

DEUXIEME PARTIE :

CARTOGRAPHIE REGOLITIQUE,
GEOLOGIQUE ET STRUCTURALE
DU PROSPECT DE MADINA OUEST

La cartographie régolitique ainsi que la cartographie géologique consistant à lever les contours des différentes unités géomorphologiques et lithologiques à l'aide du GPS ont permis de mettre en évidence les cartes régolite et géologique du secteur de Madina incluant celles du prospect de Madina Ouest. Ces cartes ont toute leur importance dans l'étude de la minéralisation surtout par sa superposition avec la géochimie et les structures géologiques. En effet la détermination des structures géologiques caractéristiques du secteur de Madina est le résultat de la compilation des données nouvelles ainsi que celles issues des travaux antérieurs, des données de géophysique aéroportée et des levés de terrain.

Chapitre 3 : Cartographie régolitique

La cartographie du secteur de Madina portant le Prospect de Madina Ouest a permis de mettre en évidence différents types de régimes régolitiques (figure 7) : le régime latéritique caractérisé par quelques plateaux et plaines latéritiques, le régime « érosionnel » qui se manifeste par quelques affleurements de roches intermédiaires et acides, le régime « dépositionnel » représenté par les dépôts alluvionnaires et colluvionnaires et enfin le régime des cours d'eau.

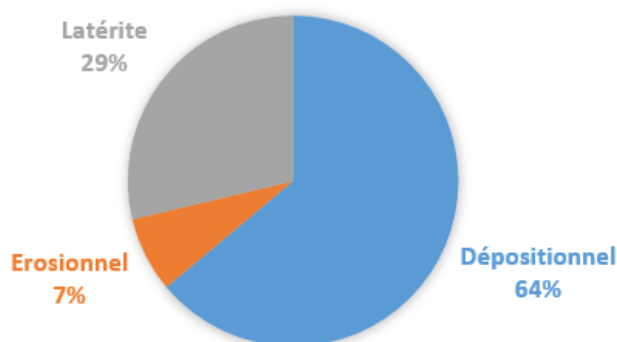


Figure 7 : Répartition des différents régimes régolitiques

3.1 Le régime latéritique

Le régime latéritique occupe principalement la partie centrale du secteur de Madina suivant une extension Nord-Sud. Il est surtout dominé par des plaines latéritiques souvent composées de latérite résiduelle. Ce régime se manifeste également sous la forme de plateaux latéritiques et leurs escarpements (figure 8).

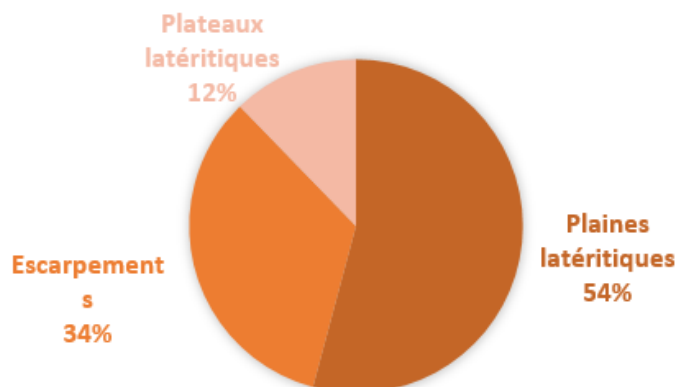


Figure 8 : Répartition interne du régime latéritique

3.2 Le régime « érosionnel »

Ce régime est constitué d’affleurements sous forme de buttes ou encore en cours d’altération qui constitueront plus tard des éléments du régime « dépositionnel » ou du régime latéritique et enfin de blocs de roches épars ou « pierres volantes ».

Le régime « érosionnel » qui se manifeste par un nombre relativement grand d’affleurements et de collines de roches basiques et acides

3.3 Le régime « dépositionnel »

Le régime « dépositionnel » couvrant 64 % de la superficie totale du secteur est le plus abondant dans la zone. Il est essentiellement représenté par les plaines alluvionnaires et colluvionnaires (figure 9). En effet les dépôts alluvionnaires sont constitués de sols sableux, silto-argileux ou silteux et les dépôts colluvionnaires de débris de roches désagrégées ou de quartz graveleux.

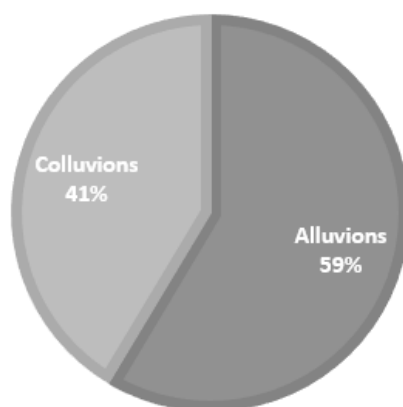


Figure 9 : Répartition interne du régime « dépositionnel »

3.4 Le régime des cours d’eau

Le relief du secteur de Madina est irrégulier. Cette morphologie du secteur en plus de la tectonique favorise l’installation de nombreuses vallées. De ce fait le régime des cours d’eau est bien représenté avec un réseau très dense de grands cours d’eau drainant de petites rivières (figure 10).

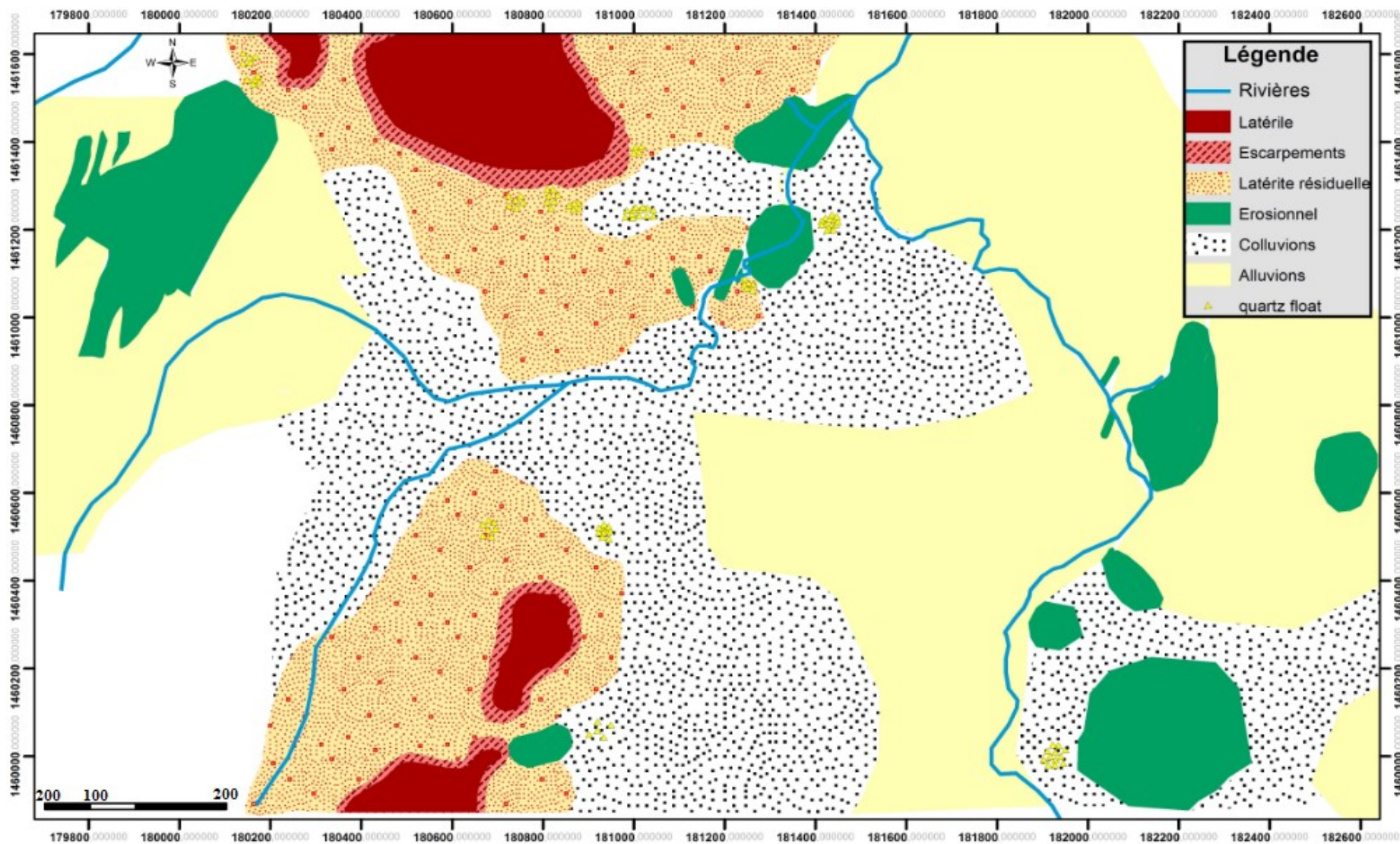


Figure 10 : Carte régolitique du secteur de Madina incluant le prospect de « Madina Ouest »

Chapitre 4 : Etude lithologique

4.1 Les différentes unités lithologiques

L'étude lithologique du prospect de Madina Ouest qui est étendue sur une large part du secteur de Madina notamment la partie Nord-Est de la Concession de Niamia a pour objet de donner une description détaillée des faciès cartographiés en surface ainsi que celle des unités lithologiques recoupées par les différents sondages carottés ou destructifs. Cette étude s'appuie aussi sur une description microscopique basée sur l'observation de lames minces des différentes unités lithologiques.

Au niveau du prospect de Madina Ouest, les principaux faciès recoupés dans les sondages sont essentiellement des formations sédimentaires représentées par des schistes gréseux et pélitiques parfois graphiteux présentant un litage ou « bedding » orienté N017 à N048 avec un pendage de 50 à 60° vers le Nord-Ouest (NW). Cette séquence lithologique est recoupée par des dykes de microdiorite et par de la granodiorite. Cette dernière porte essentiellement la minéralisation aurifère. L'extension du secteur cartographié a permis de mettre en évidence en plus des sédiments et des intrusions (diorite et granodiorite) d'autres faciès notamment des quartzites, des dolérites et des tufs rhyolitiques ainsi qu'un important cortège de veines ou filons de quartz.

4.1.1 Les schistes pélitiques

L'unité sédimentaire de surface (schistes pélitiques et gréseux) affleurant au SW du prospect de Madina Ouest se présente sous forme de collines orientées suivant la direction NE. La séquence sédimentaire est bien redressée. Dans cette séquence lithologique, les schistes pélitiques finement feuilletés constituent souvent de minces intercalations alternant avec les grauweekes (figure 11A), mais par endroit leur épaisseur est relativement importante (métrique). Ces schistes sont mauves à violacés ou grisâtres mais par endroit pouvant être brunâtres. Le contact entre ces schistes pélitiques et les grauweekes présente les mêmes caractéristiques que le litage de la séquence lithologique décrit précédemment.

Au niveau des carottes de sondages, les schistes pélitiques constitués de grains très fins sont caractérisés par un litage avec une alternance de lits clairs et de lits sombres (figure 11B). Ils présentent une coloration verdâtre d'intensité variable due à une chloritisation et probablement une faible graphitisation. Ces schistes parfois plissés sont souvent parcourus par un système de veines et de veinules de quartz ou quartz-carbonate plissées et boudinées associées à des boxworks de pyrite.

La minéralogie des schistes pélitiques montre une texture lépidoblastique fine avec des grains de petite taille. Ces grains sont surtout représentés par du quartz, séricite, calcite et chlorite. La roche est très riche en minéraux phylliteux (muscovite et/ou séricite) avec d'abondantes paillettes de séricite dans une matrice pélitique. Des minéraux opaques sont aussi disséminés dans la matrice. Par endroits ces schistes pélitiques qui présentent des plans de schistosité sont recoupés par des veinules de quartz (figure 11D).

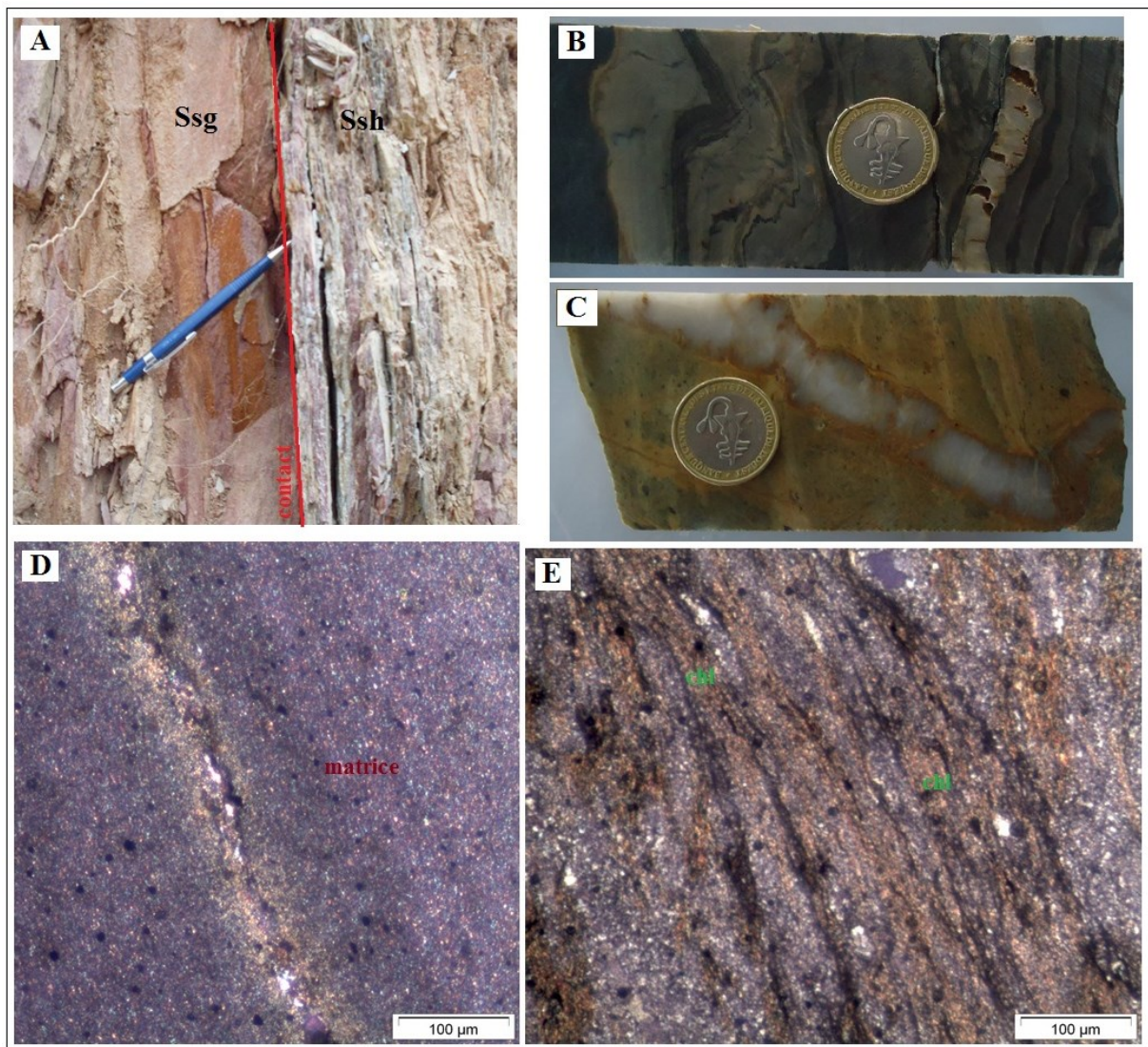


Figure 11 : Schiste pélitique (Ssh) et grauwacke (Ssg)

A- Schistes pélitiques (Ssh) en contact avec des grauwackes (Ssg) ; **B-** Schistes pélitiques avec alternance de lamines claires et sombres microplissées parcourus par une veinule de quartz-carbonate boudinée et plissée avec boxwork de pyrite ; **C-** Grauwackes parcourues par une veinule de quartz-carbonate boudinée et plissée ; **D-** Schistes pélitiques à grains fins de quartz, séricite, calcite, chlorite et minéraux opaques recoupés par une veinule de quartz-carbonate. Microphotographie en lumière naturelle polarisée ; **E-** Grauwackes à grains fins dans une matrice fine riche en rubans de chlorite (CHL). Microphotographie en lumière transmise polarisée.

4.1.2 Les schistes gréseux (grauwackes)

Les schistes grauwakeux dans le prospect de Madina Ouest, souvent débités en plaquette, constituent des bancs très épais interstratifiés avec les schistes pélitiques de la séquence sédimentaire de surface (figure 11A). Ces grauwackes constituées de grains de quartz et de fragments de roches diverses sont caractérisées par une granulométrie moyennement grossière à fine et des teintes de couleur variable qui peuvent être brunâtre ou rosâtre voire même violacée à mauve. L’affleurement présente des plans de stratification bien nets de direction moyenne NE-SW et plongeant vers le NW avec un pendage en moyenne de 55°.

Les grauwackes recoupées dans les sondages sont relativement à grains fins à moyennement fins. Elles présentent des grains ou de petits clastes bien individualisés dans une matrice fine chloritisée

et séricitisée d'où leur coloration verdâtre ou jaunâtre (figure 11C). Ces schistes grauwackeux comme ceux pélitiques sont souvent parcourus par un important système de veines et de veinules de quartz et de quartz-carbonate. Ces veinules et veinules sont souvent boudinées, plissées parfois recoupées par une multitude de failles mais peuvent aussi se retrouver sous forme de fentes parfois sigmoïdales en échelon.

Au plan minéralogique, la roche en général de teinte sombre, à ciment quartzo-feldspathique assez abondant, est riche en chlorite et minéraux argileux. Elle renferme des grains de quartz monocristallin et feldspath, et des débris abondants de roches à grain fin (figure 11E). La roche contient aussi des reliques de plagioclases totalement remplacés par de l'épidote et de la calcite ainsi que de fines paillettes de séricite. Des nodules de quartz polycristallin y sont aussi observés. Les minéraux opaques sont peu abondants, fins, disséminés et associés à des bandes de chlorite parfois microplissées. Cette roche est aussi parcourue par des veinules de quartz associé à de rares cristaux de calcite. Ces veinules peuvent être localement replissées.

4.1.3 Les schistes graphiteux

L'observation des carottes de sondage du Prospect de Madina montre que les unités grésopélitiques graphiteuses ou shales à graphite se retrouvent de manière particulière dans le système de par leur rôle de barrière géochimique à la minéralisation aurifère et leur anisotropie qui leur confère un rôle prépondérant dans le système de minéralisation. Lorsque les unités grésopélitiques sont cisailées et affectées par une intense déformation, elles sont très schisteuses et fortement graphitisées ; elles deviennent ainsi des schistes graphiteux (figure 12A) et la zone de cisaillement est appelée « graphite shear » ou cisaillement graphiteux. Elles sont de couleur noirâtre et caractérisées par la présence de lits plus noirs et plus riches en graphite. Dans l'ensemble, les proportions de shale et de graphite sont variables et forment des intercalations de lamines millimétriques et des lits centimétriques à décimétriques. Les zones de forte anisotropie sont en lien direct avec la présence des lits métriques riches en graphite. Ces schistes graphiteux avec fractures silico-carbonatés sont marqués par une intense activité hydrothermale qui est caractérisée par des altérations à dominance de carbonates et de silicification pervasive à diffuse. En effet ils pourraient même porter la minéralisation.

D'un point de vue pétrographique, les unités de shales à graphite à granulométrie fine sont caractérisées par une ségrégation de lamines métamorphiques plus sombres riches en phyllosilicate et matière organique et de lamines riches en quartz, séricite et/ou feldspath (figure 12B). Par endroit ces niveaux à graphite parfois recoupés par des failles sont affectés par des micro-cisaillements dextres ou sénestres avec apparition de deux familles principales de veines de quartz-carbonate: les veines de cisaillement ou « shear veins » et les veines en extension ou « extensionnels veins » (figure 12C). Les minéraux opaques sont surtout représentés par des sulfures qui sont en majorité des pyrites en amas aux épontes des « shear veins » mais aussi pouvant être allongés suivant les plans de foliation.

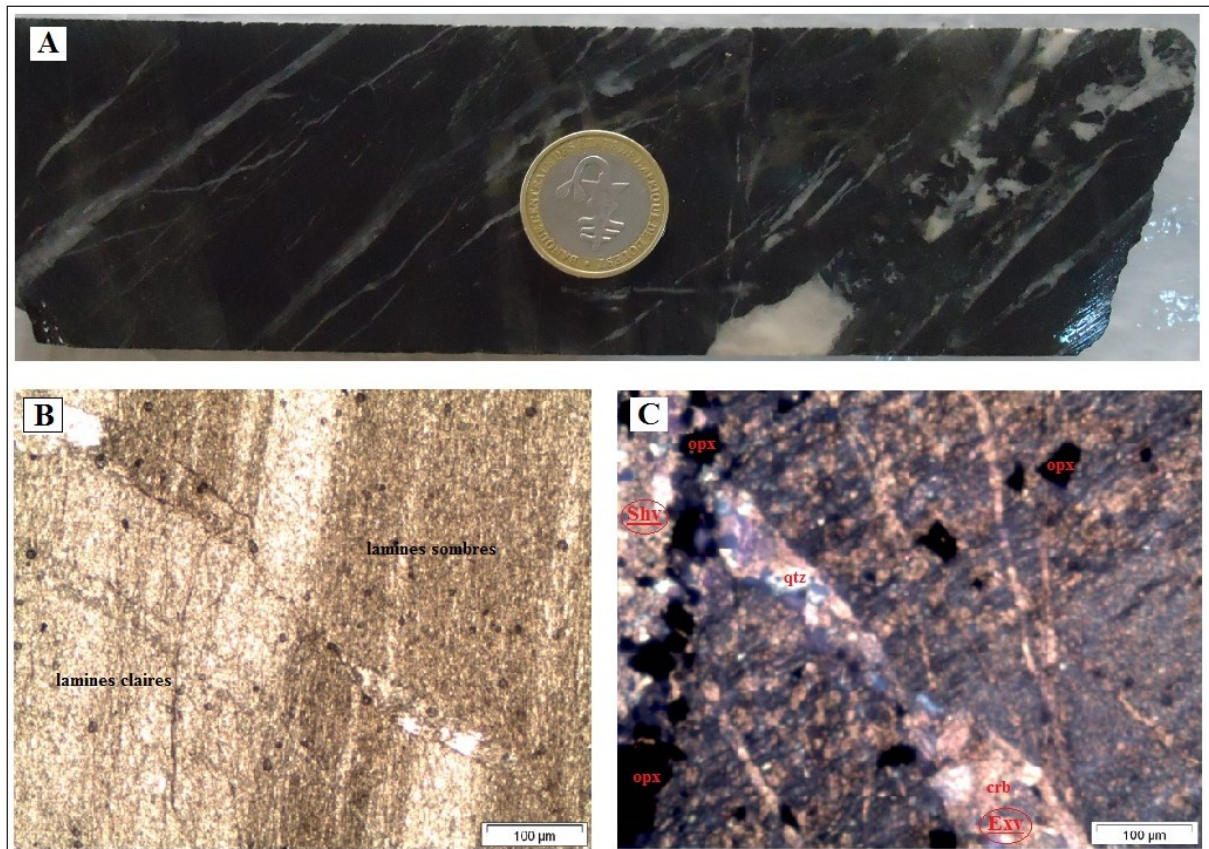


Figure 12 : Schiste graphiteux (shale à graphite)

A- Schiste à graphite recoupé par la schistosité avec quelques veinules de quartz-carbonates en cisaillement et de la pyrite en amas ; **B-** Shale à graphite avec ségrégation de lamines claires et de lamines sombres. Microphotographie en lumière naturelle polarisée ; **C-** Schiste graphiteux cisailé avec veine en cisaillement (**Shv**) et veines de tension (**Exv**), et pyrites en amas aux épontes des **Shv** et allongées par rapport à la foliation. Microphotographie en lumière transmise polarisée.

4.1.4 La diorite

Dans le périmètre du prospect de Madina Ouest le terme microdiorite a été déterminé à l'aide d'une diagnose microscopique. Ainsi la microdiorite massive observée en carottes de sondage se serait mise en place sous forme de dyke suivant la structure majeure tectonique Nord-Est traversant le prospect. La microdiorite caractérisée par une intense déformation ductile est intensément foliée. En effet la métadiorite de teinte verte sombre à grisâtre avec une granulométrie très fine où aucun minéral n'est visible à l'œil nu est surtout caractérisée par un rubanement mylonitique intense. Ainsi l'observation microscopique de la diorite révèle une texture microgrenue avec une paragenèse à chlorite, séricite, épidote, calcite et quartz avec quelques rares minéraux opaques. La matrice constitutive de la mylonite est riche en rubans de chlorite en alternance avec des lits de microcristaux de quartz, séricite, calcite et épidote (figure 13B). Dans les rubans qui sont microplissés, on note la présence d'une fabrique planaire principale (schistosité ou foliation) bien marquée ainsi que des plans de cisaillement (plans C). En dehors de la partie rubanée, on observe des cristaux de quartz émiettés en débris étirés, englobés dans une matrice fine séricite-calcite-épidote-quartz-chlorite. La roche est recoupée par un cortège de veinules de quartz parfois boudinées en cisaillement.

A l'Est du prospect en particulier sur la nouvelle route menant au village de Madina et au sein même du village de Berola apparaît un nombre relativement important d'affleurements de diorite massive

grisâtre plus riche en plagioclases. La roche se débite en blocs polygonaux métriques à plurimétriques. La diorite présentant une texture microgrenue semblable à la microdiorite du prospect de Madina est essentiellement marquée par un assemblage de minéraux de plagioclases et d'amphiboles. Cependant les affleurements de diorite du village de Bérola présentent une texture grenue. Ce faciès gris bleuté à phénocrstaux de plagioclases et d'amphiboles avec de gros blocs métriques est souvent recoupé par un essaim de veines et de veinules de quartz ou quartz-carbonate.

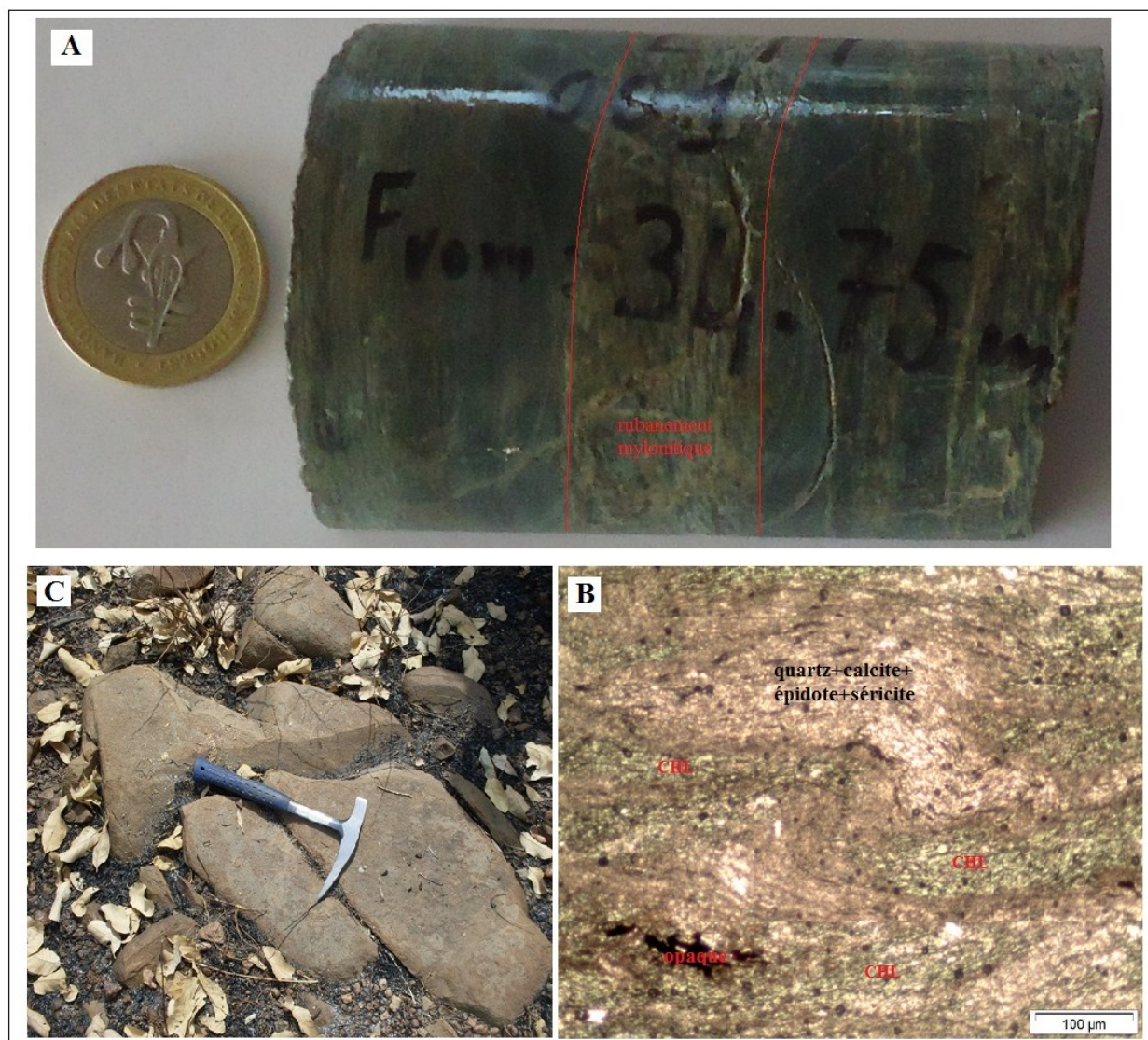


Figure 13 : Diorite

A- Echantillon de carotte de sondage de microdiorite avec rubanement mylonitique ; **B-** Microdiorite mylonitisée riche en rubans de chlorite (CHL) microplissées. Microphotographie en lumière naturelle polarisée ; **C-** Affleurement de microdiorite sur la nouvelle route du village de Madina.

4.1.5 Les granodiorites

La granodiorite observée en carottes de sondage dans le prospect est caractérisée par une hétérogénéité de faciès leuco, méso et un peu mélanocrates. La roche en général mésocrate à teinte rosâtre est grenue, voisine des granites, contenant du quartz, des feldspaths avec moins d'orthose que de plagioclase et des ferromagnésiens (biotite, amphibole). Elle est caractérisée par une abondance des porphyres de plagioclases qui font saillie sur les échantillons. En certains endroits, on note une

prédominance des minéraux noirs où la roche a un aspect un peu mélanocrate. D'après l'interprétation des différentes données de sondage, la séquence lithologique constituée par les schistes et la microdiorite cisailée est intrudée par la granodiorite plongeant de 50° vers le NW ou l'Ouest. La granodiorite qui a une puissance de plus de 100 m en moyenne constitue le principal métallotecte de la minéralisation aurifère du prospect. Elle est par endroits imprégnée de sulfures disséminés est traversée par un imposant système de veines et de veinules présentant une composition paragénétique quartz-carbonate-tourmaline-pyrite (figure 14A et 14B).

Au microscope, elle présente une texture primaire grenue avec dominance des phénocristaux de plagioclases de grande taille fortement albitisés (figure 14G). A ces plagioclases s'ajoutent de gros cristaux de quartz xénomorphe, des amphiboles parfois chloritisées (figure 14F) et des minéraux de chlorite. L'analyse microstructurale révèle que la granodiorite est communément foliée et silicifiée (figure 14D et 14E), ce qui caractérise un cisaillement mylonitique. Cette mylonitisation est surtout marquée par des phénomènes de recristallisation dynamique induits par une déformation intense de la roche et une intense altération hydrothermale des minéraux originels (figure 14E). Les plagioclases sont altérés par des plages de séricite en paillettes et quelques carbonates se développent aussi autour d'eux. La matrice fine est constituée surtout de quartz associé à la paragenèse séricite-épidote-calcite. On note localement une silicification bien marquée dans la granodiorite. Elle est surtout caractérisée par la présence de grains finement grenus de quartz xénomorphes. Des reliquats de micas blancs (muscovite ou probablement la séricite) en bandes sont bien visibles et formeraient des plans de cisaillement. Les minéraux opaques, probablement la minéralisation, peuvent aussi subir une orientation préférentielle et constitueraient des microbandes de cisaillement.

A l'affleurement notamment au centre du secteur précisément dans la partie orientale en dehors du prospect de Madina Ouest la granodiorite est surtout caractérisée par sa forme d'altération en boules (figure 14C). Ainsi la roche apparaît pour l'essentiel sous forme de gros blocs arrondis. Les bordures de la granodiorite sont représentées par de nombreuses enclaves microgrenues de faciès dioritiques. L'affleurement suit la direction des structures NNE-SSW interprétées à partir de la géophysique. De nombreux filonnets de quartz recoupent la granodiorite. La roche très proche des granites caractérisée par une teinte blanche ou rose montre une texture grenue. On note la présence de ferromagnésiens (amphibole et biotite) qui coexistent avec les feldspaths.

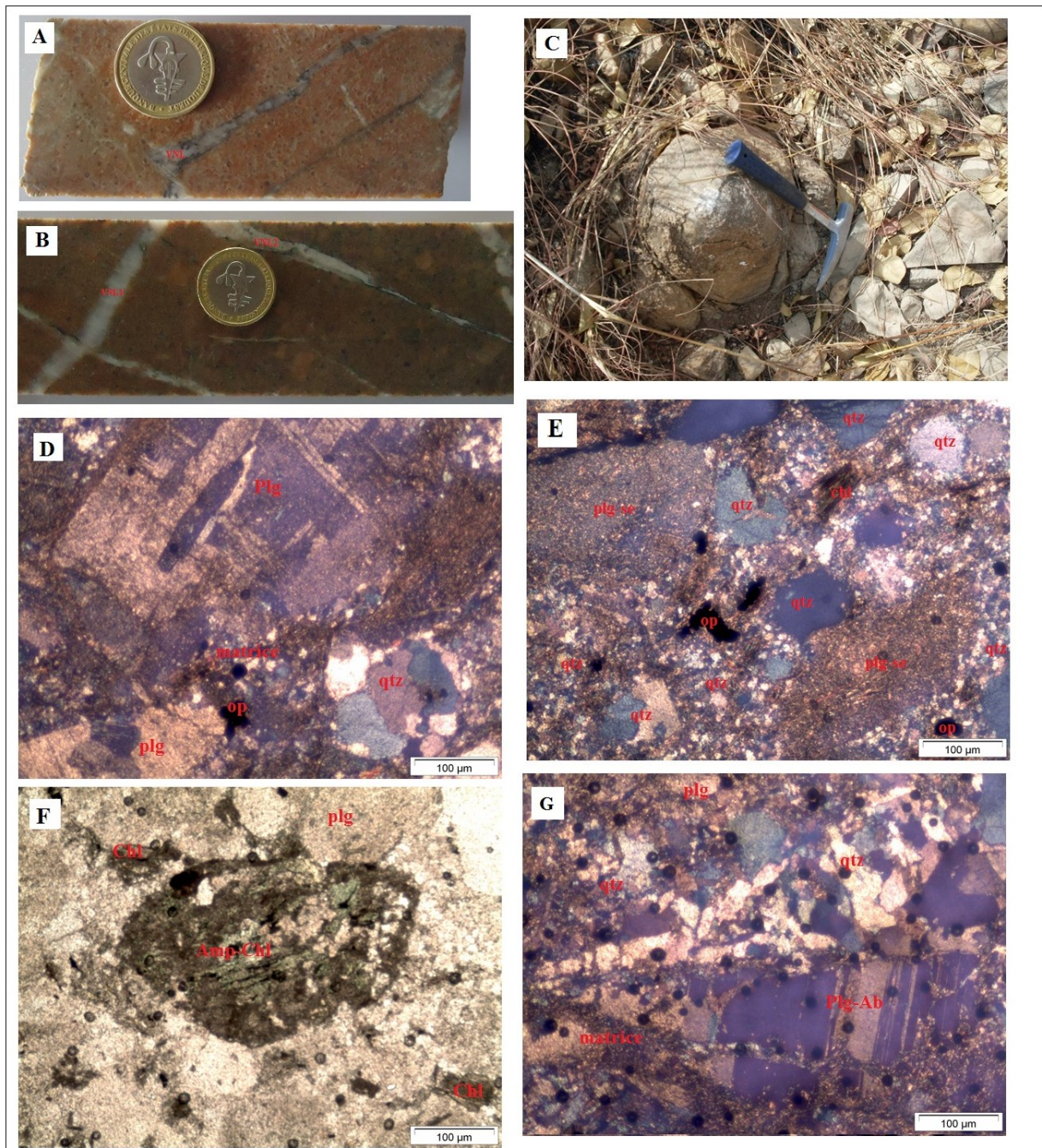


Figure 14 : Granodiorites

A- Echantillon de carotte de sondage de granodiorite mésocrate recoupée par une veinule de quartz-tourmaline-carbonates et de la pyrite en amas ; **B-** Echantillon de carotte de sondage de granodiorite plus sombre parcourue par 2 veinules de quartz ; **C-** Affleurement de granodiorite sur la nouvelle route du village de Madina ; **D-** Granodiorite mylonitisée et minéralisée riche en matrice. Microphotographie en lumière transmise polarisée ; **E-** Granodiorite bréchifiée, silicifiée et minéralisée avec quartz recristallisé. Microphotographie en lumière transmise polarisée ; **F-** Granodiorite faiblement déformée avec amphibole chloritisée. Microphotographie en lumière naturelle polarisée ; **G-** Granodiorite bréchifiée, silicifiée avec veinule de quartz boudinée en cisaillement et un phénocrystal de plagioclase albitisé. Microphotographie en lumière transmise polarisée.

4.1.6 Les Brèches hydrothermales

Ce sont des roches cisailées ou déformées de manière cassante et sont souvent marquées par une altération en silice, carbonate, tourmaline, pyrite et séricite, une forte présence de veines de quartz et

de sulfures disséminés. Les brèches hydrothermales se forment aux épontes très altérées et intensément déformées de la granodiorite (figure 15A), de la microdiorite (figure 15B) et même au sein des schistes graphiteux (figure 15C). Les brèches hydrothermales peuvent constituer les roches hôtes de la minéralisation aurifère.

Au plan microscopique, la brèche qui s'est formée dans la microdiorite est caractérisée par une intense silicification marquée par la présence de grains fins de quartz et une faible chloritisation. La matrice originelle de la microdiorite se retrouve sous forme de reliques à l'intérieur des cristaux xénomorphes de quartz (figure 15D). Les sulfures abondants dans les brèches ont tendance à montrer un alignement préférentiel suivant les plans de faiblesse surtout dans la brèche hydrothermale minéralisée qui s'est formée au sein des shales à graphite (figure 15E). L'altération hydrothermale en silice aurait joué un rôle primordial dans le processus de la minéralisation. L'analyse microstructurale a permis de mettre en évidence une microbande de cisaillement caractérisée par la présence de veines de quartz, calcite, épidote en cisaillement et de tension.

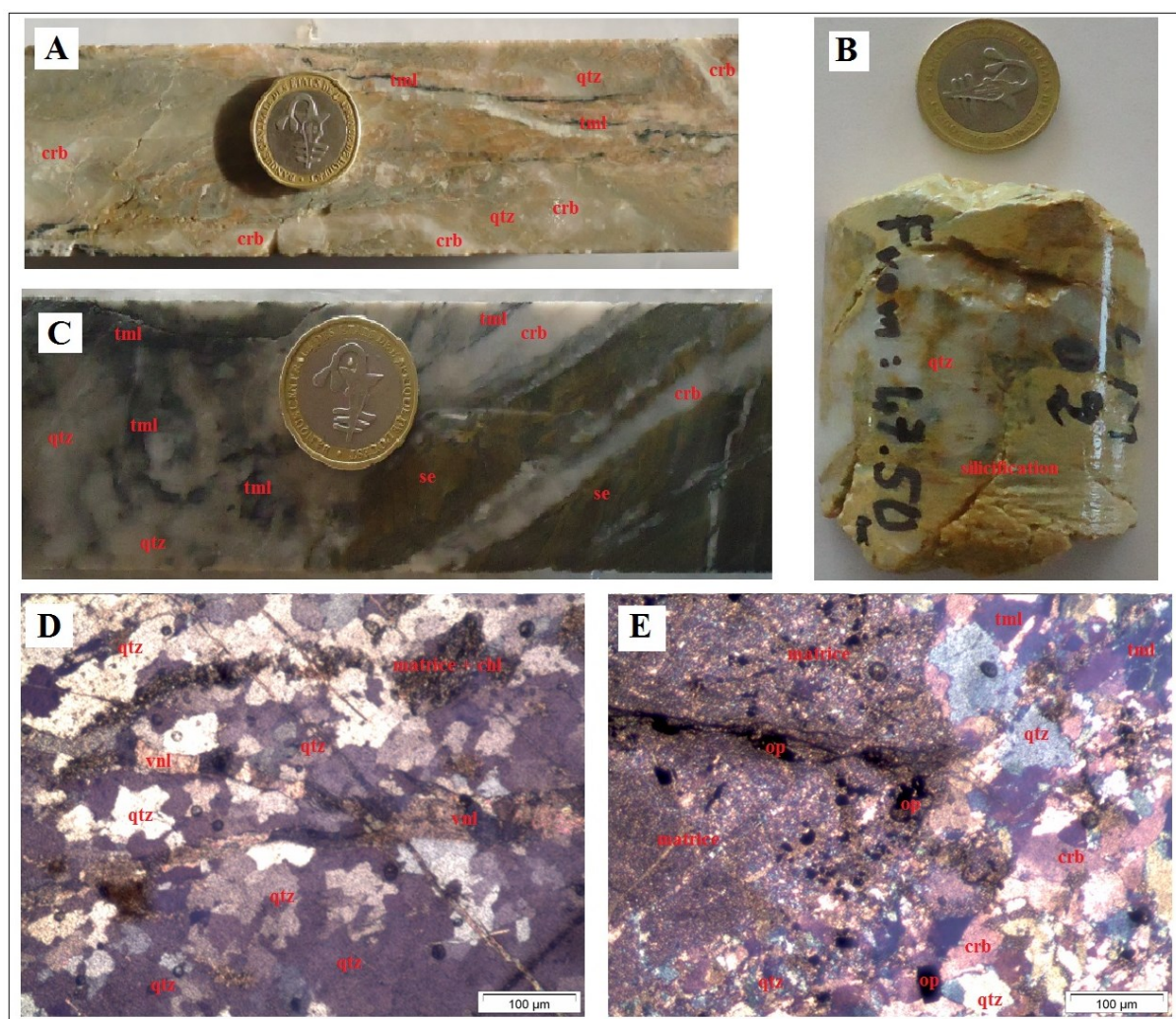


Figure 15 : Brèches hydrothermales

A- Echantillon de carotte de sondage de brèche hydrothermale dans la granodiorite ; **B-** Echantillon de carotte de sondage de brèche hydrothermale minéralisée et silicifiée dans la microdiorite ; **C-** Echantillon de carotte de sondage de brèche hydrothermale minéralisée dans les schistes graphiteux avec paragenèse quartz-carbonates-tourmaline-pyrite-séricite ; **D-** Brèche hydrothermale minéralisée et silicifiée dans la microdiorite. Microphotographie en lumière transmise polarisée ; **E-** Brèche hydrothermale minéralisée dans les shales à graphite riche en matrice. Microphotographie en lumière transmise polarisée.

4.1.7 Les dykes de dolérite

La dolérite est une roche magmatique, à texture intermédiaire entre les gabbros, grenus et les basaltes, microlitiques. Les dykes de dolérites affleurent dans la partie centrale du secteur sur la route menant au village de Madina formant une bande allongée N020. Ils se présentent en blocs massifs et compacts de couleur vert sombre (figure 16). Au plan minéralogique, ils sont composés de plagioclases et d'amphiboles secondaires issus de l'altération des pyroxènes. Il faut noter que ces dykes de roches basiques sont fracturés, recoupés par des veinules de quartz et fortement pentés vers le NW.



Figure 16 : Affleurement de dolérite

4.1.8 Les quartzites

La roche affleure sur la route menant au village de Madina et forme une bande orientée dans la direction NNW-SSE. L'affleurement est constitué de blocs entrecoupés qui a tendance à disparaître sous la couverture latéritique. La roche présente une teinte rougeâtre à rouille marquée par la présence d'un profil d'altération latéritique (figure 17A). Cependant une cassure fraîche (cassure conchoïdale lisse) de la roche d'aspect gras montre une coloration claire rose à blanche et, en certains endroits, à teinte sombre bleuâtre. La roche qui correspondrait donc à des quartzites est caractérisée par une texture fine. Elle est constituée essentiellement d'une matrice siliceuse où abondent des pyrites très disséminées et est recoupée par un essaim de veinules composées de quartz et/ou de carbonate.

L'observation microscopique conforte la nature pétrographique de la roche. Les quartzites sont essentiellement constitués de grains de quartz recristallisés intimement liés par une matrice siliceuse où baignent des amas de sulfures parfois cubiques, la pyrite (figure 17B). Les quartzites sont souvent mylonitisés avec une réduction de la taille des grains suivant une bande de microcisaillement due à un phénomène de recristallisation dynamique.

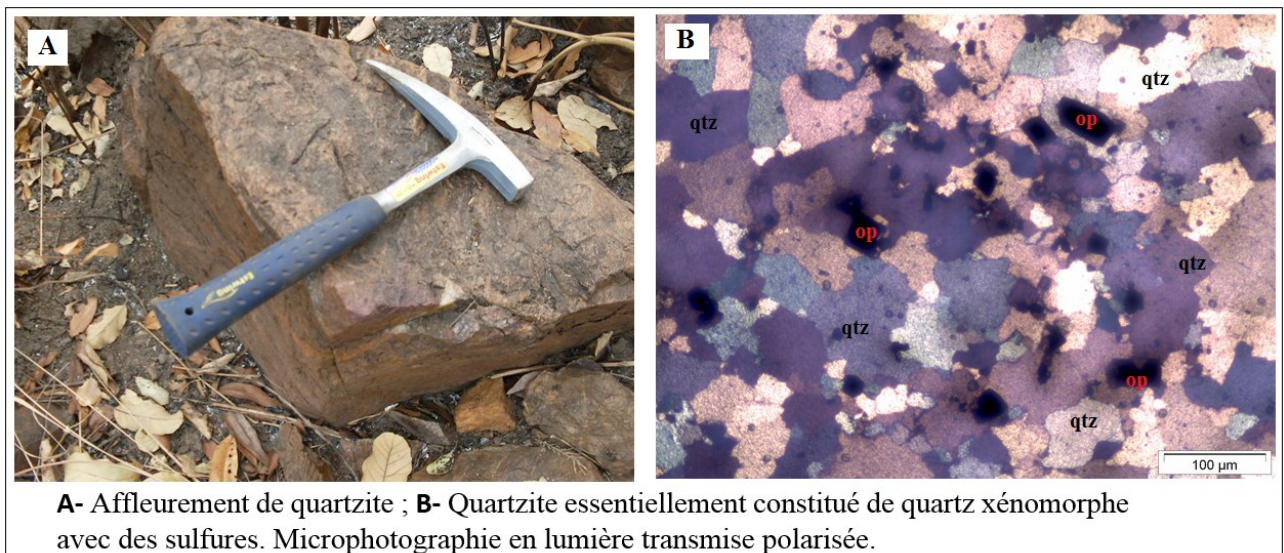


Figure 17 : Les quartzites

4.1.9 Les filons de quartz

Les filons de quartz qui affleurent dans le secteur de Madina sont relativement abondants et sont accompagnés d'un important cortège de démantèlements. Ils présentent une coloration blanchâtre ou sont parfois tachetés et enfumés (figure 18A). Ces filons présentent une direction préférentielle NE-SW correspondant à la direction des structures majeures et des plans de fractures espacés dirigés dans la même direction que l'affleurement avec un fort pendage vers le NW.

4.1.10 Les tufs rhyolitiques

Les tufs rhyolitiques affleurent dans un petit cours d'eau et forment une bande orientée suivant la direction NE-SW (figure 18B). D'une longueur de plus de 30m, la bande de roche large de 4m environ disparaît sous la couverture latéritique. Cependant sa continuité est confirmée par son apparition dans un trou d'orpaillage en exploitation situé à plus de 20 m dans la même direction que la bande. L'affleurement de roches stratifiées avec des plans de stratification S_0 en contact plus ou moins anastomosé avec le dyke de dolérite présente une texture microlitique à grains très fins. La roche est constituée pour l'essentiel d'une matrice probablement quartzo-feldspathique de teinte claire rose-marron où les minéraux sont indiscernables à l'œil nu. Les tufs rhyolitiques sont cisailés et plissés. La roche est recoupée par d'importants essaims de veines et veinules de quartz-carbonate. Elle est surtout cisailée par des failles décrochantes dextres généralement orientées suivant la direction de l'affleurement (NE-SW).

L'échantillon de tufs rhyolites sur lequel on a effectué l'étude pétrographique est constitué essentiellement de quartz et de feldspaths et présente une texture microgrenue. La matrice finement microgrenue est essentiellement formée de fins cristaux de quartz finement recristallisés, accompagnés de fines paillettes de séricite, de feldspaths et de des minéraux opaques. La roche est parcourue par une veine de quartz. Les grains de quartz des veines sont plus grossiers avec une faible proportion de cristaux de quartz de petite taille.

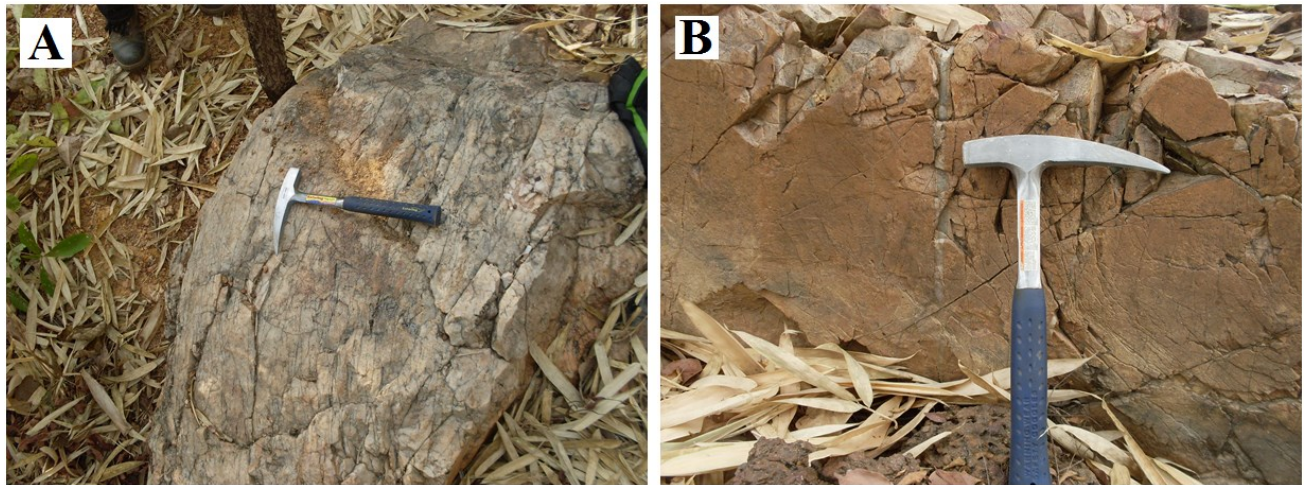


Figure 18 : A- Affleurement d'un filon de quartz ; **B-** Tufs rhyolitiques

A l'issue de cette étude lithologique, on a dressé une carte d'affleurement du secteur de Madina (Figure 19) ci-dessous :

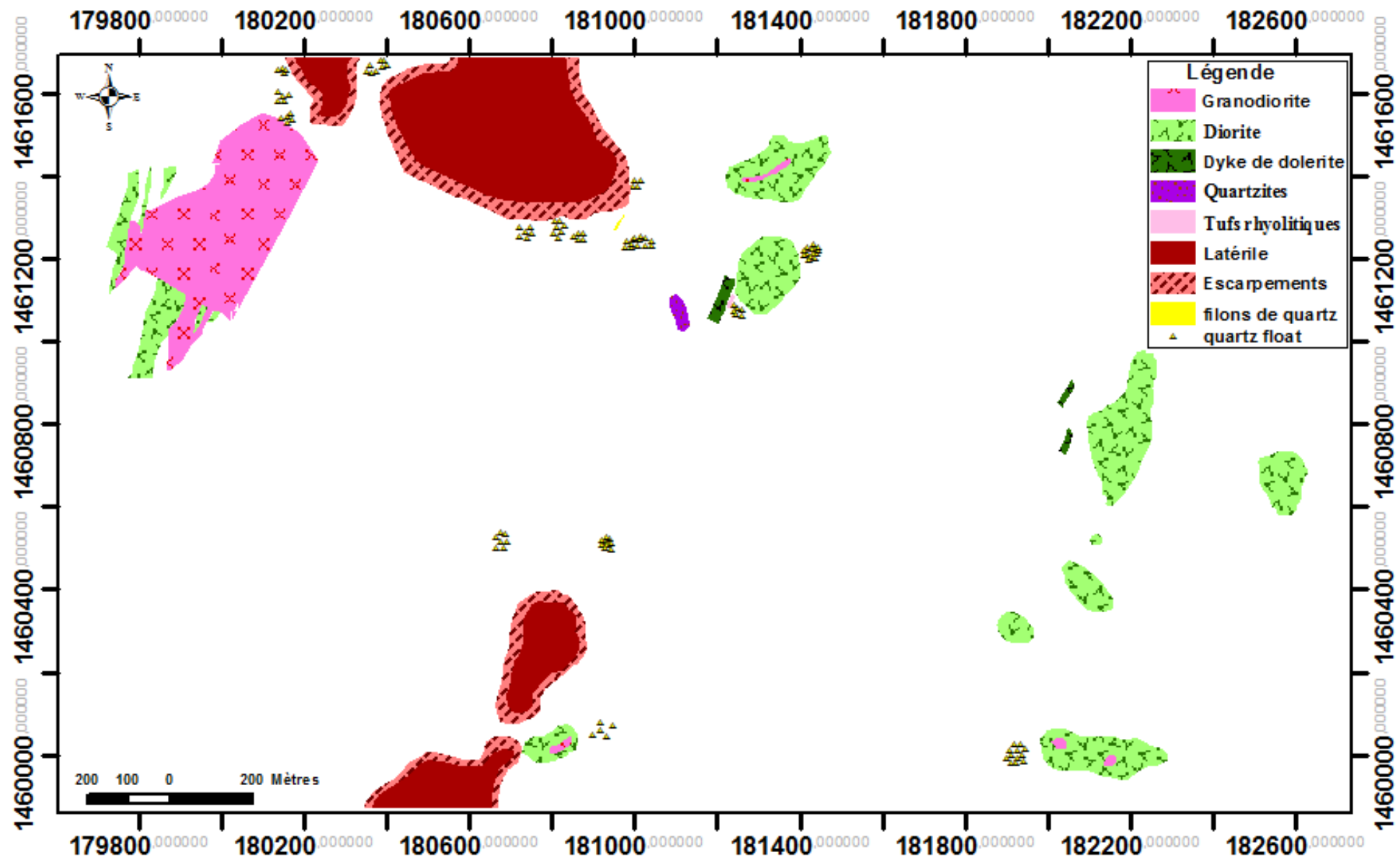


Figure 19: Carte d’affleurement du secteur de Madina incluant le prospect de Madina Ouest

Chapitre 5 : Etude structurale

5.1 Cartographie aéromagnétique

L'interprétation des données de géophysique aéroportée de la concession de Niamia montre différents linéaments présents dans le secteur de Madina incluant le prospect de Madina Ouest. Ainsi l'analyse de la carte linéamentaire (Figure 20) du secteur de Madina a permis de mettre en évidence les structures linéaires suivantes:

- ❖ Des structures majeures NE-SW qui pourraient correspondre à des structure précoces lithosphériques profondes et qui sont recoupées et réactivées par des décrochements ;
- ❖ Des structures NW-SE qui sont souvent disposées en échelon par rapport aux structures majeures ;
- ❖ Des structures E-W qui pourraient correspondre aux structures de Riedel synthétiques **R** du décrochement ;
- ❖ Des structures NNE-SSW pouvant coïncider avec les structures synthétiques **P**.

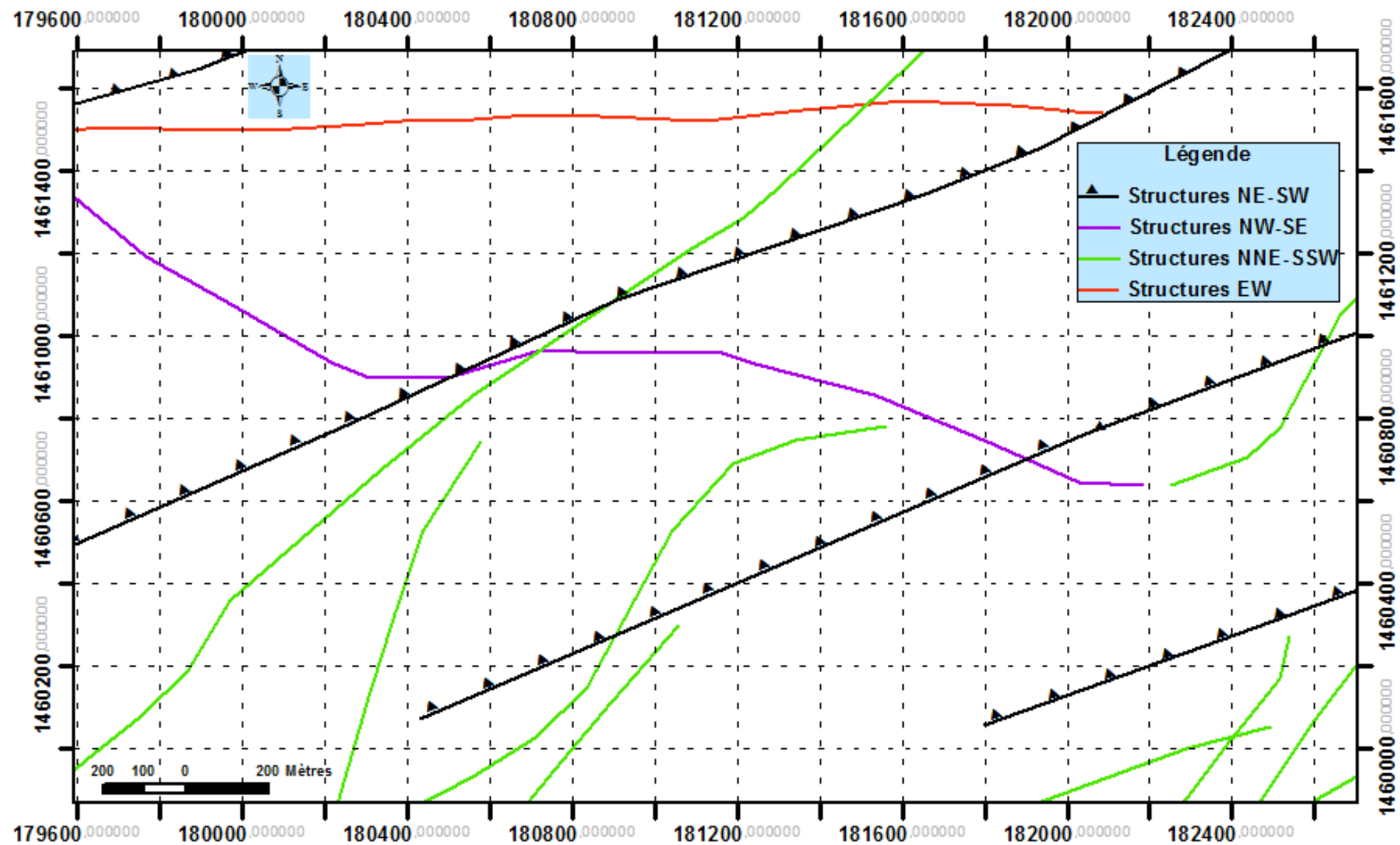


Figure 20 : Carte linéaire du secteur de Madina

5.2 Cartographie structurale

Les unités lithologiques notamment celles encaissantes de la minéralisation du prospect de Madina Ouest ont subi différents épisodes de déformations complexes au cours du temps. Il est donc primordial de les caractériser. Le but est de comprendre quels sont les différents événements majeurs qui ont affecté les roches et de trouver celui ou ceux qui sont en lien avec la minéralisation aurifère principale. Ce chapitre sera axé sur la description des éléments structuraux observés sur le terrain, en carottes de sondage et en lames minces.

Les éléments structuraux seront représentés par les structures de la déformation ductile (zones de cisaillement ductile, plis et microplis, plans de foliation et de schistosité) et les structures de la déformation cassante généralement représentées par des fractures, des failles et des veines et veinules de quartz.

L'étude du contrôle structural proprement dite de la minéralisation aurifère du prospect de Madina Ouest sera développée dans la troisième partie du mémoire.

5.2.1 Les structures de la déformation ductile

5.2.1.1 Les zones de cisaillement ductile

Elles correspondent à des zones planaires à forte déformation caractérisées par une répartition symétrique des structures déformées. La déformation ductile se concentre dans un domaine relativement étroit qui délimite des blocs peu ou pas déformés. Les zones de cisaillement ductile sont caractérisées par la direction de l'enveloppe de la zone déformée matérialisée par des bandes de déformation plus élevées ou par des plans réguliers de cisaillement (plans C) et par la schistosité (S) intrinsèque à cette enveloppe. Ces éléments jouent un rôle important dans la compréhension de la géométrie et de la cinématique du couloir de déformation. Ainsi l'analyse structurale voire microstructurale basée sur l'observation macroscopique et même microscopique nous a permis de mettre en évidence des zones de cisaillement voire des microbandes de cisaillement ou des fabriques CS dans les différentes unités lithologiques en particulier dans la granodiorite qui est le principal métallotecte du prospect de Madina Ouest (figures 21 et 22).

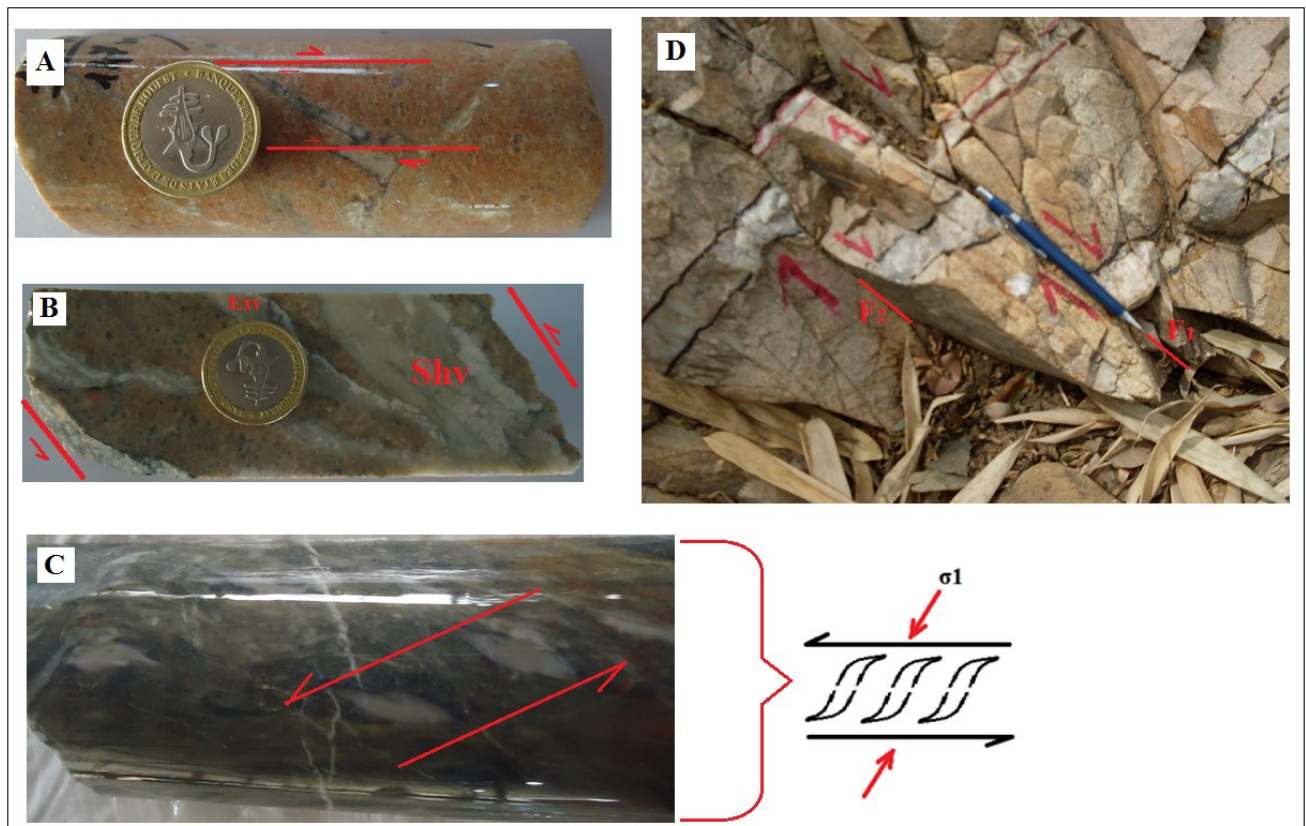


Figure 21 : Zones de cisaillements

A- Granodiorite avec veinule de quartz-carbonate-pyrite cisillée ; **B-** Granodiorite marquée par une déformation ductile-cassante avec veines en cisaillement (**Shv**) et de tension (**Exv**) ; **C-** Schistes gréseux marqués par un cisaillement ductile-cassant avec fentes sigmoïdales en échelon ; **D-** Tufs rhyolitiques plissés avec veines de quartz cisillées dextres par 2 failles décrochantes (**F1** et **F2**, **N002-70NW**).

Les zones de cisaillement peuvent être associées à des séries de veinules précoces, de veines d'extension et de veines de cisaillement relatives à la déformation ductile-cassante (figures 21B, 21C, 22C et 22D).

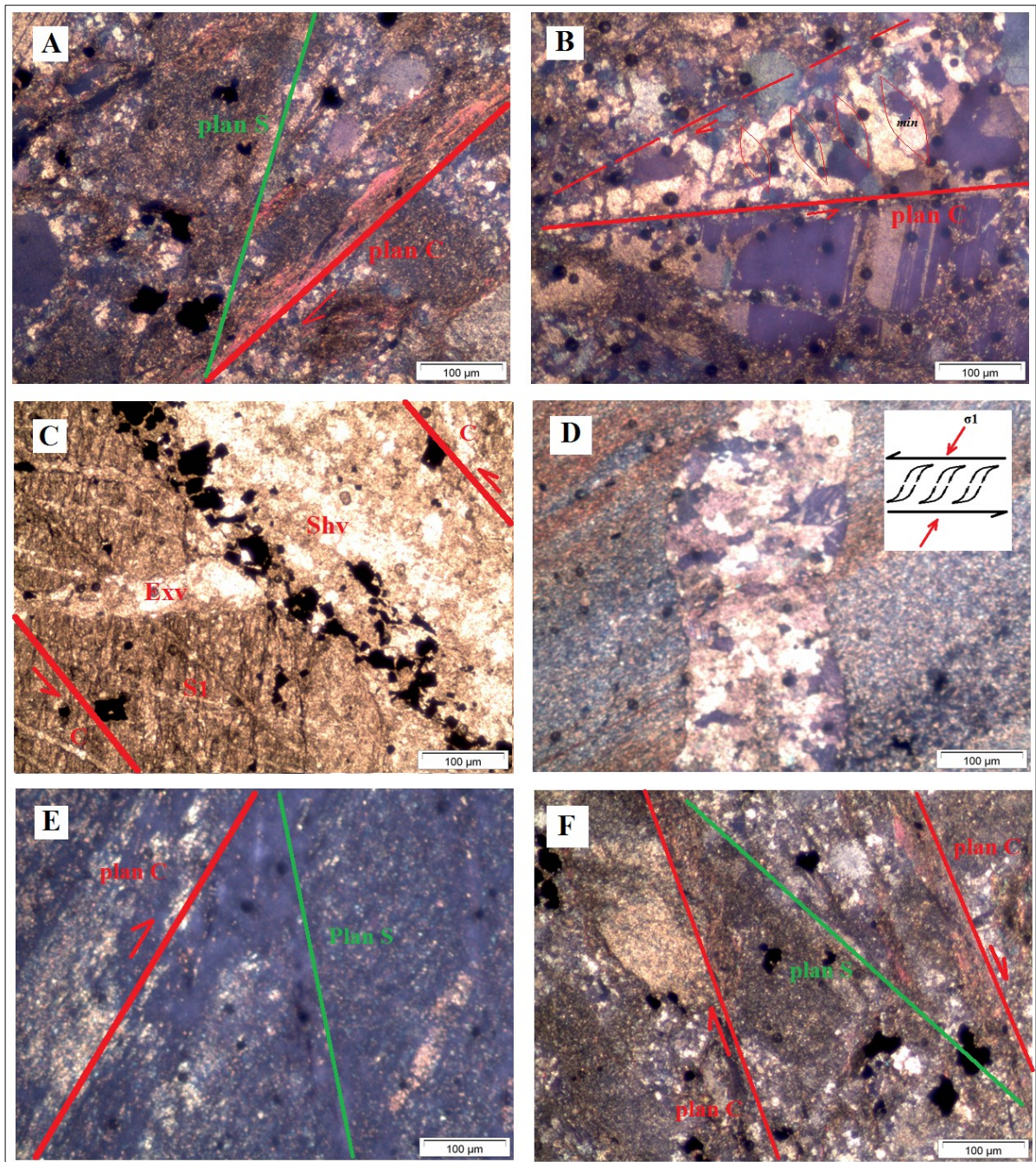


Figure 22 : Critères de sens de déplacement dans la mylonite

A et F- Granodiorite mylonitisée très minéralisée avec bande de séricite (plans C) ; **B-** Granodiorite faiblement minéralisée ; **C et D-** Schistes graphiteux minéralisés avec veines en cisaillement (**Shv**) et de tension (**Exv**), et fentes sigmoïdales en échelon ; **E-** Microdiorite mylonitisée faiblement minéralisée avec structures CS. Microphotographies en lumière transmise polarisée.

Les différentes structures de la déformation ductile à ductile-cassante observées dans les unités lithologiques en particulier la granodiorite semblent jouer un rôle important dans le contrôle de la minéralisation dans le secteur. En effet l'analyse microstructurale en lames minces de la granodiorite permet de comprendre le rôle primordial qu'aurait joué le caractère ductile-cassant de la déformation dans le processus de la minéralisation aurifère du prospect de Madina Ouest.

5.2.1.2 Les structures planaires (foliation / Schistosité)

La description des structures planaires est surtout basée sur l'observation microscopique. Ces structures caractérisent un feuilletage plus ou moins serré, présenté par certaines roches, acquis sous l'influence de contraintes tectoniques, distinct de la stratification, et selon lequel elles peuvent se débiter en lames plus ou moins épaisses et régulières. Ce feuilletage est souvent dû à une différence de pétrographie. Ces structures sont représentées par la foliation mylonitique qui affecte exclusivement les intrusifs et les shales à graphite, et par la schistosité observée au sein des unités sédimentaires (figure 23).

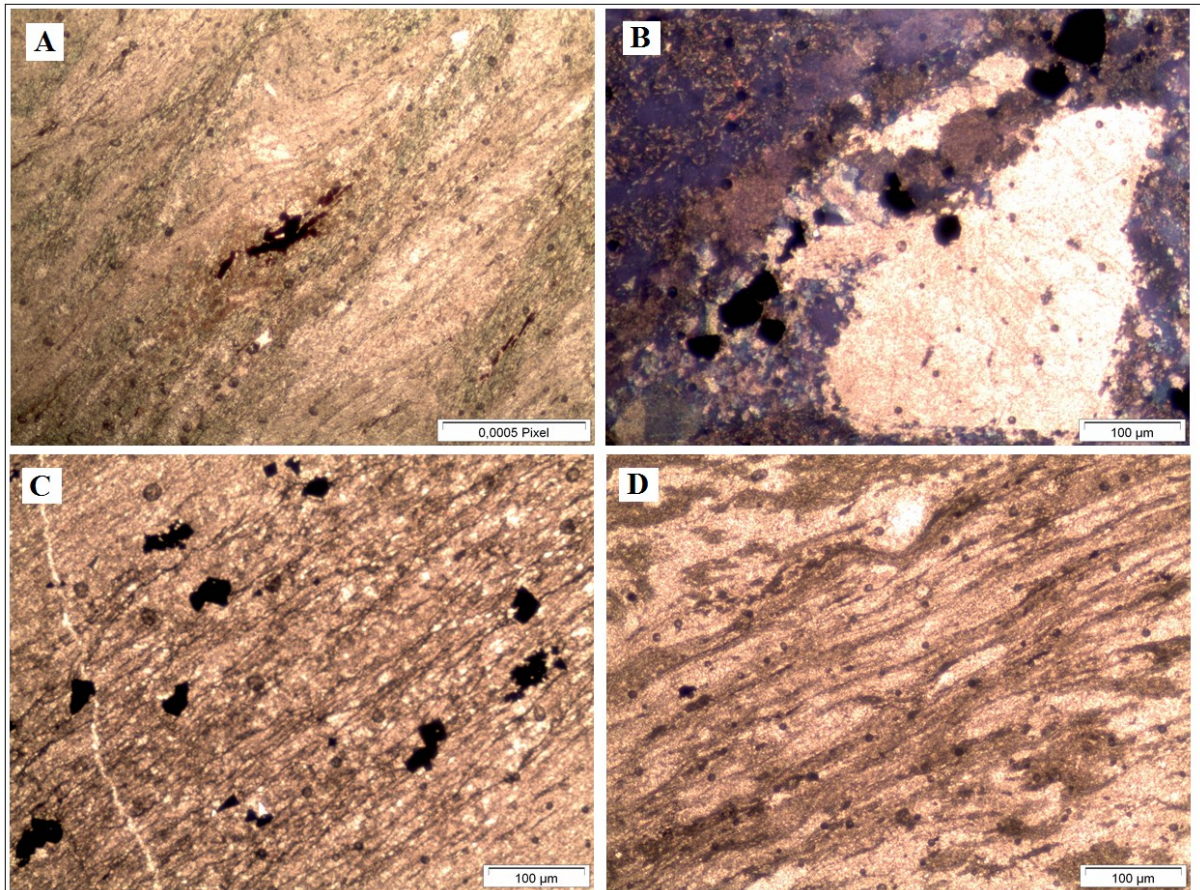


Figure 23 : La schistosité

A- Schistosité (rubans de chlorite) observée dans la microdiorite ; **B-** Schistosité de pression-dissolution observée dans la granodiorite faiblement minéralisée ; **C-** Plans de foliation où s'alignent les sulfures dans les shales à graphite ; **D-** Schistosité observée dans les grauwackes. Microphotographies en lumière transmise polarisée.

5.2.1.3 Les plis et microplis

Les plis sont des structures très communes sur le terrain. Ils représentent, en clair, le moyen idéal d'absorber un raccourcissement horizontal important. Ils se pressentent à toutes les échelles et dans des formes très variées.

Dans le prospect de Madina Ouest, l'analyse microstructurale à l'échelle microscopique permet de mettre en évidence un symposium de plis dans les unités surtout sédimentaires globalement de nature décrochevauchante. En effet le mouvement décrochevauchant est issu de la combinaison d'une composante chevauchante et d'une composante locale décrochante dans la direction NE-

SW à NNE-SSW. On a ainsi des plis superposés avec des structures en dômes et bassins. On a deux générations de plis, un pli isoclinal fermé P1 et un pli ouvert P2 montrant des figures de plis superposés (figures 24A, 24B et 24C).

A l'échelle macroscopique, on note la présence de plis en particulier le plissement des bandes de tufs rhyolitiques (figure 24D) mais également le microplissement des lamines des schistes pélitiques (figure 11B).

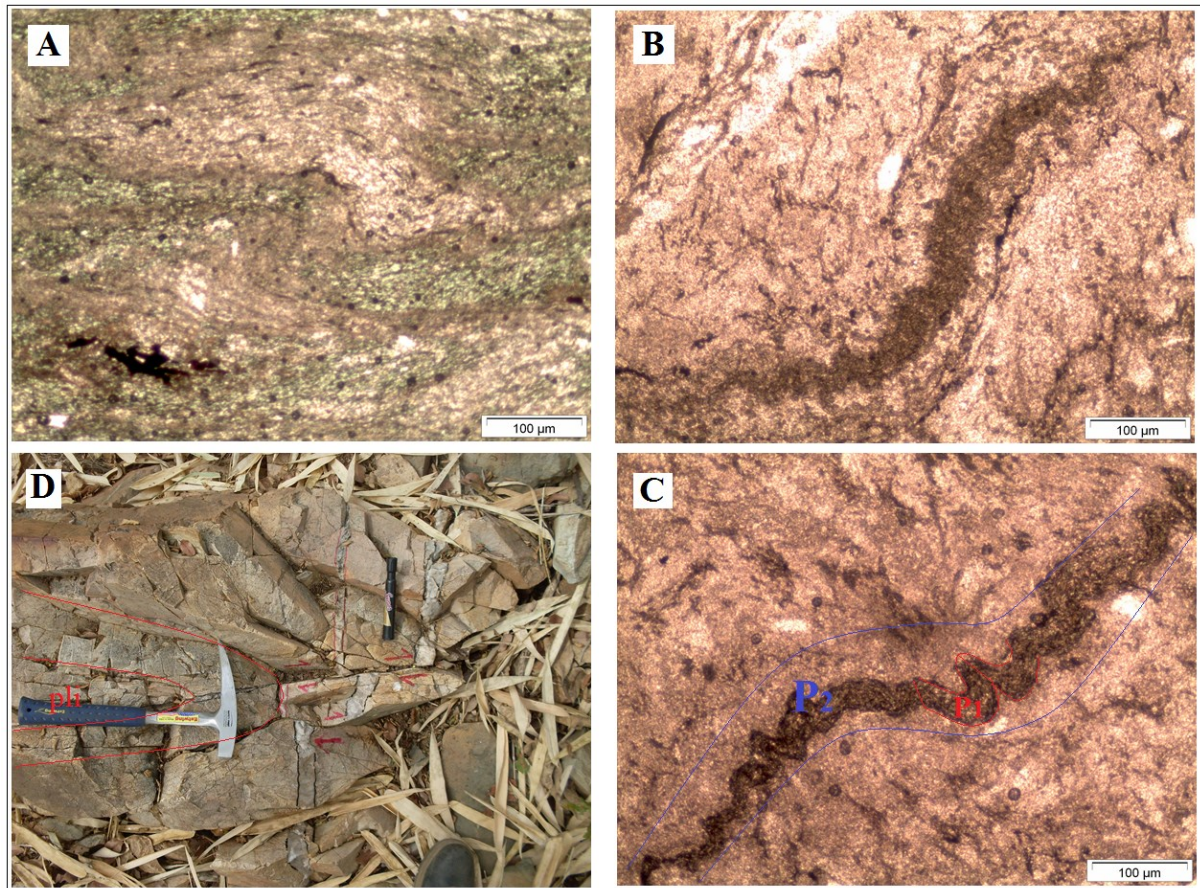


Figure 24 : Plis observés à différentes échelles

A- Polyplissement observé dans la microdiorite mylonitisée avec 2 plis **P1** et **P2** superposés et des structures en dôme et bassin ; **B-** Pli ouvert observé dans les grauwwackes ; **C-** Deux plis superposés (**P1**, pli isoclinal fermé et **P2**, pli ouvert) dans les grauwwackes ; Microphotographies en lumière transmise polarisée. **D-** Plissement des tufs rhyolitiques avec cisaillement des veines de quartz (pli isoclinal).

5.2.2 Les Structures de la déformation cassante

5.2.2.1 Les fractures sans déplacement

Encore appelées diaclases, les fractures sont des surfaces qui débitent les roches sans provoquer de déplacements importants le long de leur plan de rupture. Elles constituent des réseaux de deux ou plusieurs familles directionnelles. Par suite de mouvements postérieurs à leur formation elles peuvent s'ouvrir et se tapisser alors de quartz ou de calcite. Elles deviennent alors des veines ou des filonnets. En géologie elles sont souvent des sites de précipitation de minéraux dont certains d'importance économique (systèmes de veines minéralisées ou stockworks).

Ces structures affectent toutes les unités lithologiques du prospect de Madina en particulier la granodiorite qui est la roche hôte de la majeure partie de la minéralisation.

5.2.2.2 Les failles

Ce sont des fractures ou des zones de fractures le long desquelles il y a un déplacement relatif des compartiments séparés (figures 21 D, 25 et 26). Les mesures de failles dans le prospect de Madina sont essentiellement effectuées sur des carottes de sondage. Au niveau de ces carottes, plusieurs familles de failles ont été identifiées et elles sont pour la plupart associées à des veines et veinules de quartz en remplissage. De ce fait leur étude structurale sera incluse dans l'étude des veines de quartz dans le chapitre suivant. Cependant la cartographie effectuée en dehors du prospect a aussi permis de mettre en évidence d'autres plans de failles sur les affleurements.

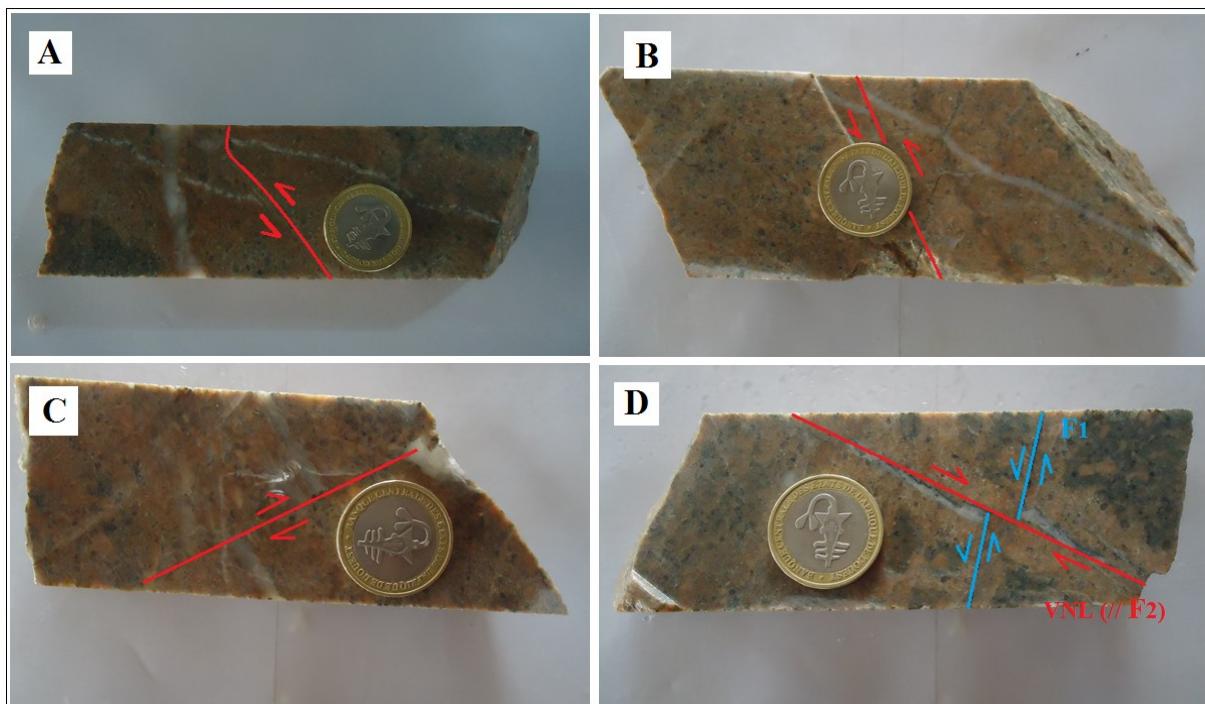


Figure 25 : Les failles recoupant des veinules de quartz

A et B- Veinule de quartz recoupée et décalée par une faille indiquant un cisaillement senestre ; **C-** Veinule de quartz recoupée et décalée par une faille indiquant un cisaillement dextre ; **D-** Veinule de quartz recoupée et décalée par une faille **F1** (N127-30SW), elle-même recoupée par une faille **F2** (N032-88SE).

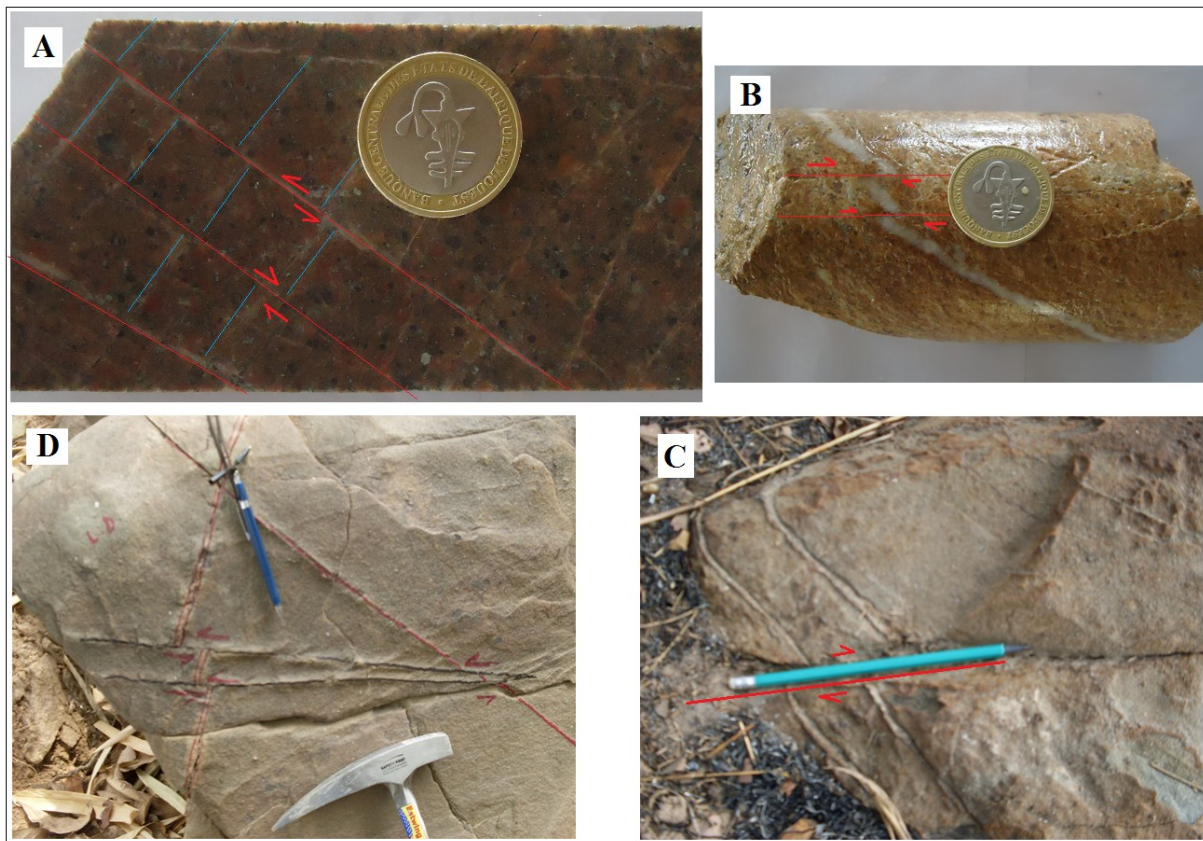


Figure 26 : Autres types de failles conjuguées

A- Système de microfailles répétitives et conjuguées observé dans la granodiorite ; **B-** Failles répétitives dans la granodiorite (saprock) ; **C-** Failles recoupant 2 veinules de quartz observées au niveau des dykes de dolérite ; **D-** Failles recoupant 2 veinules de quartz de même famille observées dans la microdiorite.

Les réseaux de microfailles conjuguées et répétitives (figure 26A) sont d'une importance capitale pour la délimitation d'une zone de cisaillement. Ces microfailles sont des indicateurs d'une zone de cisaillement. Elles s'observent juste à l'entrée de la shearzone ainsi qu'à la sortie de celle-ci.

5.2.2.3 Les veines et veinules de quartz

Ce sont des fractures remplies de jus de quartz (figures 21, 25 et 26). L'étude de ces veines et veinules de quartz est très importante en prospection car elle peut aider à caractériser la structure minéralisée.

Plusieurs types de veines ont été identifiées aussi bien que sur les carottes de sondages du prospect de Madina que sur quelques affleurements visités aux alentours du prospect. Les veines peuvent être en cisaillement, en échelon, en tension ou bien boudinée (figure 21 et 22). Dans le prospect de Madina Ouest, elles sont étroitement liées aux zones de cisaillement ductile à ductile-cassant. L'étude structurale proprement dite des veines et veinules de quartz associées à la minéralisation aurifère du prospect de Madina Ouest sera développée dans l'étude du contrôle structural de la troisième partie du mémoire.

Conclusion partielle :

La cartographie du secteur de Madina, le prospect de Madina Ouest inclus, a permis d'identifier un régolite constitué de plateaux et plaines latéritiques, de quelques affleurements de roches, de colluvions et d'une prédominance d'alluvions.

Au plan géologique, le secteur Madina présente une lithologie très diversifiée. Cependant l'étude lithologique du prospect de Madina Ouest a montré une prédominance de faciès sédimentaires, qui sont représentés par les grauweekes et schistes pélitiques parfois graphitisés, recoupés pour la plupart par des intrusions de microdiorite et de granodiorite.

D'un point de vue structural, l'analyse linéamentaire du secteur de Madina a permis de mettre en évidence des structures majeures décrochevauchants NE-SW, des structures en échelon NW-SE, des structures E-W et des structures NNE-SSW. Cependant la description lithostructurale macroscopique et microscopique de plus de 400 m de carottes de sondages associée à l'étude lithologique de plus de 6000 m de sondages destructifs a permis de mettre en évidence une déformation complexe polyphasée du prospect de Madina Ouest caractérisée par des événements de tectonique ductile, ductile-cassante et cassante. Cette déformation est marquée par une phase chevauchante suivie d'un cisaillement. Ces événements sont à l'origine de la mylonitisation de la plupart des unités lithologiques. Ainsi cette caractérisation lithostructurale nous permettra, dans la troisième partie qui va suivre, de voir dans quelles conditions une minéralisation aurifère a pu se mettre en place dans le prospect de Madina Ouest et de définir les différents facteurs qui la contrôlent.