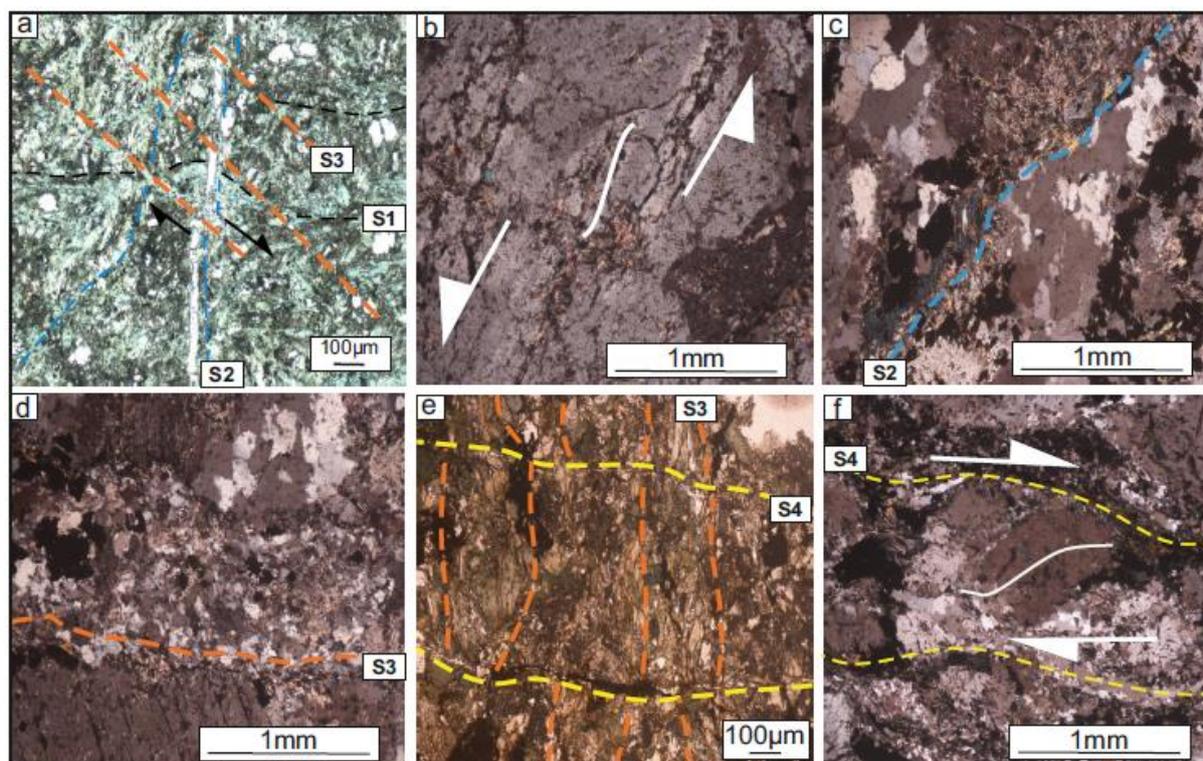


Figure 7 : Microphotographies des principales microstructures et phases de déformation. a) Métabasalte montrant les relations de recoupement entre les phases S1, S2 et S3 ; b) Cisaillement senestre d'un porphyroclaste dans le granite d'Iridiaka ; c) Schistosité S2 marquée par les micas blancs, les biotites et le quartz dans le granite d'Iridiaka; d) Schistosité S3 soulignée par le quartz dans le granite d'Iridiaka ; e) Relation de recoupement entre la schistosité S3 et la S4 dans un gabbro ; f) Cisailant dextre d'un plagioclase au cours de la D4 dans une diorite.

III.4. Les microstructures

L'étude des microstructures, comme annoncé dans la méthodologie permet d'affiner l'interprétation des structures observées sur le terrain et de donner une signification à la fabrique magnétique. L'examen des microstructures montre que la structure WNW-ESE est une schistosité de flux S1 fruste marquée par des trainées d'oxyde de fer et de chlorite développée au cours de la D1 dont les conditions n'excèdent pas le faciès schiste vert (Figure. 7a). Les

orientations N-S à NNE-SSW se sont développées au cours d'une déformation cisailante pendant la D2. Les minéraux marqueurs de cette schistosité S2 dans les roches volcaniques sont la chlorite, les oxydes de fer et quelque cristaux de quartz. Alors que, dans le granite d'Iridiaka (NS08), elle est soulignée par les micas blancs, la biotite chiffonnée et le quartz aplati (**Figure. 7b, c**). L'examen des microstructures montre également que S3 marquée par les oxydes de fer, les micas blancs et le quartz est une déformation mylonitique à caractère cisailant développée au cours de la D3 (**Figure. 7d, 7e**). Enfin, l'examen des microstructures montre que la S4 est une schistosité disjointe (**Figure. 7e**) ou une schistosité localement à caractère cisailant marquée des ombres de pression asymétriques aux interfaces du plagioclase (**Figure. 7f**).

IV. DISCUSSION

La combinaison de la foliation magnétique, des mesures directes de terrain avec les images de géophysique aéroportée et l'analyse des microstructures nous ont permis de faire la synthèse des différentes phases de déformations (**Figure. 8**). La fabrique S1 liée à la D1 d'orientation WNW-ESE est une déformation syn-métamorphique dont les conditions ne dépassent pas le faciès schiste vert. C'est une structure qui n'est bien exprimée que dans les lithologies dont la rhéologie est favorable. Dans les autres cas, nous l'avons déduit par les mesures de l'anisotropie de susceptibilité magnétique et validé par l'examen des microstructures. Cette déformation est similaire à celle décrite par **Baratoux et al.** [17] dans la région de Gaoua et serait compatible avec une compression N-S. Ce raccourcissement N-S a aussi été observé à l'échelle de la région de Youga à proximité de la frontière Sud du Burkina Faso avec le Ghana **Woodman et al.** [25] et au Nord du Ghana **Bloc et al.** [26] où elle affecte de grand volume de roches. La linéation a été déduite par les mesures de l'anisotropie de la susceptibilité magnétique. Elle présente des plongements moyens à forts, preuve que la déformation syn-métamorphique (D1) est due un aplatissement dominant. Localement, la linéation a un faible plongement liée à une reprise de la déformation D1 par les déformations postérieures qui ont un caractère cisailant.

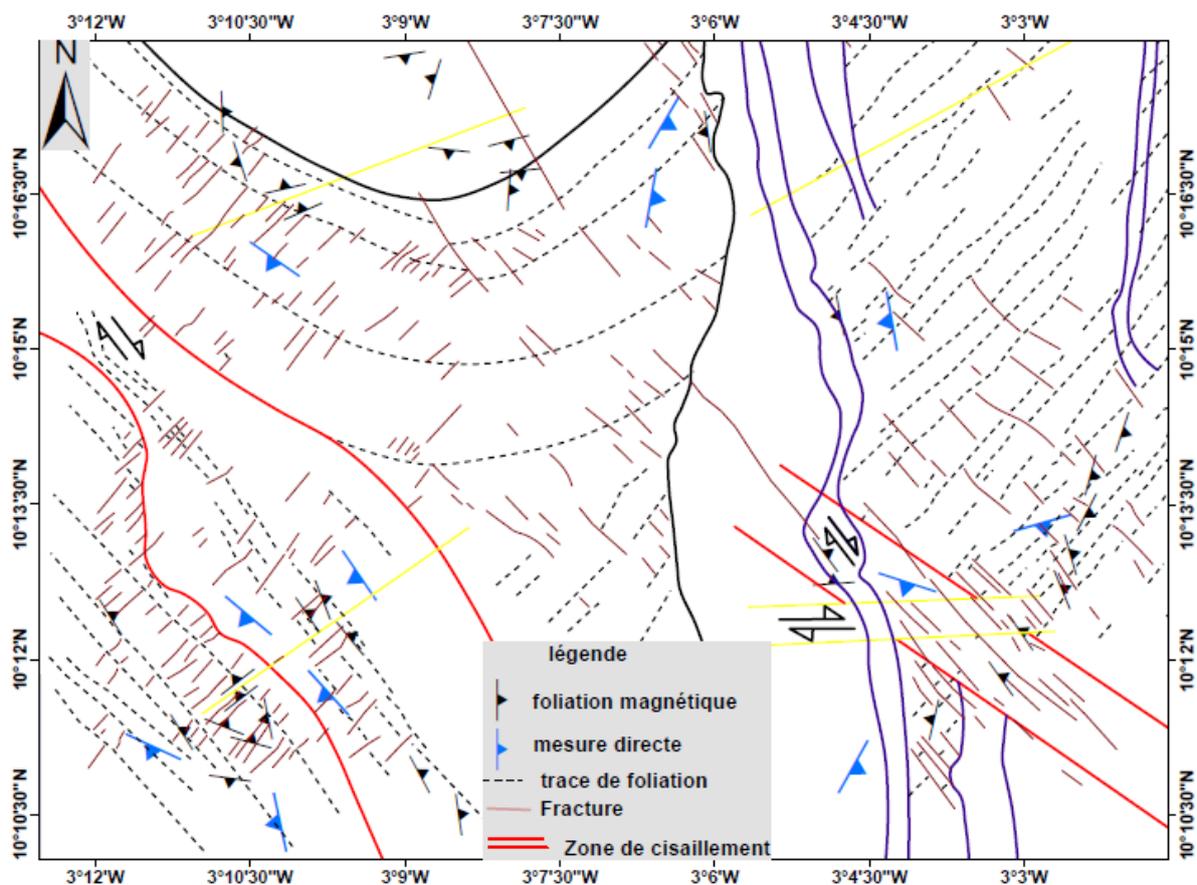


Figure 8 : Carte de synthèse des différentes structures de déformation et des linéaments tracés à partir de l'imagerie géophysique aéroportée

La deuxième phase de déformation S2 d'orientation N-S à NNE-SSW est une déformation cisailante liée à la D2. Cette déformation est localement bien évidente sur le terrain et affecte les roches volcaniques et le granitoïde d'Iridiaka. Elle est comparable à celles décrites dans la ceinture de Boromo comme étant une schistosité mylonitique (Ouédraogo, [11] ; Feybesse et al. [27] ; Naba, [28] ; Baratoux et al. [14], 2015 [17]). En nous appuyant sur les données de linéation magnétique, on remarque qu'elles sont mal réglées avec de fortes valeurs de plongement montrant que cette D2 possède également une forte composante en aplatissement. Localement on a des valeurs faibles à moyennes, montrant une prédominance de la composante en cisaillement.

La troisième phase de déformation est responsable d'une schistosité mylonitique qui est localement une schistosité de crénulation. Cette déformation d'orientation NW-SE est similaire à celle décrite par Ouiya et al. [9]. Elle est aussi comparable à celle décrite comme une schistosité de crénulation dans ceinture de Boromo Baratoux et al. [14]. Le bon réglage de la

foliation magnétique le long du corps minéralisé et le mauvais réglage de la zone à proximité traduit clairement une déformation hétérogène fortement marquée le long du corps minéralisé. De plus, les données de linéation magnétique à plongement régulier faible à moyen à moyen vers le SE traduit un fluage très régulier de la matière dans ce sens le long du corps minéralisé. Ce bon réglage de la foliation et de la linéation nous a permis aussi de définir la zone connexe (nommé zone B) plus à l'Est de la zone de cisaillement principale de Nassara (**Figure. 8**).

La quatrième phase de déformation D4 est une déformation ductile-cassante à cassante. La marque de cette fabrique S4 est localement cisailante et est orientée N50°E – N80°E. Elle est similaire à la troisième phase de déformation de **Milési et al.** [1]. Elle est comparable aussi à la schistosité de crénulation liée à la D2, proposée dans la région de Kwademen **Lompo et al.** [29]) et à la quatrième phase de **Baratoux et al.** [17]. Les faibles plongements des linéations magnétiques traduisent le caractère cisailant de cette déformation. L'analyse microstructurales montre que la cinématique de ce cisaillement est dextre (**Figure. 7f**). Cette interprétation est en accord avec celle faite par **Ouédraogo**, [11] dans la partie Nord de la ceinture de Boromo au niveau de Poura et de Perkoa.

CONCLUSION

L'étude structurale du district de Nassara nous a permis d'identifier quatre phases de déformation (D1, D2, D3 et D4). Ces déformations sont en rapport avec l'orogénèse éburnéenne. La combinaison des mesures de terrain, de l'étude ASM et de l'examen des microstructures a permis de caractériser les fabriques des roches volcaniques d'apparence massives, mais affectées par une déformation polyphasée qui demeure discrète. Le bon réglage de la foliation magnétique et de la linéations magnétique à plongement régulier faible à moyen vers les SE nous ont permis non seulement de caractériser la zone de cisaillement principale de Nassara mais aussi la zone de cisaillement connexe (zone B). Le fluage de la matière vers le SE au cours de la déformation cisailante est un bon indicateur pour la prospection en ce sens que c'est la circulation des fluides hydrothermaux qui induit la minéralisation. L'ASM est une technique puissante pour caractériser les structures principales et secondaires d'intérêt économique. Ces zones secondaires sont communément appelées "zones satellites" par les compagnies minières. Les linéations sont de bons indicateurs cinématiques du sens de fluage de la matière qui a aussi canalisé les fluides hydrothermaux contemporain de la déformation D3, responsable de la minéralisation à Nassara.

Remerciements : Ce travail est le fruit d'une collaboration entre la compagnie minière B2gold et l'université Joseph KI-ZERBO avec l'appui matériel et financier du projet WAXI et du Laboratoire de Géosciences Environnement Toulouse (GET).

Références bibliographiques

- [1] Milési, J.P., Ledru, P., Feybesse, J.-L., Dommanget, A. and Marcoux, E., 1992. Early Proterozoic ore deposits and tectonics of the Birimian Orogenic belt, West Africa. *Precambrian Res* 58: 305-344.
- [2] Blenkinsop, T.G., Schmidt Mumm, A., Kumi, R., Sangmor, S., 1994. Structural Geology of the Ashanti Gold Mine, Obuasi, Ghana. *Geologische Jahrbuch D100*, 131–154.
- [3] Oberthür, T., Weiser, T., Amanor, J.A., and Chryssoulis, S.L., 1997. Mineralogical sitting and distribution of gold in quartz veins and sulfide ores of the Ashanti mine and other deposits in the Ashanti belt of Ghana: Genetic implications: *Mineralium Deposita*, vol. 32: 2-15.
- [4] Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Gebre-Mariam., M., Hagemann, S.G and Robert, F., 1998. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the contrast of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types: *Ore Geology Reviews*: 7-27.
- [5] Goldfarb, R.J., Baker, T., Dubé, B., Groves, D.I., Hart, C.J.R., and Gosselin, P., 2005, Distribution, character, and genesis of gold deposits in metamorphic terranes: *Economic Geology 100th Anniversary Volume*: 407–450.
- [6] Hammond, N.Q., Robb, L., Foya, S. and Ishiyama, D., 2011. Mineralogical, fluid inclusion and stable isotope characteristics of Birimian orogenic gold mineralization at the Morila Mine, Mali, West Africa. *Ore Geology Review* 39: 218-229.
- [7] Velasquez, G., Béziat, D., Salvi, S., Siebenaller, L., Borisova, A.Y., Pokrovski, G.S. and De Parséval, P., 2014. Formation and deformation of pyrite and implications for gold mineralization in the El Callao District, Venezuela. *Econ. Geol* 109: 457-486.
- [8] Traoré, D.Y., Siebenaller, L., Salvi, S., Béziat, D., Bouaré, M.L., 2016. Progressive gold mineralization along the Syama corridor, southern Mali (West Africa). *Ore Geol. Rev.* 78: 586–598.

- [9] **Ouiya, P., Siebenaller, L., Salvi, S., Béziat, D., Naba, S., Baratoux, L., Naré, A. and Franceschi, G., 2016.** The Nassara gold prospect, Gaoua District, southwestern Burkina Faso. *Ore Geology Reviews* 78: 623–630.
- [10] **Feybesse, J.L., Billa, M., Guerrot, C., Duguey, E., Lescuyer, J.L., Milési, J.P. and Bouchot, V., 2006.** The paleoproterozoic Ghanaian province: Geodynamic model and ore controls, including regional stress modeling. *Precambrian Research* 149: 149–196.
- [11] **Ouedraogo, M.F., Prost, A.E., 1986.** Mise en evidence des relations entre schistosites et plissements dans la ceinture volcanique birrimienne de Yako-Batie (BurkinaFaso) In English: Relationships between schistosity and folding within the Birimian Yako-Batie greenstone belt (Burkina Faso). *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences* 303, 1713–1718.
- [12] **Wenmenga, U., Affaton, P., 2003.** Les anomalies geochimiques (Pb-Zn-Cu) du district métallogénique de la région de Gaoua, ceinture Birimienne de Poura, Burkina Faso. *J. Min. Geol.* 39 : 29-38.
- [13] **Metelka, V., Baratoux, L., Naba, S., Jessell, M. W., 2011.** A geophysically constrained litho- structural analysis of the Eburnean greenstone belts and associated granitoid domains, Burkina Faso, West Africa. *Precambrian Research* 190: 48–69.
- [14] **Baratoux, L., Metelka, V., Naba, S., Jessell, M.W., Grégoire, M. and Ganne, J., 2011.** Juvenile Paleoproterozoic crust evolution during the Eburnean orogeny (~2.2-2.0 Ga), Western Burkina-Faso. *Precambrian Research* 191: 18-45.
- [15] **Castaing, C., Bila, M., Milési, J-P., Thiéblemont, D., Le Metour, J., Egal, E., Donzeau, M., Guerrot, C., Cocherie, A., Chevremont, P., Teygey, I., Itard, Y., Zida, B., Ouédraogo, I., Koté, S., Kaboré, B.E., Ouédraogo, C., Ki J-C and Zunino, C., 2003.** Notice explicative de la carte géologique et minière du Burkina Faso à 1/1000 000. 3ème édition: 1-148.
- [16] **Yaméogo, A. O., Naba, S., Traoré, S. A., Sawadogo, S., 2018.** Caractérisation des facteurs de minéralisations aurifère autour du pluton de granite de Gaoua au Sud-Ouest du Burkina faso : Cas de Lopkodia. *Journal des Sciences.* 18 : 01-14
- [17] **Baratoux, L., Metelka, V., Naba, S., Ouiya, P., Siebenaller, L., Jessel, M., Salvi, S., Béziat, D., Franceschi, G., 2015.** Tectonic evolution of the Gaouaregion, Burkina Faso: implication for mineralisation. *Journal of African Earth Sciences* N° 112: 419-439.

- [18] **Bouchez, J. L., 1997** - Granite is never isotropic: an introduction to AMS studies of granitic rocks. in IL. Bouchez, D.H.W. Hutton and W.E. Stephens (eds.), Granite: from segregation of melt to emplacement fabrics, Kluwer Academie Publishers, Dordrecht : 95-112.
- [19] **Naba, S., Lompo, M., Débat, P., Bouchez, J.L and Béziat, D., 2004.** Structure and emplacement model for late-orogenic Paleoproterozoic granitoids: the Tenkodogo–Yamba elongate pluton (Eastern Burkina Faso). *Journal of African Earth Sciences* 38: 41–57.
- [20] **Traoré, A.S., Naba, S., Kagambega, N., Lompo, M., Baratoux, L., Ganne, J., 2011.** Mise en place tardive de la syénite de Wayen (Burkina Faso, Afrique de l’Ouest). *Journal des Sciences*, 2 : 1 – 15
- [21] **Ilboudo, H., Sawadogo, S., Naba, S., Traoré, H, S., Lompo, M., 2013.** Structure et mode de mise en place du pluton granitique de Tiébélé (Burkina Faso) et son implication dans la concentration en métaux de base Zn-Pb-Cu et en Or (Au). *Bulletin de l’Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Terre*, 2013, n° 35 : 63–75.
- [22] **Sawadogo, S., Ilboudo, G., Traoré, S,A., Yaméogo, O, A., Kagambega, N., Naba, S., Lompo, M., 2014.** 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. *Journal des sciences*. 14: 23-40.
- [23] **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*, doi: 10.1016/J.jafrearsci.2018.04.009
- [24] **Rochette, P. 1987.** Magnetic susceptibility of the rock matrix related to magnetic fabric studies. *J. Struct. Geol.* 9: 1015–1020.
- [25] **Woodman, K.K., Baratoux, L., Somda, A. and Siebenaller, L., 2016.** The Youga gold deposit, Burkina Faso. *Ore Geology Reviews* 78: 631–638.
- [26] **Block, S., Jessell, M.W., Ailleres, L., Baratoux, L., Bruguier, O., Zeh, A., Bosch, D., Caby, R., Mensah, E., 2015b.** Lower crust exhumation during Paleoproterozoic (Eburnean) orogeny, NWGhana, West African Craton: interplay of coeval contractional deformation and

extensional gravitational collapse. Precambrian Res. <http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2015.10.014>.

[27] Feybesse, J.L., Milési, J.P., Johan, V., Dommaget, A., Calvez, J.H., Boher, M. et Abouchami, W., 1989. La limite Archean-Protérozoïque Inférieur d'Afrique de l'Ouest : une zone de chevauchement majeur antérieure à l'accident de Sassandra, l'exemple des régions d'Odienné et de Touba (Côte d'Ivoire). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris 310, II : 285-291.

[28] Naba, S., 2010. Rapport final d'une étude pétro-structurale dans la zone exclue dans le permis de Gaoua Minerals à l'Est de Gaoua. Unpublished report prepared for Gaoua Minerals SARL Burkina Faso: 1- 64.

[29] Lompo, M., Caby, R., Robineau, B., 1991. Etude structurale et géologique des séries birimiennes de la région de Kwademen, Burkina Faso, Afrique de l'Ouest. In: Evolution et contrôle structural des minéralisations sulfurées et aurifères pendant l'Eburnéen. Université de Clermont Ferrand, France : 1-192.