



Département science de la terre

Compagnie Minière des Guemassa

Mémoire de fin d'étude

Licence sciences et techniques

Géologie Appliqué aux Ressources Minière

Intitulé :

Étude des relations entre la déformation régionale et la mise en place de la minéralisation, dans le bloc Sud aval de Draa Sfar N -760 et -840.

Réalisé par :

➤ BOUICH Halima

Encadré par :

Mr.M.HIBTI : Faculté des sciences et techniques- Marrakech

Mr.A.OUTIGUA : Compagnie Minière des Guemassa

Soutenu:24/06/2014

Devant le jury composé de :

Mr .A.SAIDI : Faculté des sciences et techniques- Marrakech

Mr.M.HIBTI : Faculté des sciences et techniques- Marrakech

Mr.A.OUTIGUA : Compagnie Minière des Guemassa

REMERCIEMENTS

Au terme de ce modeste travail, je tiens à remercier mes encadrant Monsieur M. Hibti et Monsieur A. Outigua qui n'ont épargné aucun effort pour me soutenir tout le long de la période de mon stage. Je remercie tous le personnel du service géologie de la mine de Draa Sfar pour leur soutien.

J'exprime également ma gratitude et mes sincères reconnaissances à l'ensemble de mes enseignants au département des Sciences de la Terre de la FSTG MARRAKECH.

Mes vif remerciement et reconnaissance s'adresse à ma famille pour leurs aides morales et financières durant ce stage et tout au long de mes études universitaires.

Enfin, le présent travail n'aurait pas été accompli sans l'assistance et l'aide de plusieurs personnes. Ainsi, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce rapport.

Sommaire

Partie I : généralités

A-INTRODUCTON	6
Objet d'étude.....	7
B- LES DOMAINES STRUCTURAUX	8
1) Domaine Saharien ou dorsale des Reguibates	9
2) Domaine anti atlasique	9
3) Domain atlasique	10
4) Domaine Rifain.....	10
5) Domaine Mésétien.....	10
5-1) le massif de Jebilets	10
a) Caractéristiques géologique	10
b) Zonation structural	11
c) Stratigraphie et sédimentologie.....	12
d) Magmatisme	12
C – CADRE GEOGRAPHIQUE DU GISEMENT DE DRAA SFAR.....	13

Partie II : lithostratigraphie et pétrographie

A- lithostratigraphie	15
B- étude pétrographie	27
C- étude structurale.....	30
1) Schistosité	30
2) le plissement.....	31
3) Les failles.....	35
D- REALISATION DES COUPS GEOLIGIQUES	40
E- GITOLOGIE	44
F- CONCLUSION	18

Liste des figures

<i>Figure 1 : domaines structuraux du Maroc.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 2 : zonation structural de massif de jebelit</i>	<i>11</i>
<i>Figure3 : Situation géographique du gisement de Draa Sfar.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 4 : localisation des sondages étudiés sur le plan.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 5 : logs stratigraphiques des sondages DF165 et DF 166 (position des échantillons prélevés E1, 2, 3, 4, 5,6).....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 6 : logs stratigraphiques des sondages DF179 et DF 180 (Position des échantillons prélevés E 7, 8, 9, 10, 11).....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 7: vue au plan de levée au niveau -770 à GAN.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 8: levé réalisé au niveau -760 à GAN</i>	<i>22</i>
<i>Figure 9 : levé réalisé au niveau -760 à GAS.....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 10 : vue au plan de levée réalisé au niveau -840.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 11 : levé réalisé au niveau -840 à GAN.....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 12 : levé réalisé au niveau -840 à GAS.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 13 : représentation schématique de kink-band dans (S1).....</i>	<i>33</i>
<i>Figure 14 : coupe transversale des sondages DF165 et DF 166.....</i>	<i>42</i>
<i>Figure 15 : coupe transversale des sondages DF 179 et 180.....</i>	<i>43</i>

Liste des photos

<i>Photo 1 : aspect macroscopique de métapélit.....</i>	<i>27</i>
<i>Photo 2 : aspect microscopique des métapélites.....</i>	<i>28</i>
<i>Photo 3 : aspect macroscopique des Tufs rhyolitiques.....</i>	<i>25</i>
<i>Photo 4 : aspect microscopique de quartz rhyolitique.....</i>	<i>29</i>
<i>Photo 5 : aspect macroscopique d'une vein à quartz et carbonate.....</i>	<i>30</i>
<i>Photo 6: aspect macroscopique des plans da la schistisité.....</i>	<i>32</i>

Photo 7 : kinks-bands.....	32
<i>Photo 8 : aspect microscopique du minerai schistosé.....</i>	<i>33</i>
<i>Photo 9: aspect microscopique des microplissements</i>	<i>34</i>
<i>Photo 10 : aspect microscopique d'étirement de la minéralisation et minéraux de gangue</i>	<i>34</i>
Photo 11 : aspect macroscopique d'une faille à remplissage argile et chlorite.....	35
Photo 12 : aspect macroscopique d'une faille dans la minéralisation à remplissage d'oxyde et d'hydroxyde de fer	36
Photo 13 : aspect macroscopique d'une faille à remplissage quartzique.....	36
<i>Photo 14 : aspect microscopique de paragenèse.....</i>	<i>44</i>
<i>Photo 15 : aspect microscopique de paragenèse</i>	<i>45</i>
<i>Photo 16 : aspect microscopique de sphalérite.....</i>	<i>46</i>
<i>Photo 17 : aspect microscopique de réflexions interne de sphalérite.....</i>	<i>46</i>
<i>Photo 18: aspect microscopique de la galène emballée dans le minerai.....</i>	<i>47</i>
<i>Photo 19: aspect microscopique d'arsénopyrite.....</i>	<i>48</i>

Partie I : généralités

A) INTRODUCTION

Les ressources minérales sont des concentrations ou indices minéralisés d'une substance naturelle solide présente au sein de la croûte terrestre ou sur celle-ci, qu'il s'agisse d'une substance inorganique ou d'une substance organique fossilisée, dont la forme, la quantité et la teneur ou qualité sont telles qu'elles présentent des perspectives raisonnables d'extraction économique. La localisation, la quantité, la teneur, les caractéristiques géologiques et la continuité des ressources minérales sont connues, estimées ou interprétées à partir d'évidences et de connaissances géologiques spécifiques.

Pour toute mine, une meilleure évaluation des tonnages de minerai et de métal, et de la teneur moyenne des gisements à partir d'un certain nombre de sondages et de travaux miniers est une nécessité.

1. Historique des recherches minières (Archives de la Mine de Draa Sfar)

Les affleurements paléozoïques de la Méséta marocaine ont fait l'objet de nombreux travaux et en particulier de prospection minière. En effet, depuis les années trente, plusieurs organismes nationaux et internationaux ont entrepris dans ce domaine des recherches sur les minéralisations sulfurées. Ces recherches ont été couronnées par la découverte du gisement de Kettara qui a été exploité pour les ocres et ensuite pour le soufre.

Depuis la découverte de ce gisement, plusieurs travaux d'exploration visant la recherche d'autres gisements ont été démarrés. En effet, le programme de recherche est soutenu par l'application de la géophysique à la recherche de ces types de minéralisations. Ainsi, la région a été le siège de plusieurs compagnes géophysiques depuis les années 1960, dans le cadre de programmes lancés par la direction de la géologie du ministère de l'énergie et des mines, BRPM (Bureau de Recherches et Participations Minières/Maroc) et par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières/France).

Le chapeau de fer de Draa Sfar Nord, découvert en 1953 par le Service d'Etude des Gîtes Minéraux (SEGM), a été confirmé en 1962 par une anomalie magnétique au sol par la compagnie géophysique Nord-africaine (CPGNA). Cette même année, en continuant les levées magnétiques au Sud, Van Den Bosch, a découvert Draa Sfar Sud, dont l'anomalie a été confirmée par les levées au sol (Badissy, 1964), puis en aérien par SAPA (1964) et GEOTEREX (1968).

Les premiers travaux d'exploration ont commencé en 1962 par le BRPM, qui par la suite s'associe avec la Compagnie Métallurgique et Minière (CMM). L'exécution de sondages dans le site minier a permis de rendre compte du caractère prometteur (richesse en métaux de base) (Snoep, 1963, 1966) de Draa Sfar Sud par rapport à son homologue au Nord. Les premiers travaux miniers ont eu lieu en 1968 (Perez, 1968) et s'arrêtent après deux années à cause des problèmes d'exhaure, de réserve et de minéralurgie. Ce n'est qu'en 1983, que les premiers travaux géologiques ont eu lieu après une convention entre la direction de la géologie et le BRGM. En 1988, les travaux d'exploration ont été repris par REMINEX sur Draa Sfar (levés géophysiques et sondages carottés), puis ont été suspendus. Ils n'ont repris qu'en 1999, avec exécution d'autres sondages ainsi que des travaux d'infrastructure (puits, galeries,...).

En 2000, dans le cadre d'un programme bilatéral entre le BRPM et Outokumpu (Finland), des campagnes d'exploration géophysiques ont abouti à la découverte d'autres manifestations sulfurées situées plus au Sud du massif (région de Lakhouadra). Il s'agit de minéralisations sulfurées ayant les mêmes caractéristiques que celles de Draa Sfar.

Objet d'étude

La présente étude s'intègre dans le cadre de la formation de LST GARM et représente le stage de fin d'étude. Elle porte sur la mine de Draa Sfar qui est un secteur de la CMG (Compagnie Minière des Guemassa), filiale de Managem (Groupe ONA) mise en production depuis juillet 2004.

Ce stage de fin d'étude, réalisée au sein de la mine du service géologique de Draa Sfar, vise la caractérisation géologique (lithostratigraphie; pétrographie ; cartographie et structurale) et géologique de l'aval de Draa Sfar (-760m et -840m).

L'objectif principal de ce travail concerne l'étude des relations entre la déformation régionale et la mise en place des minéralisations au niveau de cette partie du gisement.

Afin d'atteindre les objectifs suscités, plusieurs approches ont été abordées à savoir :

- une caractérisation lithostratigraphique de la série, en se basant sur les levés géologiques fond (galeries sous terraines), ainsi que sur des levés de sondages carottés (DS165, DS166 ; DS179 et DS180) ;

- Une étude minéralogique (microscopie optique) des différents échantillons récoltés que ce soit au fond ou sur carottes de sondage ;
- Une caractérisation structurale basée sur les différentes structures et microstructures cartographiées au niveau des galeries souterraines.

B) Les domaines structuraux du Maroc

Le Maroc se situe au coin nord-ouest de la plateforme saharienne, il est entouré par les plaques mobiles de la mer méditerranée au Nord et l'océan atlantique à l'Ouest.

En effet, au cours de sa longue histoire géologique conditionnée par cette position de charnière, entre les continents africain, européen et américain...plusieurs cycles orogéniques se sont succédés, contribuant chacun, par son contexte géodynamique et son ampleur, à façonner les grands domaines structuraux du Maroc (figure1).

C'est ainsi que l'on en distingue trois domaines, définis en fonction de la localisation et de l'importance des effets des orogénèses les plus récentes. Du Sud au Nord, le domaine anti-atlasique et son prolongement saharien, le domaine atlasique et mésetien et le domaine rifain séparés les uns des autres, par l'accident sud-atlasique d'une part et la limite des charriages tertiaires venus du Nord, d'autre part. Les deux derniers domaines sont caractérisés par l'empreinte prédominante laissée par les orogénèses varisque et alpine tandis que le premier domaine a été essentiellement façonné par les orogénèses précambriennes et varisque.

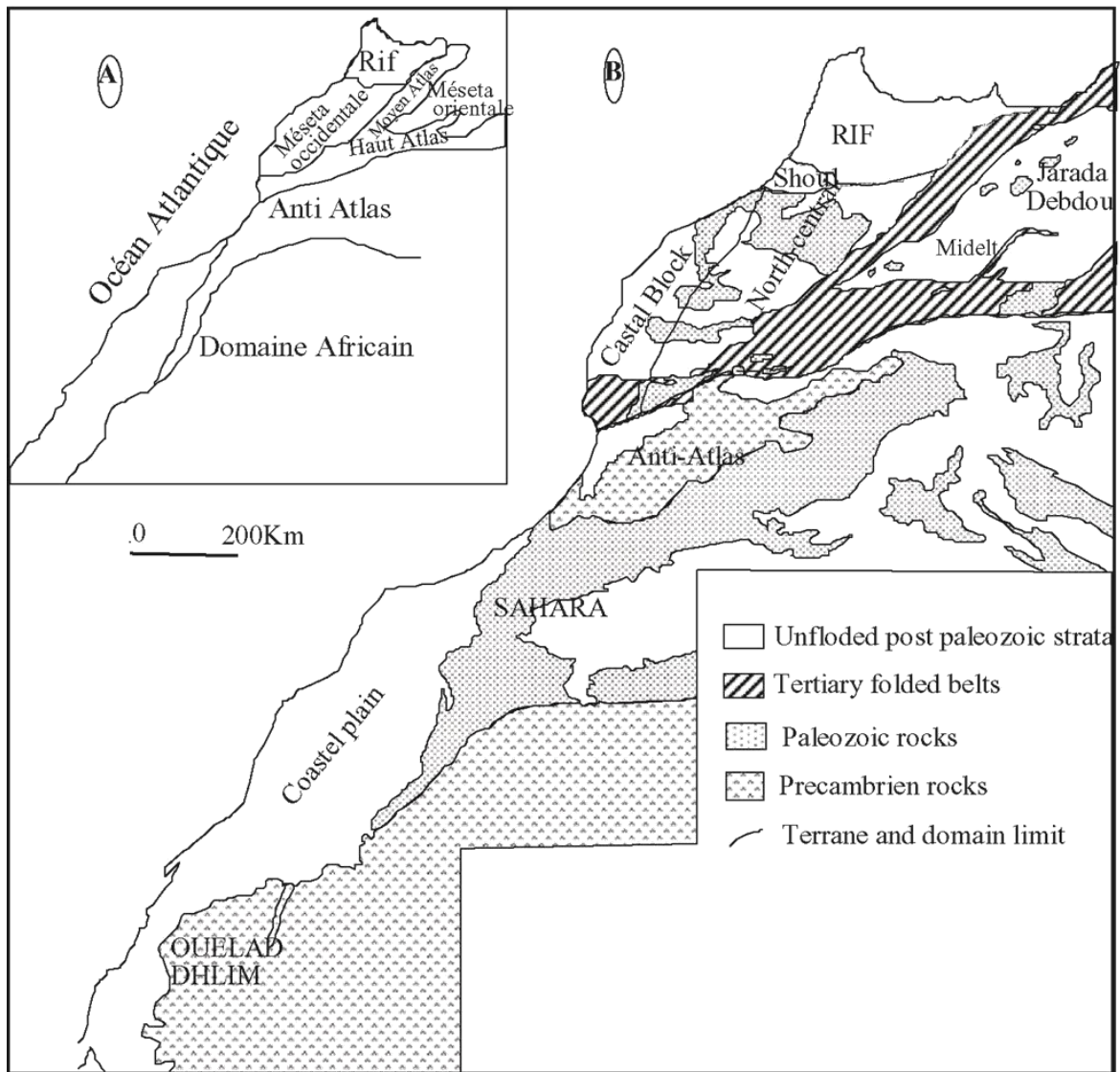


Figure 1 : domaines structuraux du Maroc (Choubert et Marcais, 1956).

Structuralement, le Maroc a été subdivisé en cinq domaines structuraux principaux (Piqué et Michard, 1989) (Fig.1) :

- 1) **Le domaine saharien ou dorsale des Reguibates**, qui constitue une partie du craton ouest africain (Fabre, 1971). Ce domaine est constitué de terrains d'âge protérozoïque inférieur, intensément déformés et métamorphisés durant l'orogénèse éburnéenne (2000 Ma). L'ensemble est couvert au Nord par les roches paléozoïques non déformées du bassin de Tindouf.
- 2) **Le domaine anti-atlasique**, constitué d'un socle structuré par l'orogénèse panafricaine (680 et 570 Ma) (Leblanc et Lancelot, 1980). Sa couverture protérozoïque terminale et paléozoïque est affectée par une déformation hercynienne

relativement modérée. La couverture mésozoïque et cénozoïque ayant une faible puissance est non déformée.

- 3) **Le domaine atlasique**, allongé à travers la Méséta (Moyen Atlas) et entre la Méséta et le domaine anti-atlasique (Haut Atlas). Les terrains permo-mésozoïques et cénozoïques y sont structurés durant l'orogénèse atlasique (Jurassique supérieur et phases de plissements tertiaires).
- 4) **Le domaine rifain**, qui représente la limite septentrionale du Maroc. Il est constitué de nappes allochtones liées à l'orogénèse alpine chevauchant le domaine mésétien. Les terrains paléozoïques sont connus dans les zones internes de la chaîne (nappes paléozoïques ou Gomarides).
- 5) **Le domaine mésétien**, défini comme un domaine de la chaîne hercynienne et recouvert en discordance par les séries mésozoïques et cénozoïques non déformées (Gentil, 1918). Il est divisé en deux parties distinctes : la méséta occidentale (Méséta Marocaine) et la méséta orientale (Méséta Oranaise).

5.1) le massif de Jebilets

a) caractéristiques géologiques :

Le massif hercynien des Jebilets appartient à la Meseta marocain, la région comprise entre le Rif et le Haut Atlas, situé immédiatement au de la ville de Marrakech, forme un ensemble de collines et de plaines rocheuses de terrains paléozoïques, plissés et métamorphisés orientés suivant une direction atlasique E-W sur une longueur d'environ 170 Km et 7 à 40 Km de large (Huvelin, 1977).

Le massif des Jebilets se caractérise par rapport aux autres massifs hercyniens de la meseta marocaine par l'intensité de l'activité magmatique pré à syn-orogénique qu'a connue cette région vers la fin du Carbonifère (Huvelin, 1977)²

Les îlots hercyniens des Jebilets plongent sous la plaine de la Bahira au nord et la plaine du Haouz au Sud, d'âge Miopliocène et Quaternaire. De l'ouest, ils sont limités par les collines jurassico-cretacées de mouissat et à l'est, par les montagnes des moyen atlas de béli-Mellal.

b) zonation structurale

Le massif des Jebilets orienté globalement E-W, a été subdivisé en trois ensembles distincts ; d'Est en Ouest on observe (figure 2).

- ❖ Zone orientale (ou flyschs de Kharrouba) constitué de métasédiments datés de Viséen supérieur et caractérisés par la présence d'olistostromes et de séries ordovico-dévonienne (Permingeat, 1954 ; Huvelin 1977) mises en place par des phénomènes de glissements gravitaires dans le bassin viséen (Huvelin, 1977 ; Bamoumen, 1988).
- ❖ zone central (ou schistes de Sarhlef) dont les terrains sont également d'âge viséen-namurien (Huvelin, 1977). Ils sont déformés métamorphisés dans des conditions anchi à épizonales. Cet ensemble est caractérisé par la mise en place de corps intrusifs acides et basiques ainsi que des magmas granitiques.
- ❖ occidental essentiellement formé de séries cambro-ordoviciennes (Gigout, 1951 ; Huvelin, 1977), faiblement plissées (direction sub-méridienne) et peu ou pas métamorphisées.

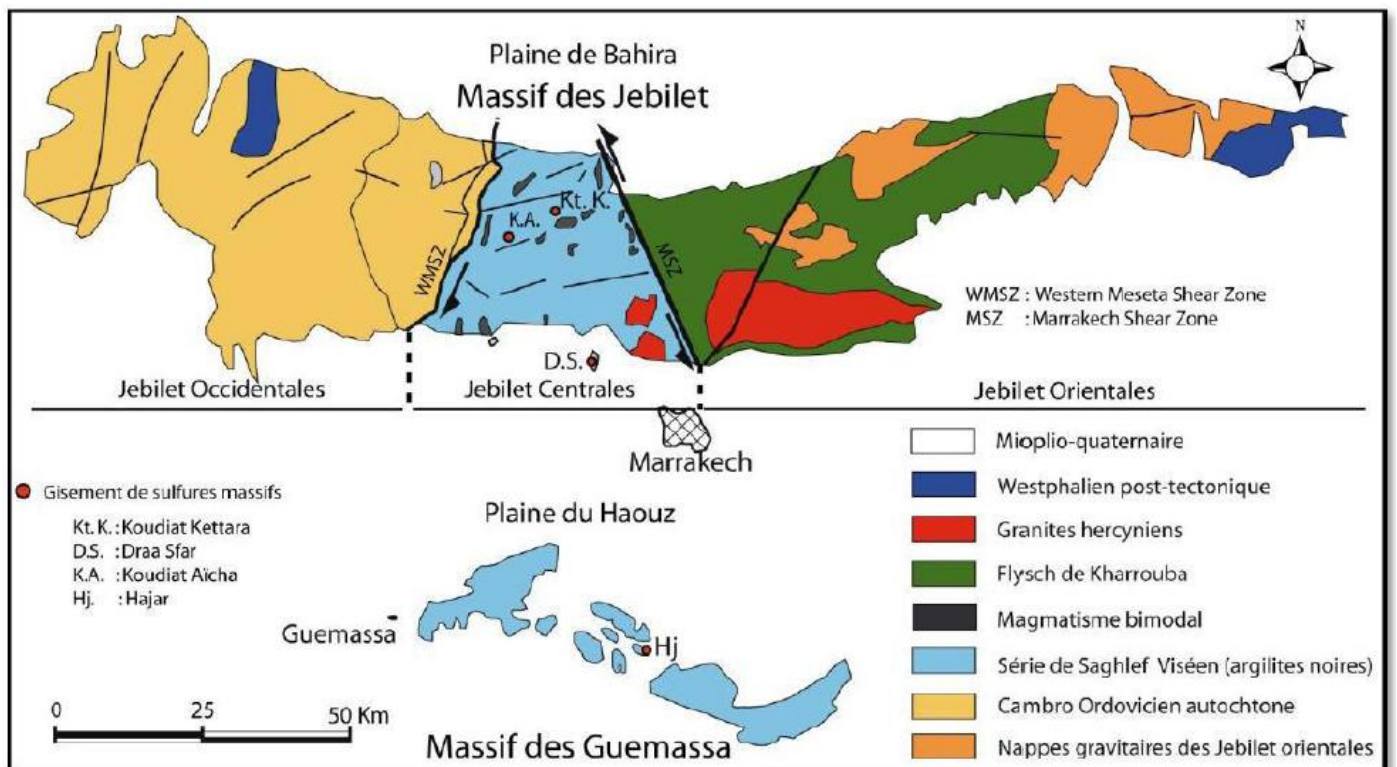


Figure 2 : Zonation structurale du massif des Jebilets (Maier et al. 1988)

c) Stratigraphie et sédimentologie

La stratigraphie du massif des Jebilets se résume en deux périodes bien distinctes :

- La période anté-Viséen supérieur, représentée par les étages suivants, à savoir :
 - Le Cambrien : représenté par des formations détritiques avec épisodiquement des faciès volcaniques. Il est représenté principalement au niveau des Jebilet occidentales.
 - L'Ordovicien : présent dans les Jebilets occidentales. Sa lithostratigraphie est essentiellement représentée par des pélites argileuses, des sédiments détritiques et des grès conglomératiques.
 - Le Silurien : connu uniquement dans les Jebilets orientales. Il est composé de schistes argileux à graptolites et de phanites.
 - Le Dévonien : formé de conglomérats rouges, de calcaires massifs et de grès quartzitiques au niveau des pays des Skhirat. Au niveau des Jebilets orientales, il s'agit de schistes à bivalves, de schistes à bancs de calcaires ainsi que d'une alternance de grès et de schistes.
 - Le Tournaisien ainsi que le Viséen inférieur sont absents.
- la période Viséen supérieur : correspond à une transgression majeure, originaire de l'Est ou du NE (Beauchamp, 1984 ; Piqué, 1994). Il comprend deux ensembles lithologiques qui sont, le flysch de Kharrouba, dans la moitié orientale des Jebilets et des schistes de Sarhlef, dans les Jebilets centrales. Les relations structurales sont encore discutables : selon Huvelin (1977), ces deux ensembles traduisent une évolution verticale, avec à la base, la série de Kharrouba, alors que selon Gaillet (1979) et Bordonaro (1983), elles correspondent à une variation latérale de faciès.

d) Magmatisme

- Selon Huvelin (1977), la fin du Carbonifère se traduit dans le massif des Jebilets par une intense activité magmatique qui se manifeste par trois types de magmas :
 - un magmatisme bimodal, matérialisé par des corps intrusifs de nature acides et basiques (sous forme d'intrusions, de filons et de lentilles). Les termes intermédiaires sont rares.
 - des plutons granodioritiques circonscrits d'affinité calco-alcaline. Par rapport à la déformation, ces plutons sont qualifiés de syntectoniques, contemporains du

raccourcissement crustal post-viséen (Lagarde et Choukroune, 1982 ; Lagarde, 1985 ; Chemessedoha, 1986 ; Le Corre et Saquaque, 1987).

- des microdiorites en filons, contenant divers types d'enclaves précambriennes (Huvelin, 1977) et généralement parallèles aux axes des plis hercyniens. Ils recoupent localement les produits magmatiques acides et basiques, ainsi que les plutons granitiques. Selon Huvelin (1977), la mise en place de ces microdiorites est reliée à une phase de détente postérieure aux plis majeurs.

C) cadre géographique du gisement Draa Sfar

Le site de Draa Sfar est situé à 13 km au nord-ouest de Marrakech, à cheval sur la bordure nord du Haouz, et la limite sud des Jebilet Central (figure 3). Le site de Draa Sfar possède un potentiel important en minerai polymétallique. De plus d'un kilomètre de profondeur, le projet Aval Draâ Sfar est la mine la plus profonde de l'Afrique du Nord.

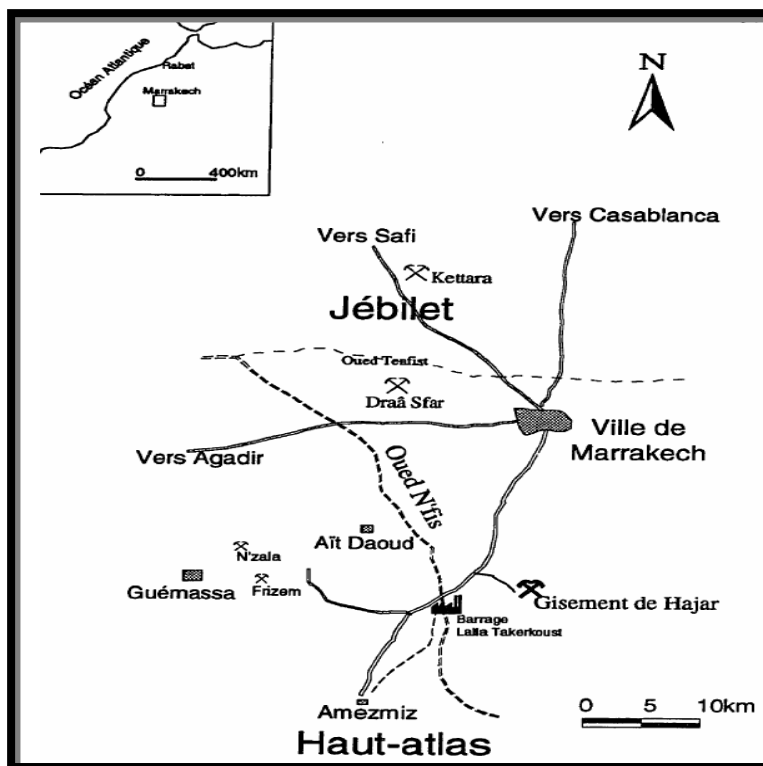


Figure 3 : Situation géographique du gisement de Draa Sfar.

Partie II :

Lithostratigraphie et pétrographie

A) Lithostratigraphie

Comme souligné au niveau de l'objectif du travail, une étude lithostratigraphique de la série de Draa Sfar à été réalisée sur la base de quatre sondages carottés (DF165 ; DF166 ; DF179 et DF180).

Ces derniers nous servions pour élaborer des logs stratigraphiques de la série ainsi que la réalisation de coupe géologiques.

La localisation des sondages étudiés est présentée au niveau de la figure : 5.

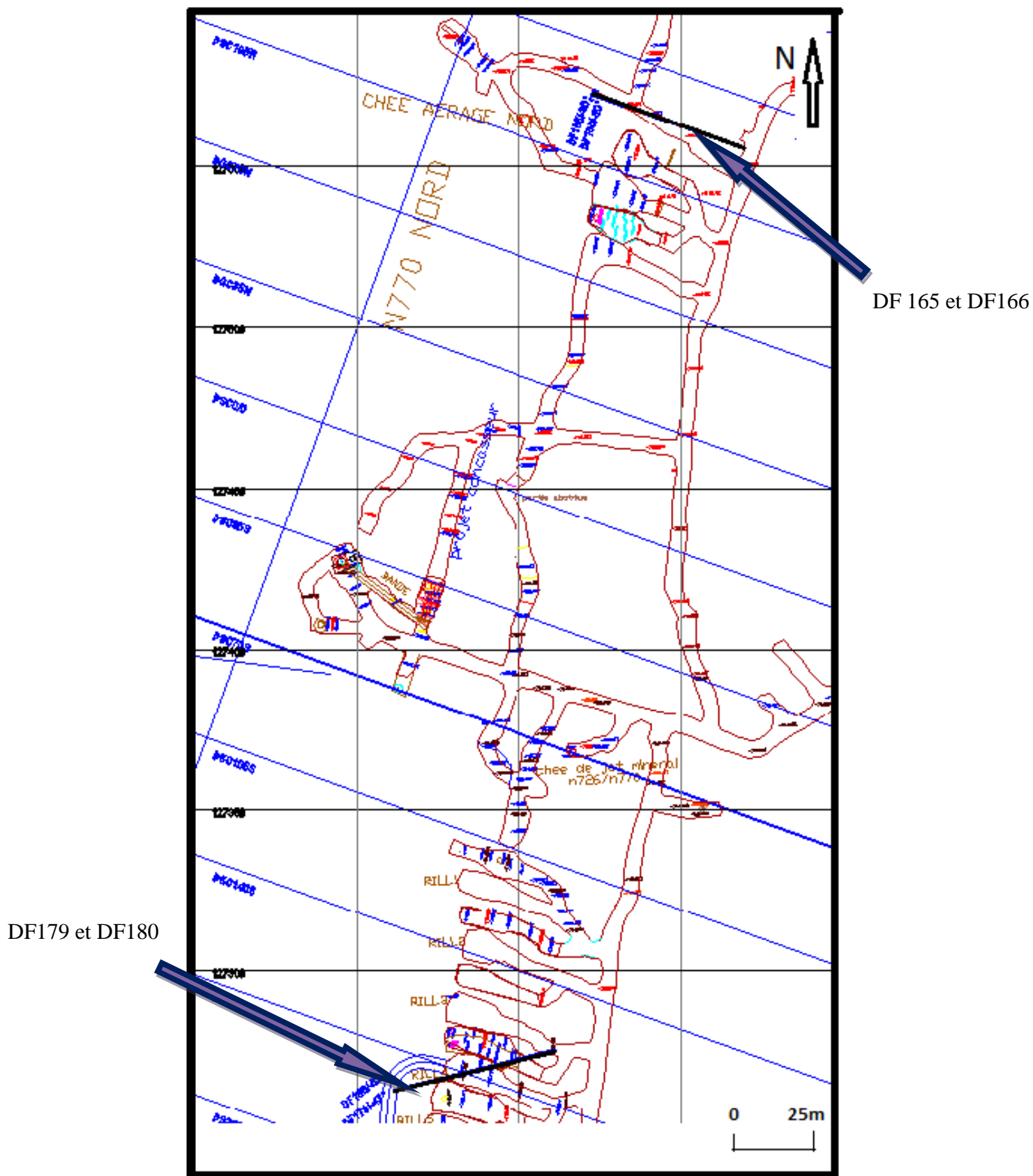


Figure 4 : localisation des sondages étudiés sur le plan (-760)

Remarque : la polarité des logs stratigraphiques des sondages carottés n'a rien avoir avec la polarité réelle de la série de Draa Sfar.

Les sondages DF 165 et DF 166 sont implantés au niveau de la même zone (figure : 4) avec un même point de départ. Leurs caractéristiques sont comme suit :

- DF 165 : X= 240620 ; Y=227555 ; Z=-760m, avec un pendage $\alpha = -30^\circ$.

- DF 166 : X =240620 ; Y=227555 ; Z=-760m, avec un pendage $\alpha = -60^\circ$.

Les levés géologiques réalisés sur ces sondages carottés montrent la présence de deux formations qui encadrent la minéralisation sulfurée (figure : 5). De bas en haut, on distingue :
Formation de base : cette formation, puissante d'environ 24 à 53m, est formée de deux faciès principaux :

- Les métapélites : Ce faciès représente le mur de la minéralisation polymétallique. C'est un faciès de couleur noirâtre riche en matière organique. Il est très altéré en chlorite et séricite. On note que ce faciès présente souvent une alternance des niveaux sombres et d'autres clairs.

- Les tufs rhyolitiques : ce faciès représente également le mur de la minéralisation polymétallique. Stratigraphiquement ; ce faciès surmonte les métapélites décrits ci-dessus, C'est un faciès très compétent, de couleur vert claire, confondu souvent avec les métapélites gréseuses.

Formation minéralisée : il s'agit du corps minéralisé principal. Sa minéralogie est dominée par la pyrrhotite à laquelle s'associent la sphalérite, la galène, la chalcopryrite, la pyrite et l'arsénopyrite. Le contact entre la minéralisation et la formation de toit est normal (cas du sondage DS 165) comme il peut être faillé (cas du sondage DF 166) (figure : 5).

Formation de sommet : cette formation, puissance d'environ 2 à 5m, est formée d'un faciès principal.

- Les métapélites carbonatées représentent le toit de la minéralisation polymétallique. Le contact entre ces derniers se fait par l'intermédiaire d'une structure faillée à remplissage quartzique au niveau du sondage carotté DF165 (figure : 5). Alors qu'au

niveau du sondage DF 166 ; ce contact est normal. Ces métapélites carbonatées sont affectées par un réseau de veines et veinules à remplissage carbonaté.

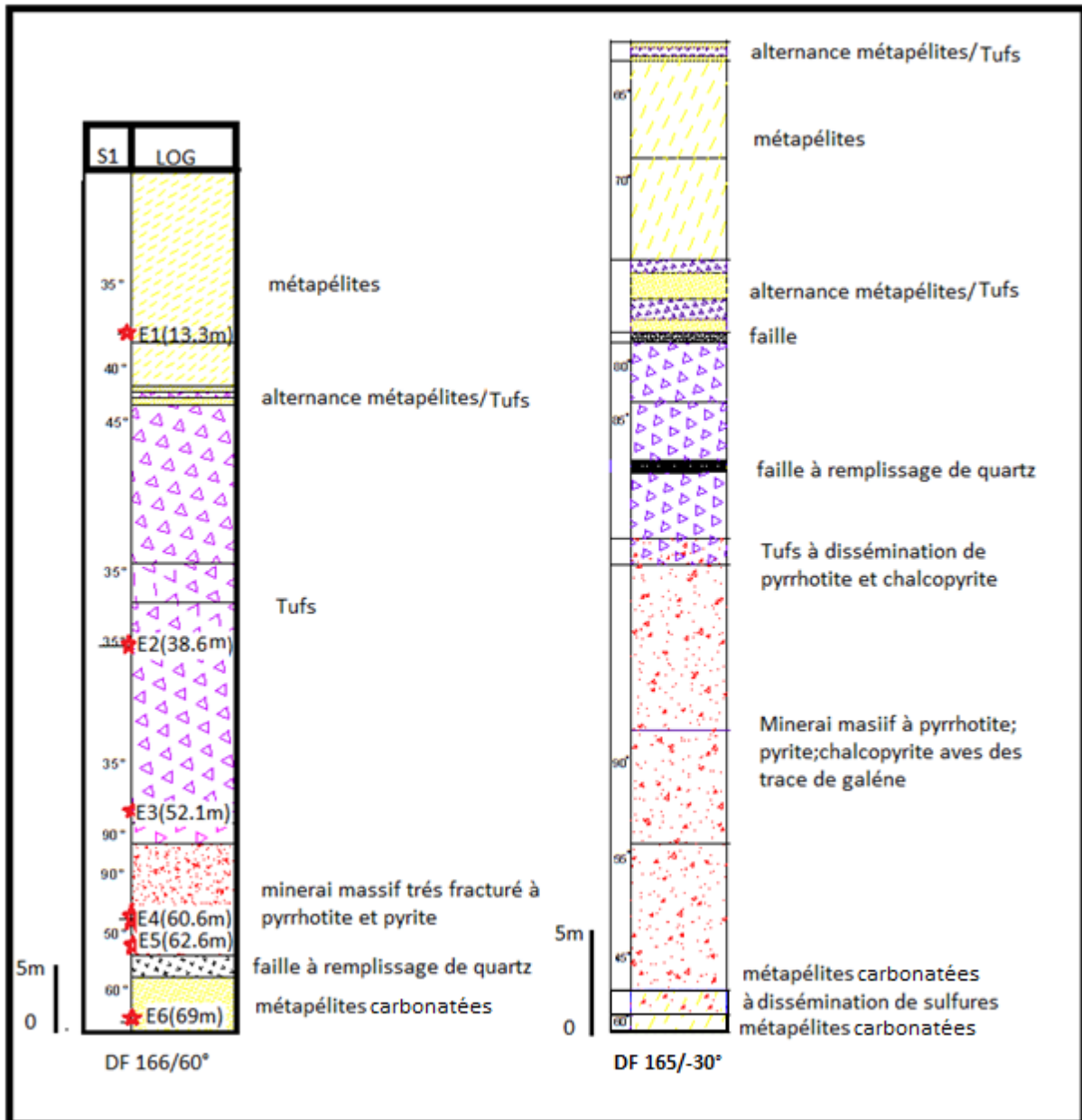


Figure 5 : logs stratigraphiques des sondages DF165 et DF 166 (position des échantillons prélevés E1, 2, 3, 4, 5,6)

Les sondages DF 179 et DF 180 sont implantés au niveau de la même zone (figure : 4), avec un même point de départ. Leurs caractéristiques sont comme suit :

- DF 179 : X= 240561 ; Y=227276 ; Z=-760m avec un pendage $\alpha = -47^\circ$.

- DF 180 : X= 240561 ; Y=227276 ; Z=-760m avec un pendage $\alpha = -63^\circ$.

Les levés géologiques réalisés sur ces sondages carottés montrent la présence de deux formations qui encadrent la minéralisation sulfurée (figure : 6). On distingue :

Formation de base : cette formation, puissante d'environ 15 à 21 m, est formée de deux faciès principaux : les métapélites avec une puissance d'environ 7 à 9 m, et les Tufs avec une puissance d'environ 8 à 12 m.

La formation de base et la formation minéralisée est similaire à la formation de base et la formation minéralisée des sondages carottés DF 165 et DF 166.

Formation de sommet : cette formation qui est caractérisée par une intercalation des métapélites carbonatées et des calcaires gréseux, avec une puissance d'environ 4m, est formée par un seul faciès :

-Les calcaires gréseux : représente le toit de la minéralisation polymétallique. C'est un faciès de couleur noirâtre. Ces calcaires gréseux sont affectés par un réseau de failles et veinules à remplissage carbonaté et parfois sulfuré.

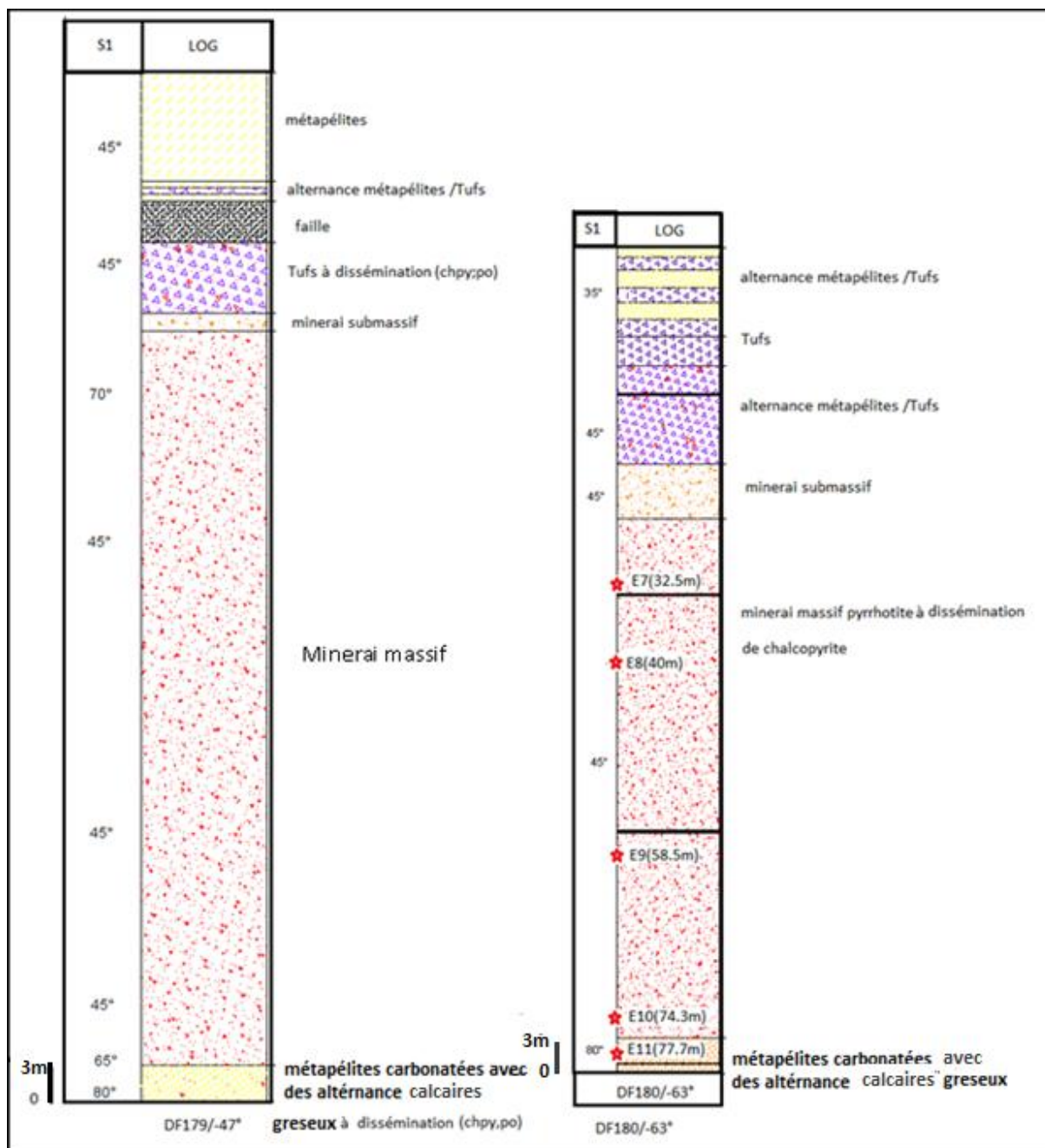


Figure 6 : logs stratigraphiques des sondages DF179 et DF 180 (position des échantillons prélevés E 7, 8, 9, 10,11)

Des levés géologique fond ont été réalisés sur les même zones étudiées que ce soit au niveau -760m et -840m.

❁ Niveau -760

Dans ce niveaux deux levés géologiques ont été réalisés le premier au nord et le deuxième au Sud (figure7).

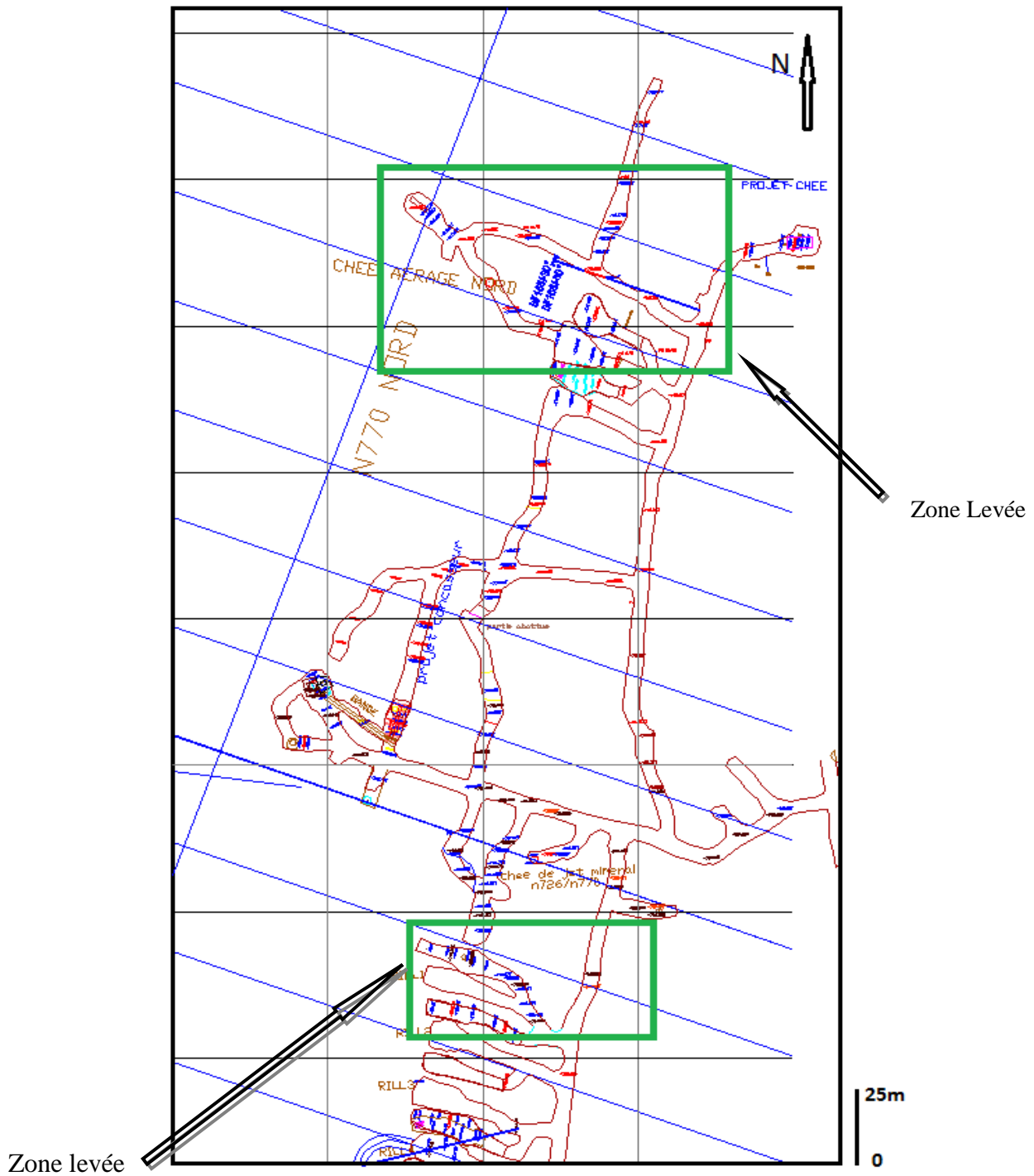


Figure 7: vue au plan des zones étudiées au niveau -760 à GAN

Le levé géologique réalisé dans ce niveau montre la présence de la même succession lithostratigraphique décrite sur les sondages carotté DF 165 et DF 166.

En effet, le mur montre la présence des Tufs et les métapélites. Le toit et formé principalement par les métapélites carbonatées (figure : 8).

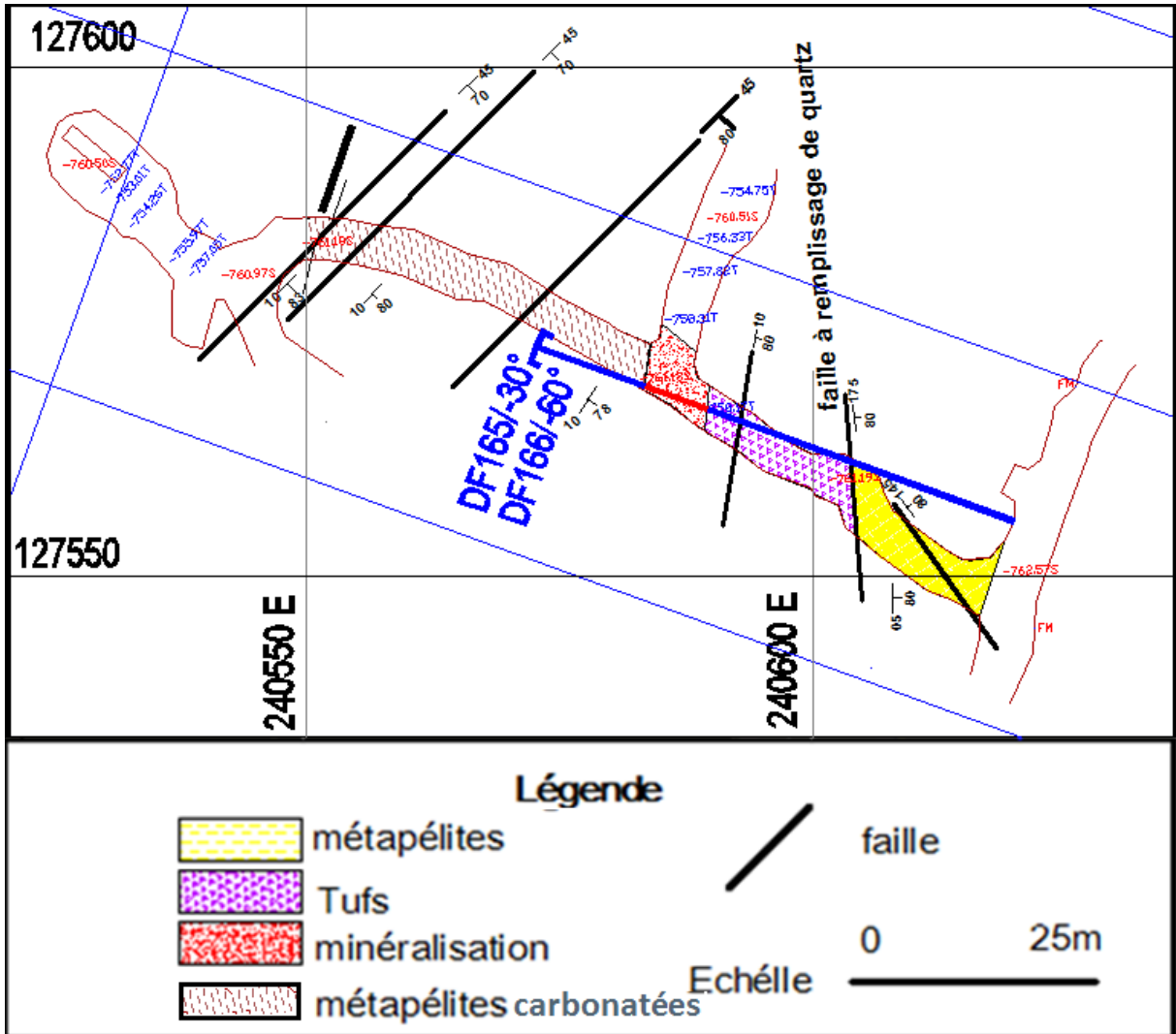


Figure 8: levé réalisé au niveau -760 à GAN (galerie d'attaque nord)

Le levé réalisé dans la partie sud dans ce niveau montre la même succession lithostratigraphique (figure : 9) décrite sur les sondages carotté DF 179 et DF 180.

La partie Est de la minéralisation ou bien le mur de la minéralisation polymétallique montre la présence des Tufs et les métapélites. Et la partie sommitale formée par la minéralisation.

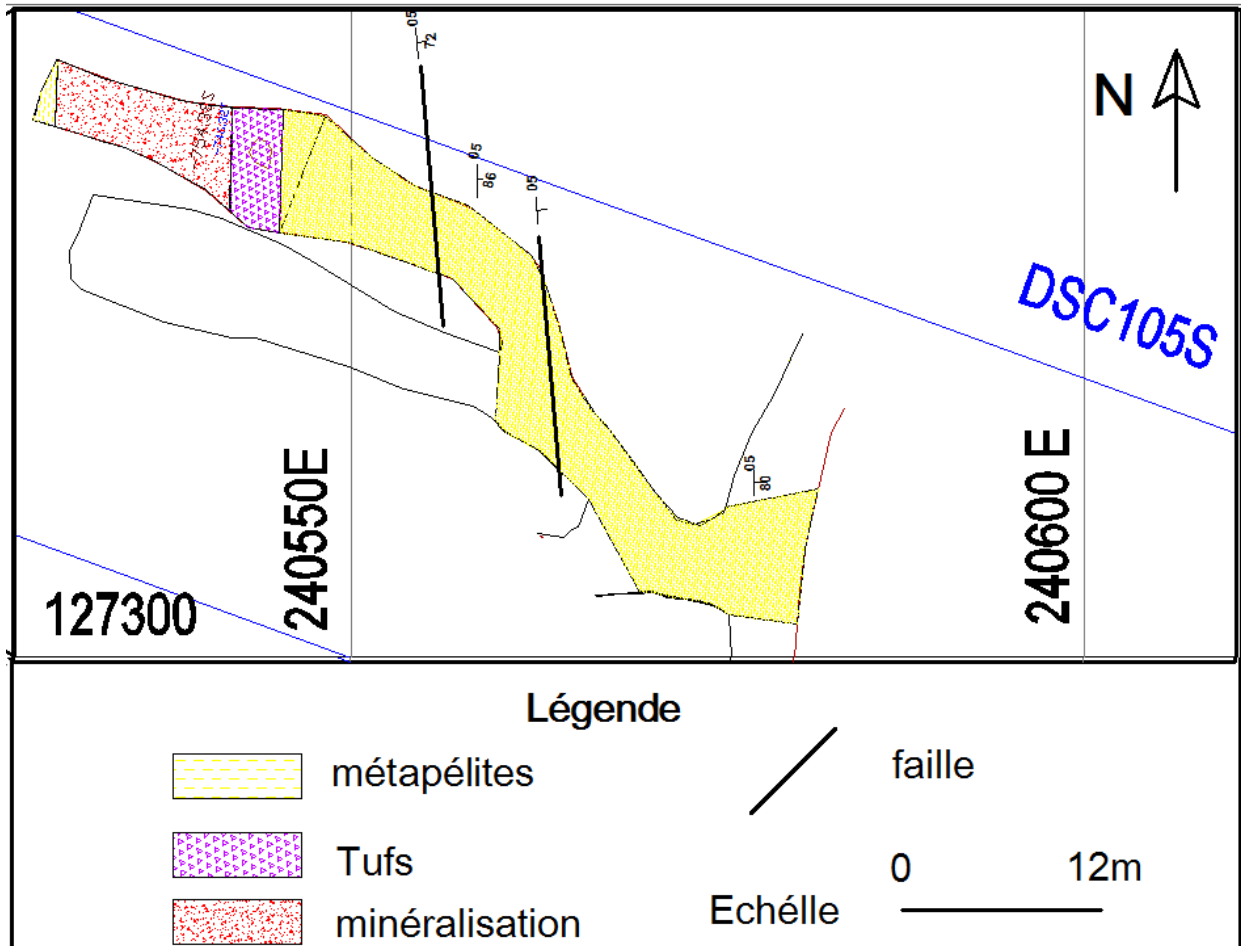


Figure 9 : levé réalisé au niveau -760 à GAS

❁ Niveau -840

La figure suivante montre la localisation de deux levés géologiques réalisés dans ce niveau (figure : 10)

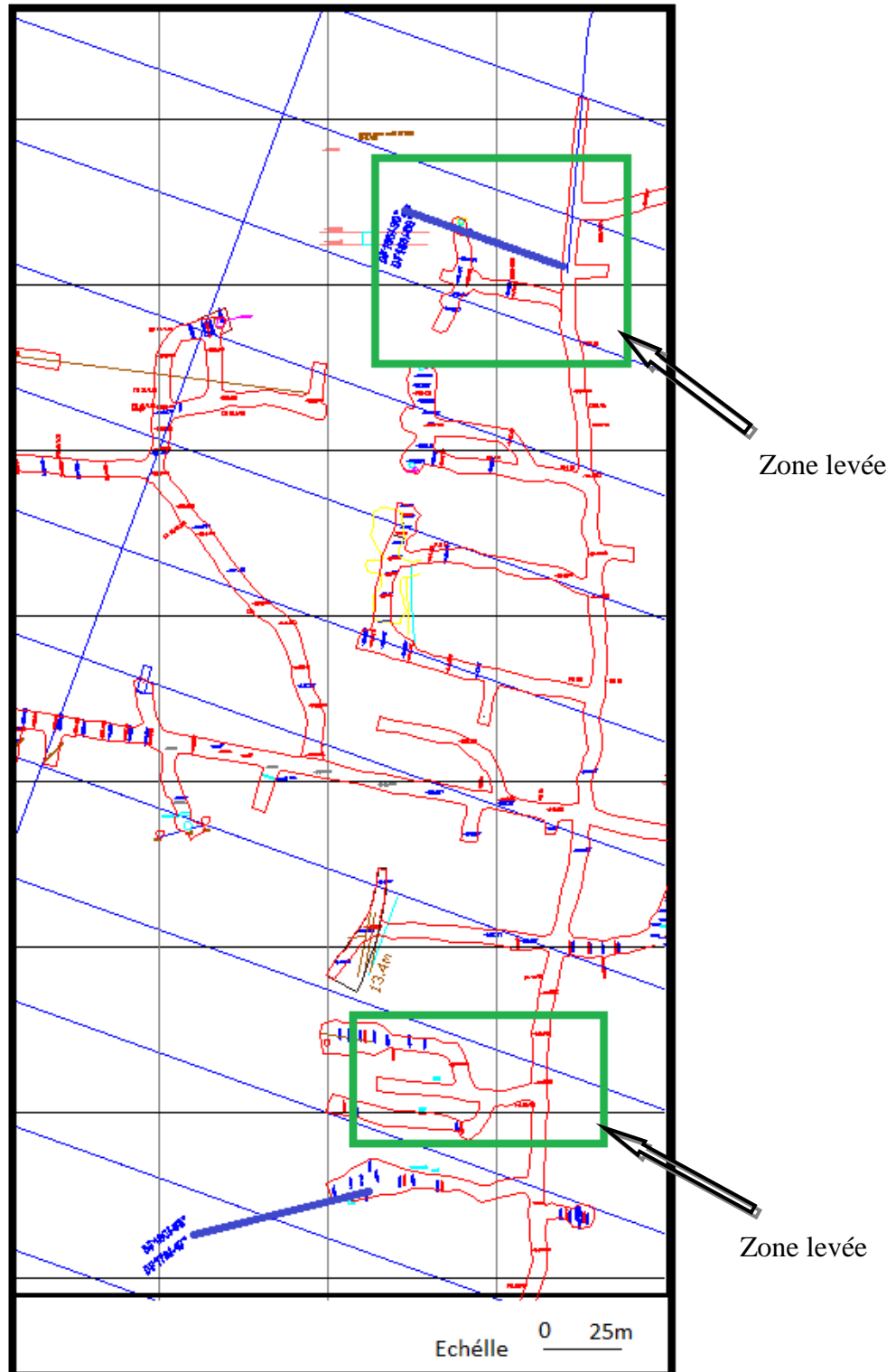


Figure 10: vue au plan des zones étudiées au niveau -840

Le levé réalisé au Nord (figure : 11) montre la même succession lithostratigraphique décrite sur les sondages carotté DF 165 et DF 166, les métapélites et les Tufs forment le mur, sur lequel repose la minéralisation polymétallique qui forme la partie sommitale.

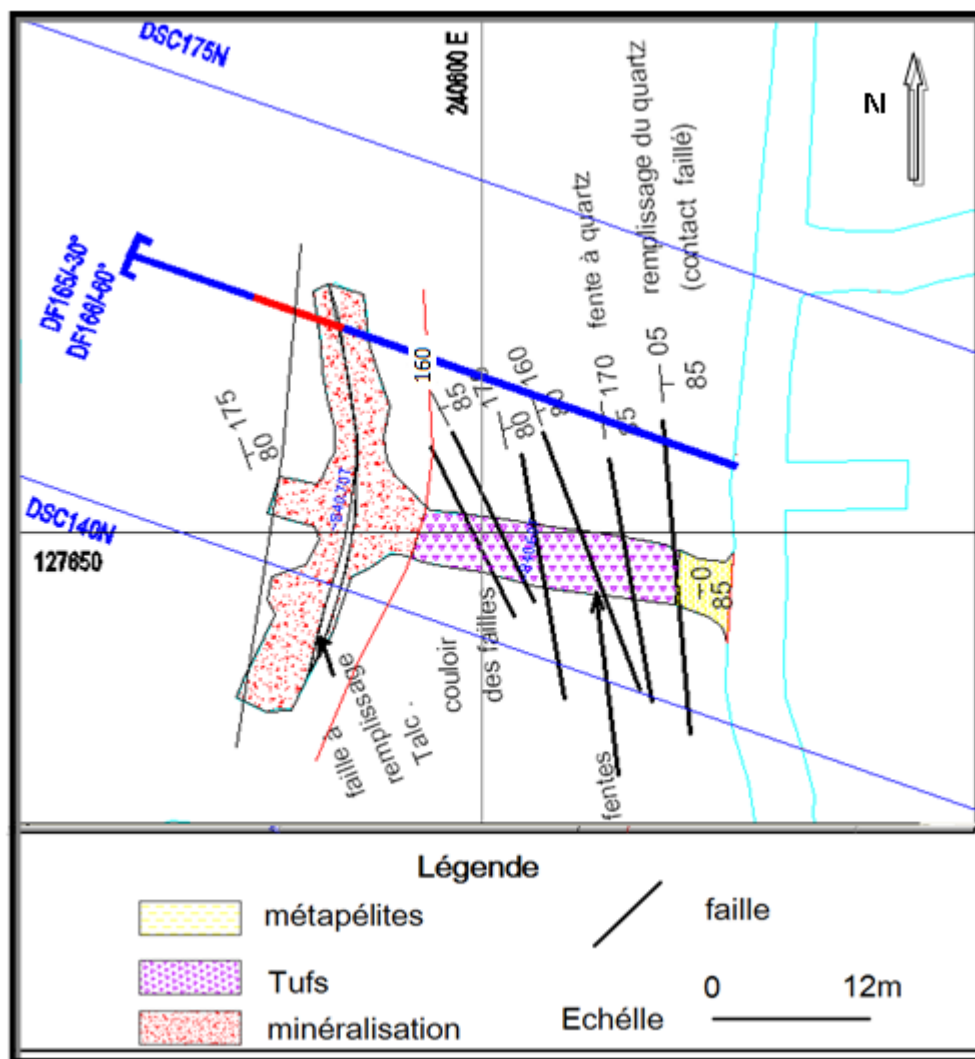


Figure 11 : levé réalisé au niveau -840 à GAN

Le levé réalisé au sud (figure : 12), comme les autres levés, à la même succession lithostratigraphique décrite sur les sondages carotté DF 179 et DF 180.

À la base on note la présence des métapélites et les tufs sur lequel repose la minéralisation qui forme la partie sommitale.

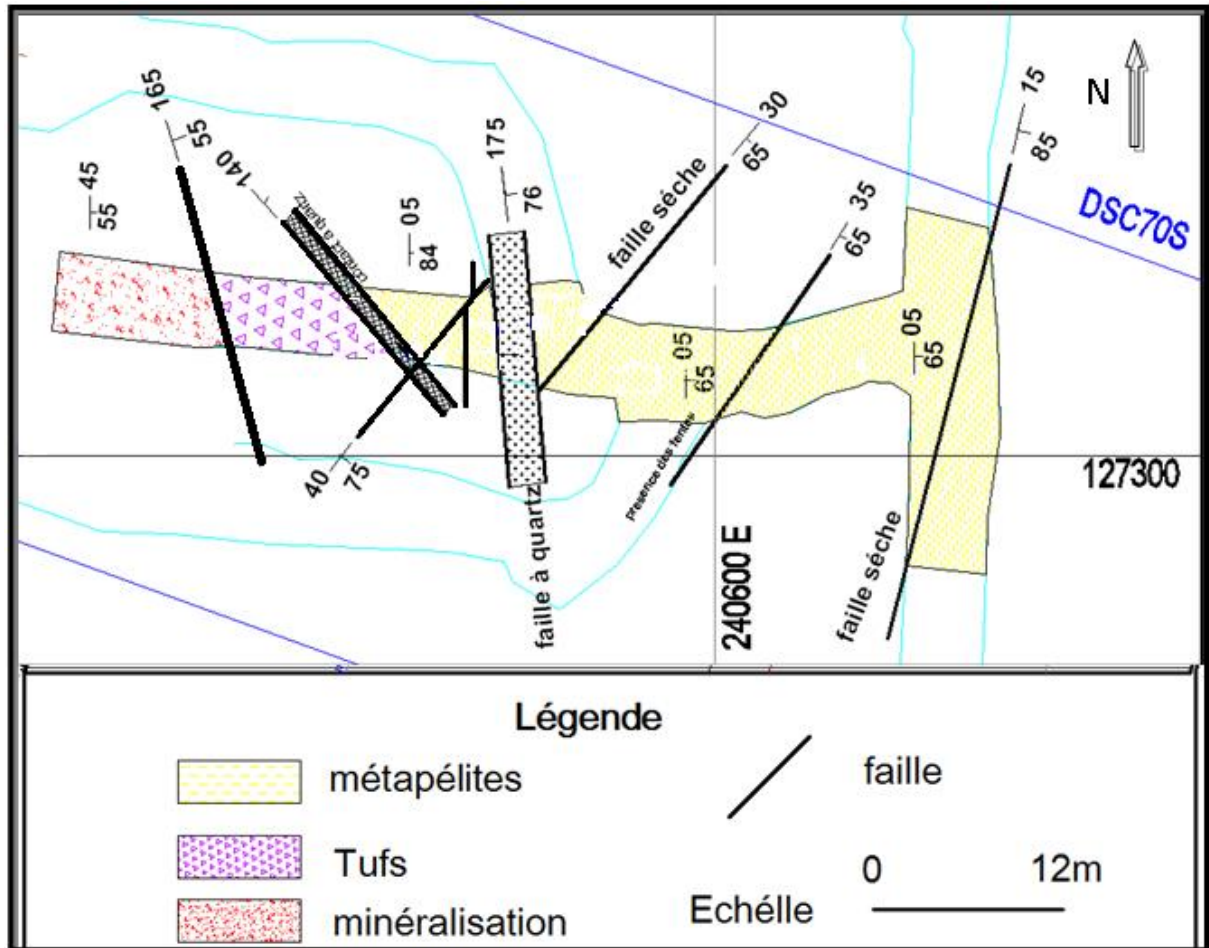


Figure 12 : levé réalisé au niveau -840 à GAS (galerie d'attaque sud)

Conclusion :

La succession lithostratigraphique obtenu soit par les levés des sondages carottés, ou bien par les levés géologique, sont semblables au donné de Draa Sfar. La succession lithostratigraphique est comme suit :

- Formation de mur, est principalement constituée par des Tufs et des métapélites.
- Formation de toit est constituée par ; les métapélites carbonatées avec des intercalations des calcaires gréseux au Sud et par les métapélites carbonatées au Nord.
- Formation intermédiaire formée par la minéralisation polymétallique.

B) études pétrographiques

Les facies relevés ont fait l'objet d'une étude pétrographique au microscope optique.

L'étude a été réalisée sur 11 échantillons, 6 prélevés au niveau du sondage DF166 et 5 prélevés au niveau du sondage carotté DF180.

Sur l'ensemble des différents secteurs échantillonnés, trois faciès ont été répertoriés :

- 1- Les métapelites :** Elle représente le mur de la minéralisation polymétallique. Macroscopiquement, cet ensemble est formé par l'alternance de niveaux pélitiques de couleur sombre et de niveaux gréseux de couleur claire (photo : 1).



Photo 1 : aspect macroscopique des métapelites

_ Au microscope : ce faciès est caractérisé par une alternance des niveaux clairs (quartz) et des niveaux sombres (chlorite) (photo : 2), le quartz se présente sous forme des taches de taille variable ils sont moulés par la schistosité. Il existe aussi des taches de sulfures. Ce faciès est très altéré (chloritisation), il contient des veines à quartz et chlorite.

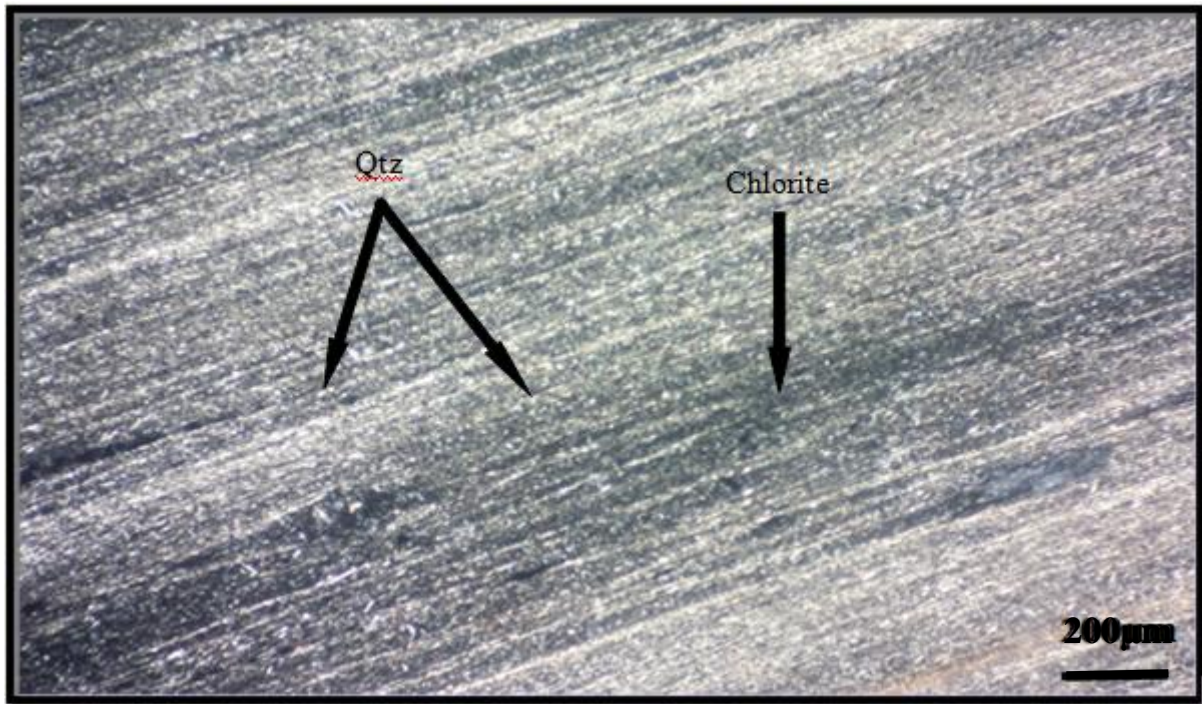


Photo 2 : aspect microscopique de métapélite

2-Tufs rhyolitique : Elle représente le mur de la minéralisation polymétallique. Macroscopiquement, c'est un facies de couleur verte claire très altéré (photo : 3), et compétant. a l'échelle de l'affleurement ou de lame mince. Ce facies contient des phénocristaux de quartz. Il est moins affecté par la schistosité par rapport au métapelites .ce facies est traverse par des veines a quartz ou bien de la minéralisation et parfois des carbonates.



Photo 3 : aspect macroscopique des Tufs rhyolitiques

L'examen microscopique montre une minéralogie dominée par le quartz auquel s'associe le feldspath, plongé dans une matrice siliceuse finement cristallisée et intensément chloritisée.

- Le quartz ; se présente sous forme de petits cristaux souvent aplatis suivant la direction de la déformation (schistosité (S1)), on le trouve aussi sous forme de grands cristaux fissurés très abondants dans ce faciès avec une taille millimétrique (quartz rhyolitique) (photo : 4).

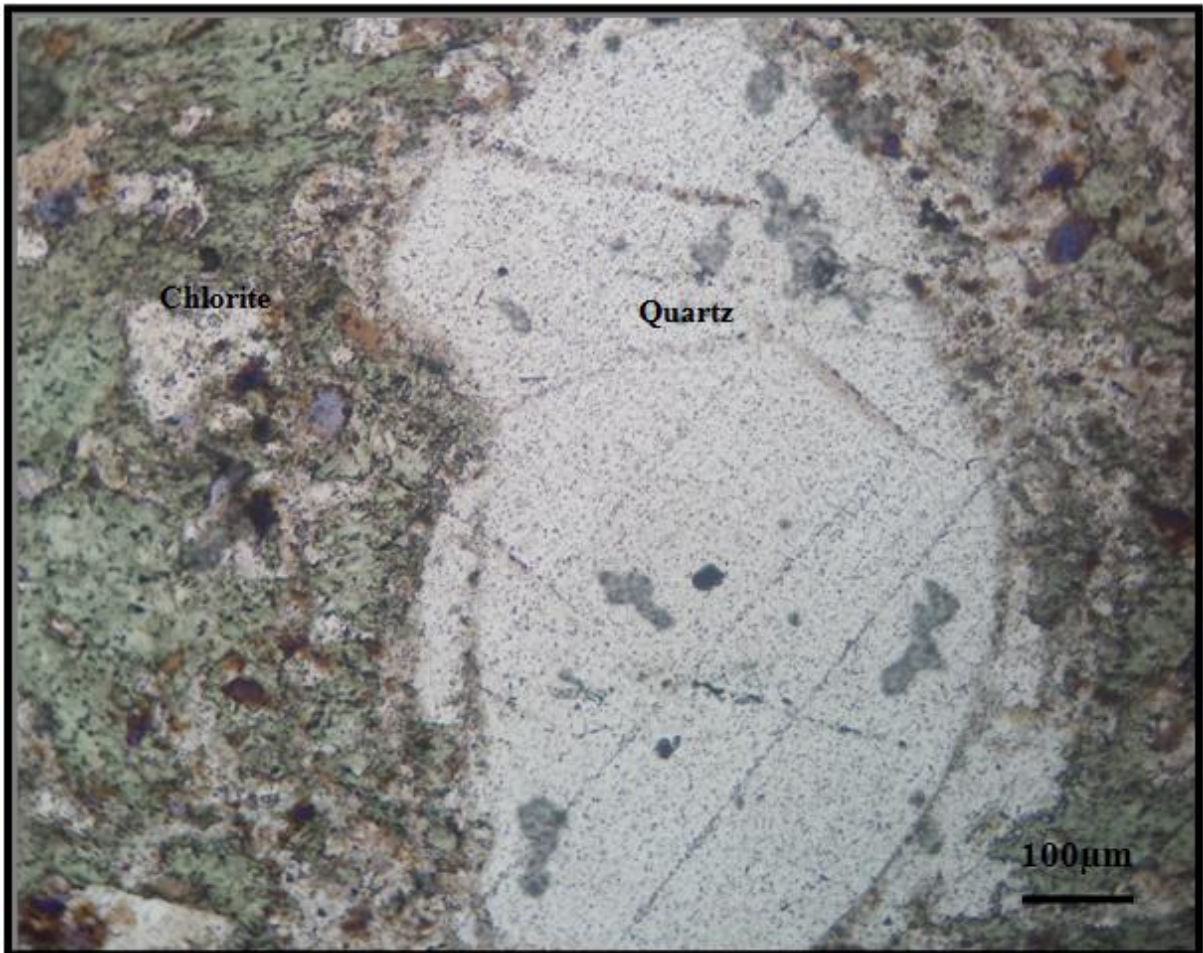


Photo 4 : aspect microscopique de quartz rhyolitique

3-Les calcaires gréseux : Elle représente le toit de la minéralisation polymétallique. Macroscopiquement ; ce faciès repose en contact normal sur la minéralisation. Ce contact est parfois affecté par des cisaillements tardifs N-S .il est affecté par un réseau de failles à remplissages carbonates, quartz et parfois sulfures. C'est un faciès schistosé moins compétant par rapport aux grés.

Microscopiquement ; Il s'agit d'un faciès très fins dans lequel seul quelques clastes de quartz qui apparaissent .ces clastes de quartz sont noyées dans une matrice fine siliceux a chlorites. Ce faciès est traversé par des veines et veinules a remplissages quartz est calcites (photo : 5).



Photo 5: aspect microscopique d'une veine à quartz et carbonate

C) étude structurale

Les travaux sous terrains réalisés a Draa Sfar et principalement dans sa partie aval, nous ont permis de relever un certains nombre de structures tectoniques, en relation avec deux principales phases tectoniques (synschisteuse et post-schisteuse).

- Phase syn-schisteuse : Cette phase à caractère synschisteux est caractérisée principalement par des plans à schistosité (S1) et des cisaillements Nord-Sud.
- Phase post-schisteuse : Les formations du grand aval Draa sfar sont affectées par une phase tectonique post-schisteuse, marquée par des plissements, des failles, des fentes, et des fractures.

1) La schistosité (S1)

C'est l'un des éléments structuraux les plus marquants dans l'aval de Draa Sfar. Elle est très visible au niveau des galeries souterraines de la mine. Elle affecte la formation de base, et la

formation du toit. Elle est très visible au niveau des galeries souterraines de la mine Il s'agit d'une schistosité très pénétrative de type flux (S1). Cette schistosité est très intense au niveau des formations péelitiques. Les mesures sur le terrain de cette schistosité (S1), donnent des directions variant entre N0 et N05 et un fort pendage (80° à 86°) vers l'Est. La formation minéralisée, elle est également affectée par la schistosité de flux, cela elle été vérifié par l'étude microscopique, qui montra des plages de sphalérite étirée suivent le plan de la schistosité (photo : 8).

Dans les formations du mur on observe trois plans de schistosité (S1 ; S2 ; S3) ; les plus visibles sont S1 et S2. Cette dernière représente la phase post-schisteuse, il est perpendiculaire à S1 (photo : 6).

On note également la présence des kinks-bands qui représente la phase post-schisteuse (photo : 7) (figure : 4).

2) Le plissement

Les formations de la série de Draa Sfar sont affectées par une déformation souple représentée par des plis de différentes dimensions. Ces structures plissées reprennent la schistosité régionale (S1).

Au niveau de la minéralisation, le plissement est bien visible au niveau des lames mines polies (photo : 9 et 10).



Photo 6 : aspect macroscopique des plans de la schistosité



Photo 7: aspect macroscopique des kinks-bands

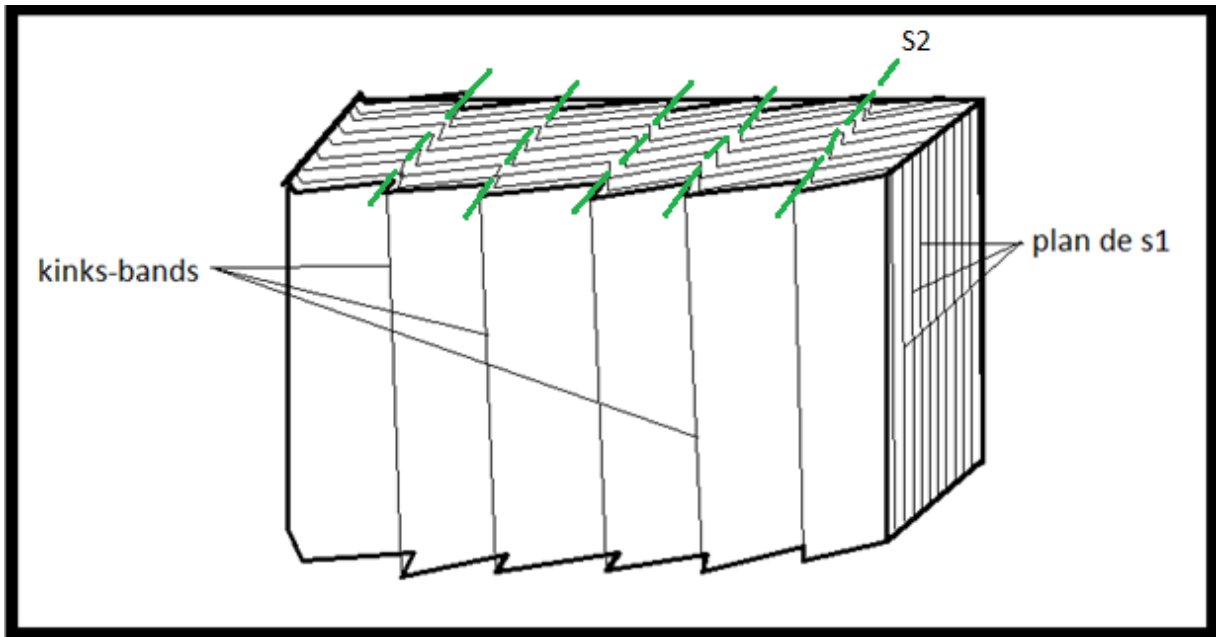


Figure 13 : représentation schématique de kink-band dans S1

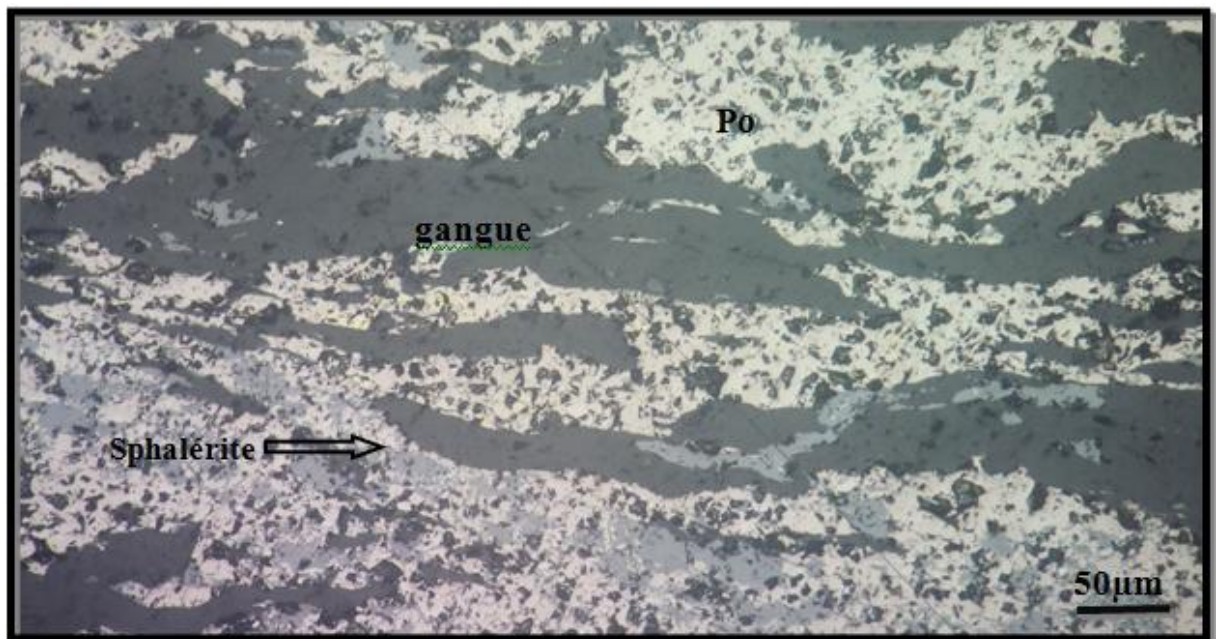


Photo 8 : aspect microscopique du minerai schistosé



Photo 9 : aspect microscopique des microplissements

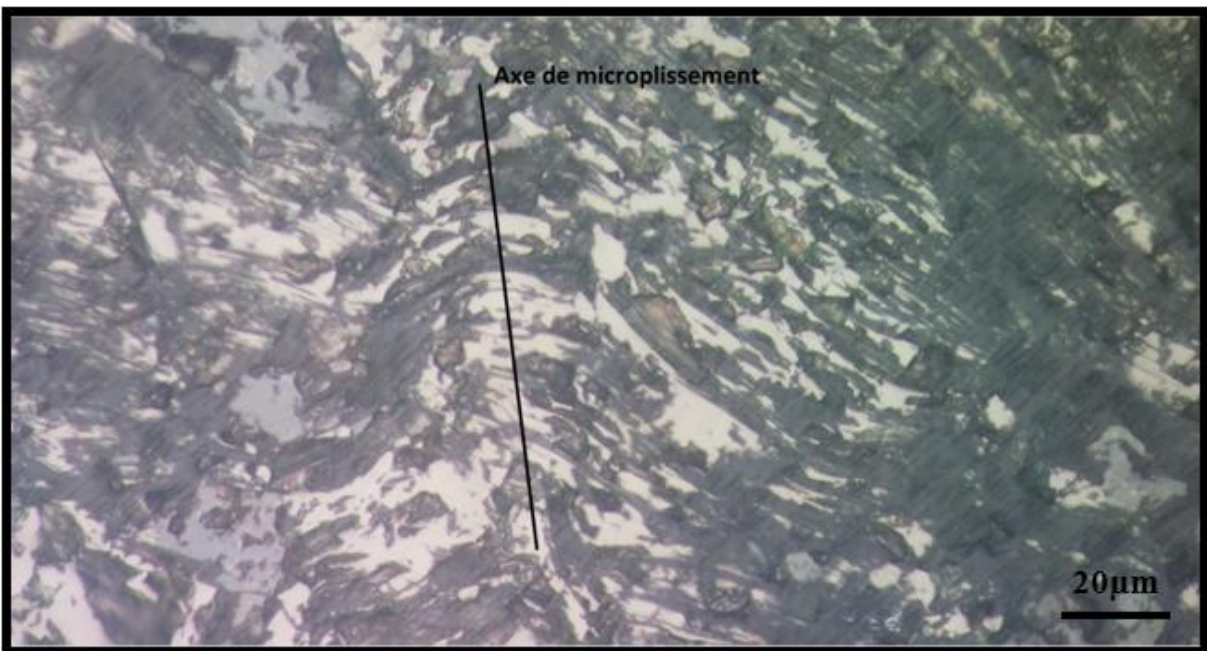


Photo 10 : aspect microscopique d'étirement de la minéralisation et minéraux de gangue

3) les failles

Au niveau du secteur de Draa Sfar on note la présence de la tectonique cassant exercée sous joue de structures failles orientées N165° à N0° avec un pendage de 85° à 75° vers l'Est, il s'agit des failles de démentions et des ouvertures variables. Les structures identifiables sont soulignées par des remplissages différents selon le faciès intercepté. Il est soit à chlorite et argile (photo : 11), soit à carbonates, soit à quartz (photo : 13), parfois à sulfures (photo : 12).



Photo11 : aspect macroscopique d'une faille à remplissage argile et chlorite

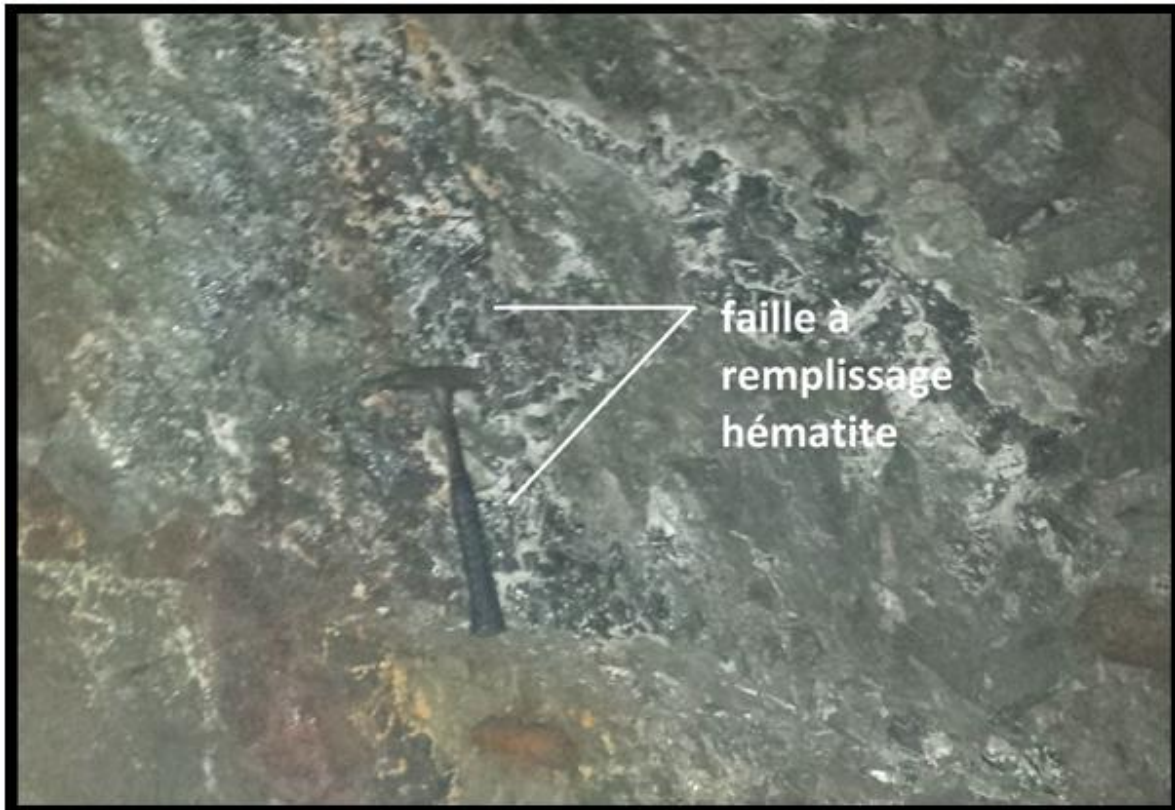


Photo12 : aspect macroscopique d'une faille dans la minéralisation à remplissage d'oxyde et d'hydroxydes de fer



Photo 13: aspect macroscopique d'une faille à remplissage quartzique

Parallèlement aux levés stratigraphiques, des levés structuraux ont été réalisés dans les niveaux -760 et -840 (figure : 7 et 10) les résultats sont comme suite :

✿ Niveau -760

Le levé géologique réalisé au niveau -760 (figure : 8) montre la présence d'une schistosité de flux de direction N05 à N10 dans tout les facies traversé. Ainsi que des structures faillées qui s'organisent selon deux directions principales :

Il s'agit de direction N45 avec un pendage de 70° vers le S-E. Et l'autre de direction N175 à N180 avec un pendage de 80° vers l'Est.

Ces failles sont souvent à remplissage quartzique parfois sulfuré, ou bien sans remplissage. On note aussi que le contact entre les facies est souvent faille.

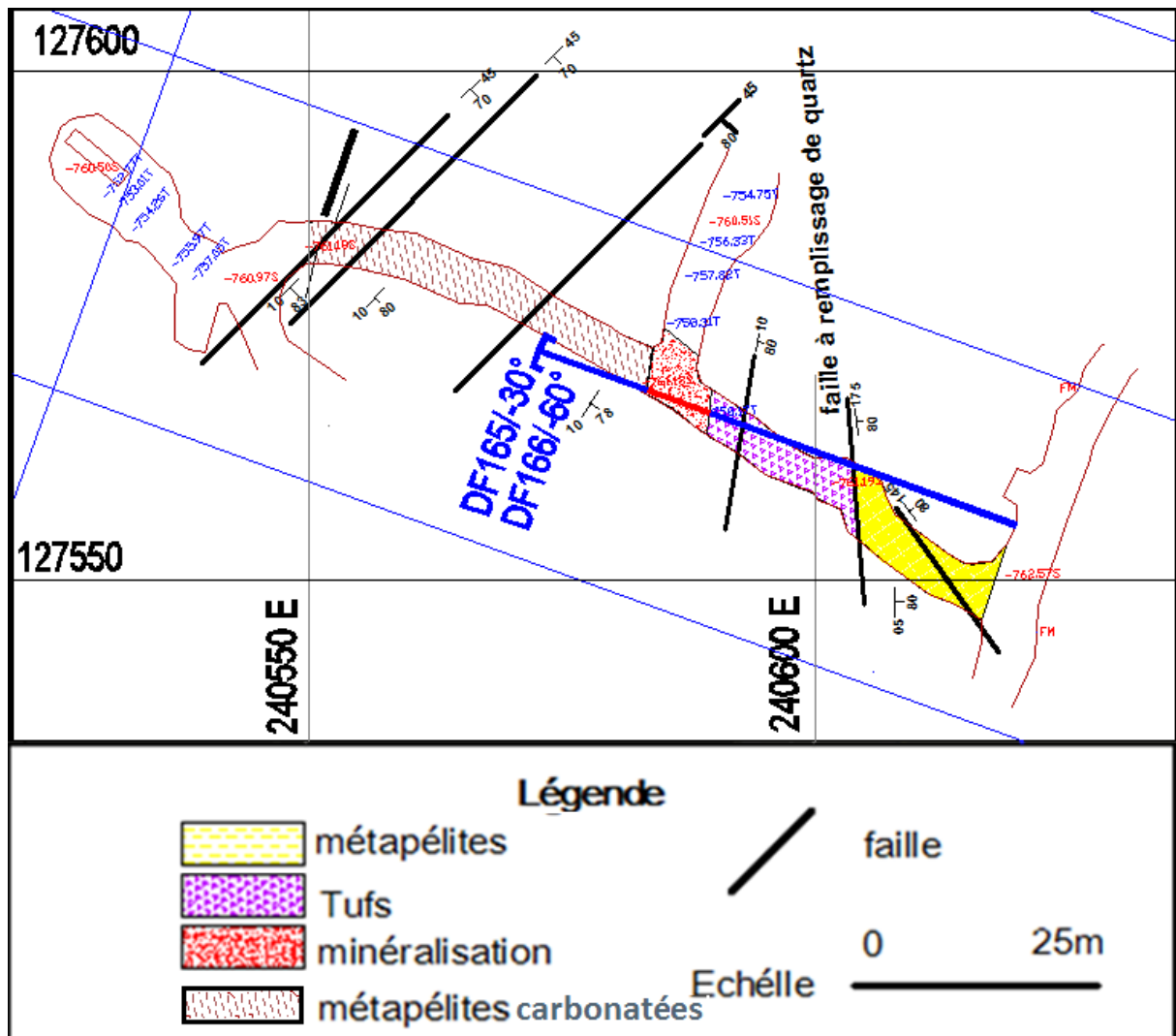


Figure 8: levé réalisé au niveau -760 à GAN

Sur le levé (figure : 9), la direction de la schistosité est constante N0 à N05 avec un pendage de 80° à 86° vers l'Est.

On note aussi la présence d'une seule famille de failles, caractérisée par une direction N05 à N175 avec un pendage variable entre 72° et 86° vers l'Est.

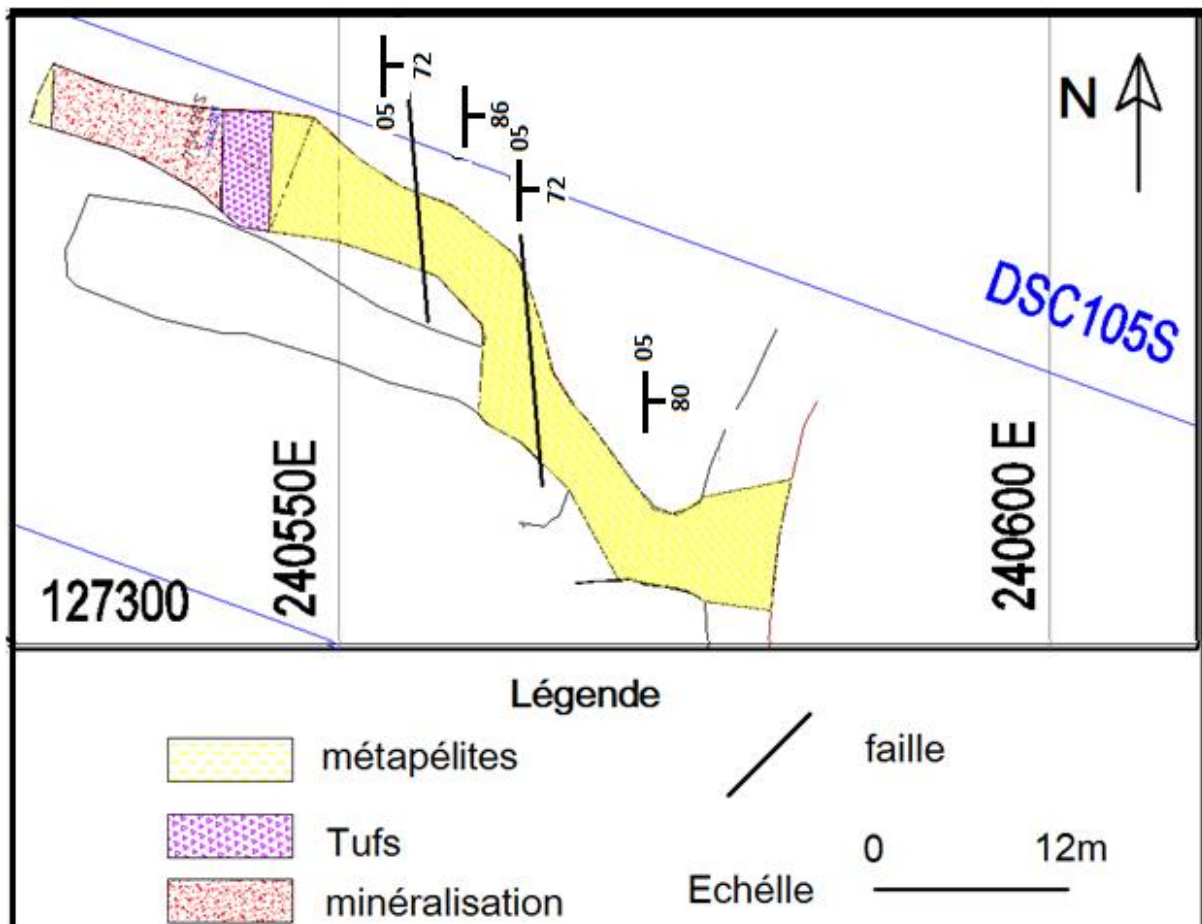


Figure 9 : levé réalisé au niveau -760 à GAS

🌟 Niveau -840

Dans ce niveaux deux levés ont été réalisé l'un dans le nord et l'autre dans le Sud (figure : 10)

Sur ce levé géologique (figure : 11) on note que la schistosité montre une direction moyenne N0.

Dans cette zone on note la présence de deux directions de failles.

_ La première famille : à une direction N 160 avec un pendage de 80° à 85° vers N-E.

_ La deuxième famille: à une direction N170 et un pendage de 80° à 85° vers l'Est.

On note la présence des fentes de tensions (de direction E-W) entre les failles. Elles sont les résultats d'un jeu dextre, ses fentes ayant un remplissage quartzique.

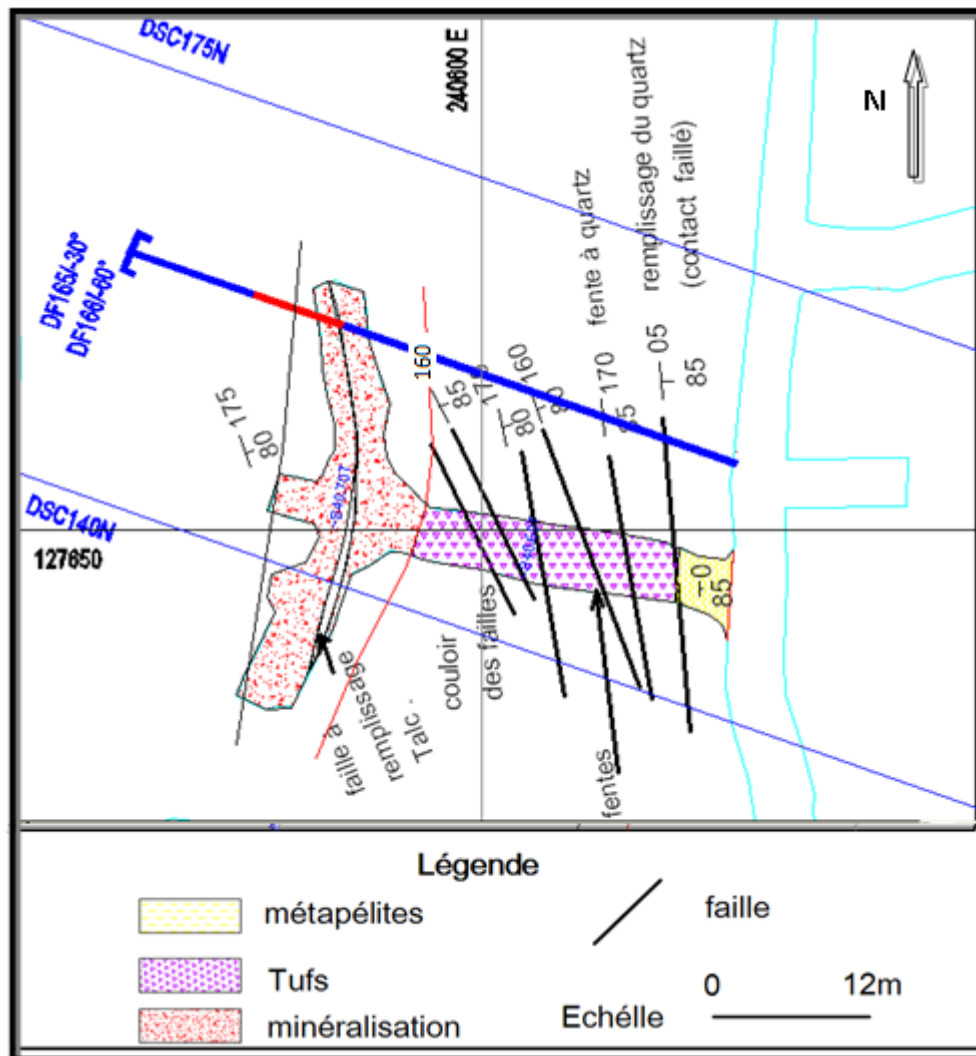


Figure 11 : levé réalisé au niveau -840 à GAN

Ce levé géologique (figure : 12) montre la présence de trois familles de failles :

La première famille de faille à une direction de N30 à N40, la deuxième a une direction de N140 et la troisième à une direction de N165 à N175.

Le pendage est variable entre 65° S-E et 85° S-E. On not également que le remplissage est de matériaux variables (quartz, argile,...)

La direction de la schistosité et constante, par contre le pendage augmente en éloignons de la minéralisation, avec une valeur de 85° vers l'Est de la minéralisation et 65° au voisinage de la minéralisation.

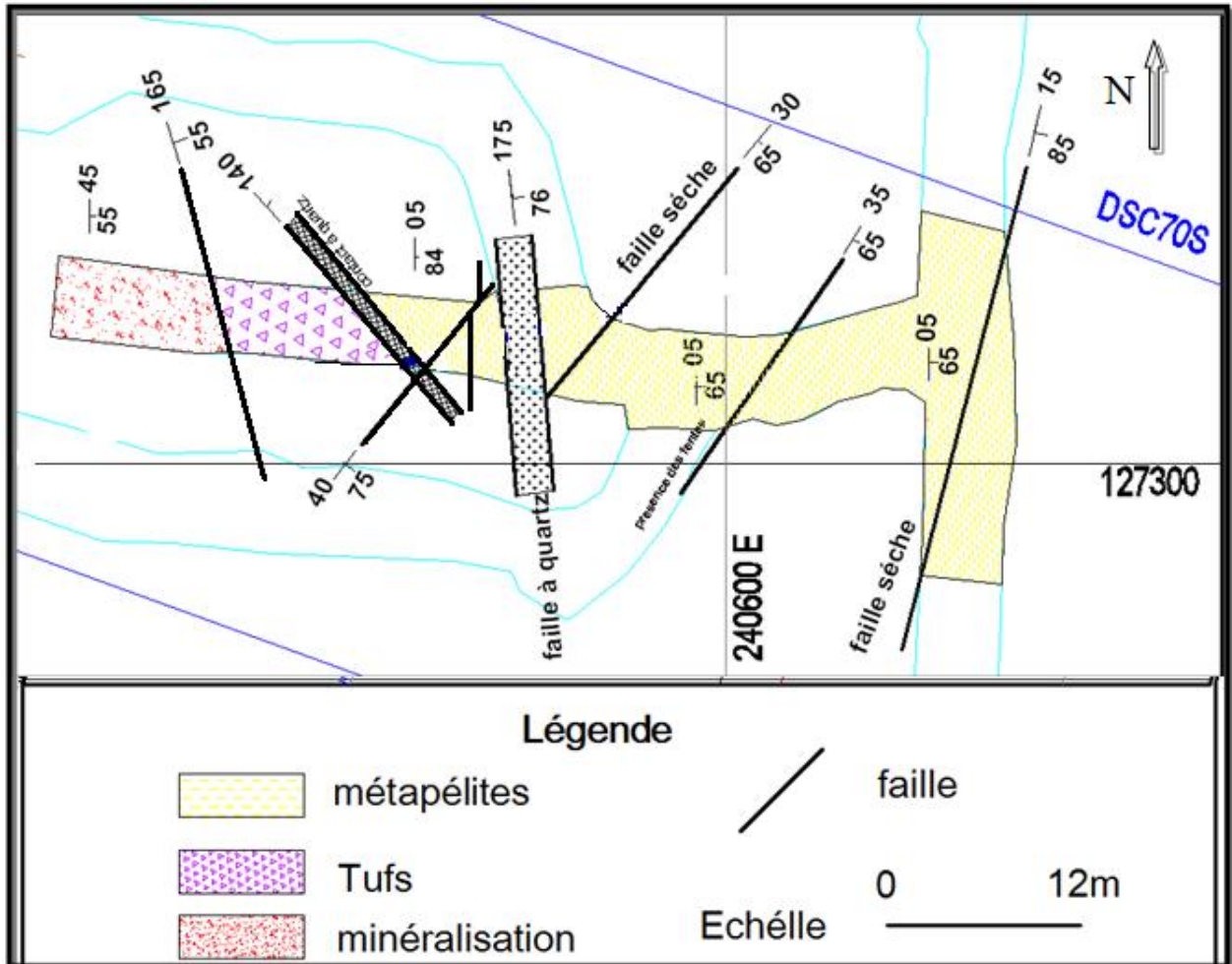


Figure 12 : levé réalisé au niveau -840 à GAS

D) REALISATION DES COUPS GEOLIGIQUE

La réalisation des coupes transversales, est basée sur les études microscopiques et les données des logs stratigraphiques, et également sur les donnés des sondages carottés et les levés géologiques.

Les coupes suivantes ont été réalisées en basant sur la projection des mesures de la schistosité obtenue par l'étude des sondages carottés et les levés géologiques ainsi que la projection des failles et des faciès obtenus par l'étude structurale et lithostratigraphique.

D'après la coupe (figure : 14) On note que la minéralisation est encaissée entre une formation de base constituée par les métapélites et les Tufs, et une formation de toit constituée par les métapélites carbonatées, on note également que cette zone est affectée par un ensemble de failles à remplissage quartzique avec un pendage de 80° vers SEE, cependant la schistosité affecte à la fois la minéralisation et l'encaissant, le pendage de la schistosité est invariable sauf dans la zone mince de la minéralisation on note une tension de pendage de la schistosité. D'après l'étude pétrographique la minéralisation contient à la fois le rubanement et la schistosité.

D'après la coupe (figures : 15) on note que le mur de la minéralisation n'a subi aucun changement au niveau du pendage de la schistosité, par contre le toit de la minéralisation a subi un changement remarquable.

Au niveau de la minéralisation le pendage de la schistosité est constant 85° vers NEE. Dans la partie sud de la coupe, on note un changement de pendage 55° vers NEE au niveau de la minéralisation polymétallique. Le toit et le mur de la minéralisation est tracé par des failles à remplissage quartzique.

Conclusion :

La série de Draa Sfar est affectée par deux phases tectoniques principales :

- Une phase syn-schisteuse en relation avec le paroxysme hercynien;
- Une phase post-schisteuse tardihercynienne.

On note également que la minéralisation est ainsi affectée par le plissement et la schistosité, qui sont bien visibles aux niveaux des lames minces polies.

Ces constatations attestent du caractère anté-schisteux de la minéralisation.

La variation du pendage de la schistosité peut être due à des structures tectoniques ou bien au jeu des failles.

Le changement de pendage de la schistosité peut être due à des accidents tectoniques ou bien au jeu des failles.

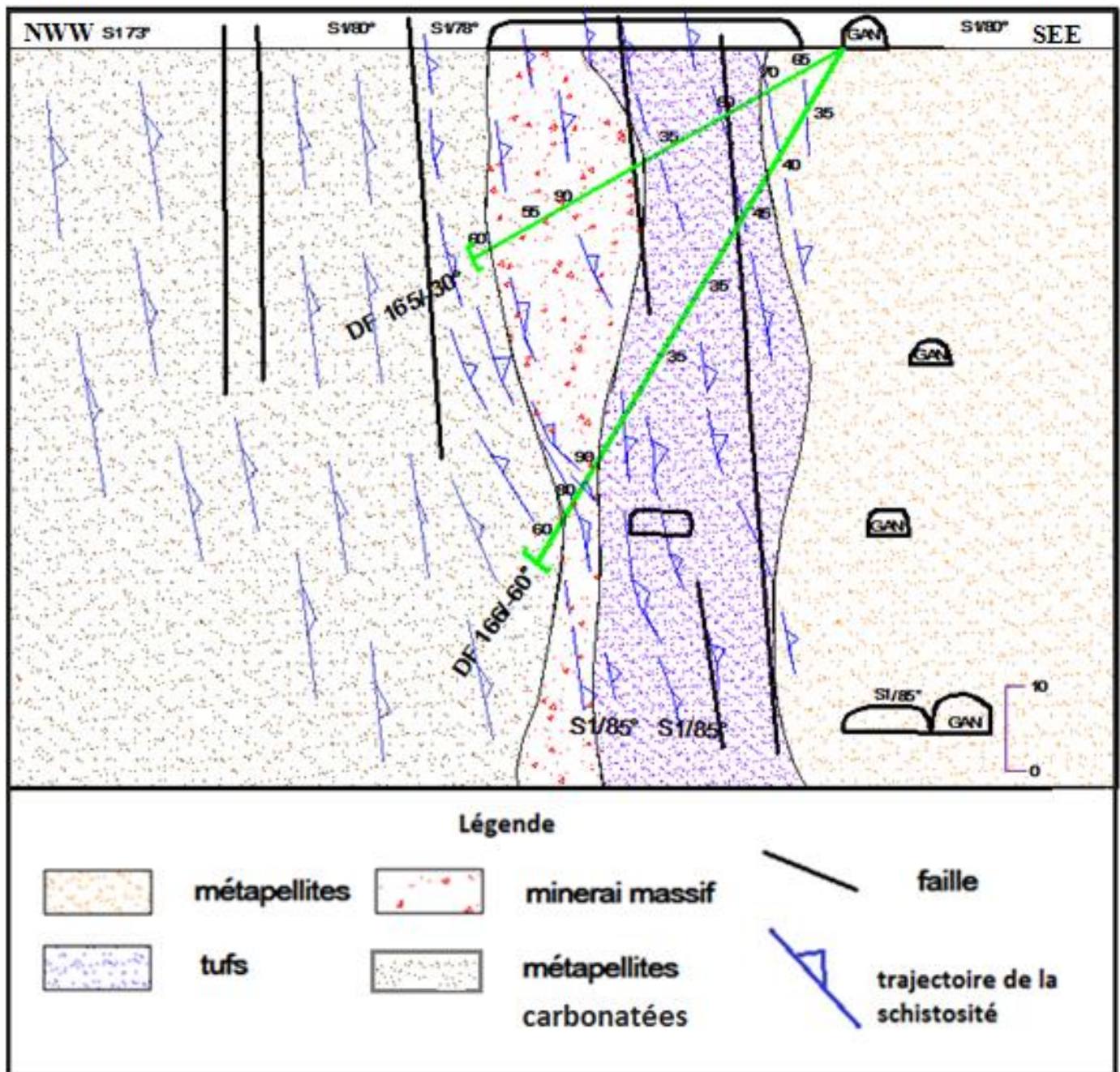


Figure 14 : coupe transversale des sondages DF165 et DF 166

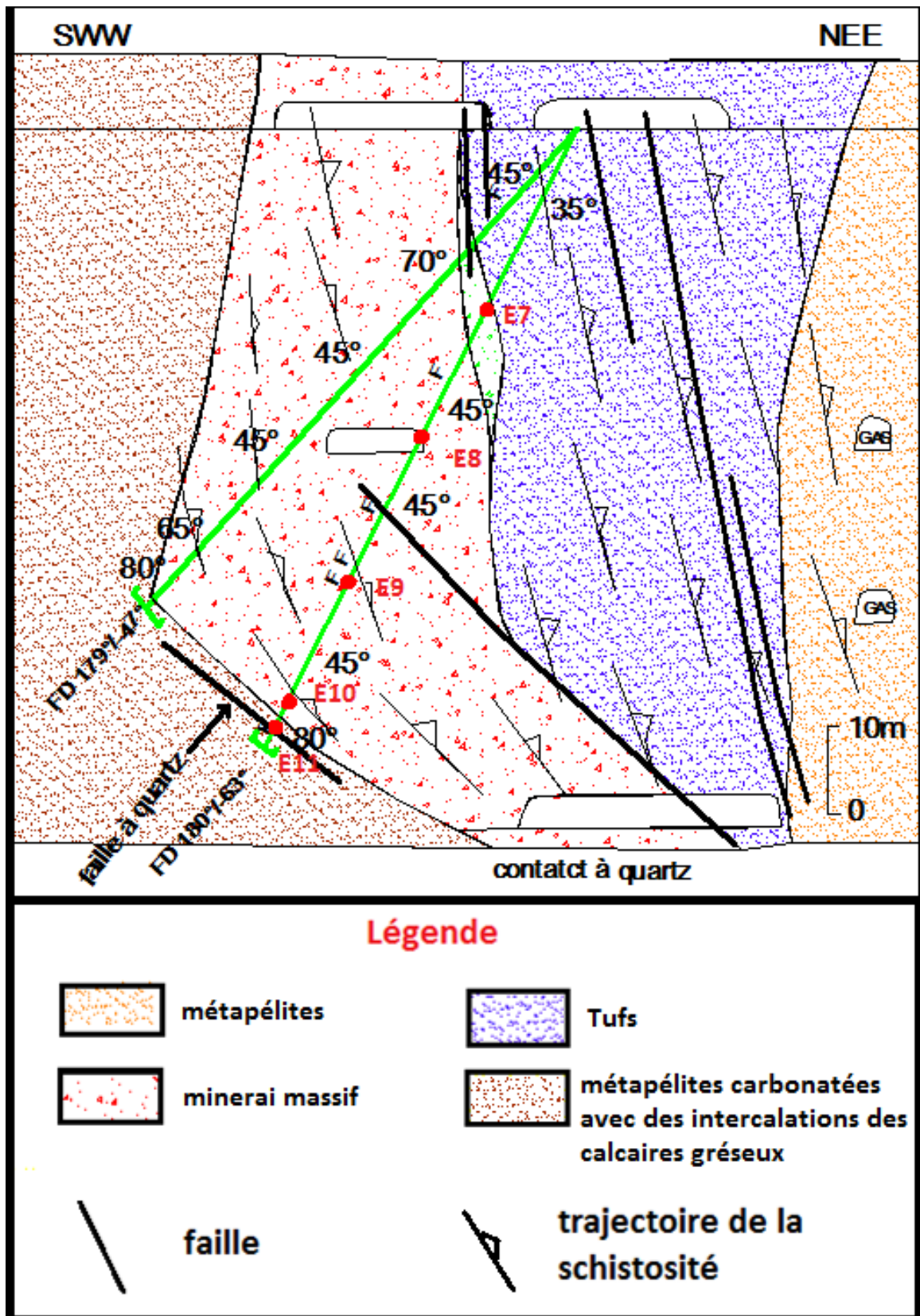


Figure 15 : coupe transversale des sondages DF 179 et 180

E) Gîtologie

- la minéralisation

Cette étude a été effectuée à l'aide de microscope métallographique. Elle a été réalisée sur des échantillons (limes minces polies) prélevés des sondages carottés DF166 et DF180.

L'examen microscopique des différentes lames permet de déterminer une paragenèse dominée par la pyrrhotite, à laquelle s'associent la sphalérite, la galène, la chalcopyrrite, l'arsénopyrite, la pyrite et les oxydes et hydroxydes de fer. Les minéraux de gangue sont essentiellement représentés par le chlorite, le talc, le quartz et les carbonates.

On note que la pyrrhotite renferme la chalcopyrrite, la galène, la sphalérite (photo : 14 et 15).

La photo : 14, montre que ; la pyrrhotite, la galène, la chalcopyrrite forment la première phase et la deuxième phase formée par la sphalérite. La photo : 15 montre que la première phase, représentée par la pyrrhotite, la galène et la sphalérite. Et la deuxième phase représentée par la chalcopyrrite.

On note que les deux photos appartiennent à la même lame, on conclut que les phases minérales sont synchroniques.

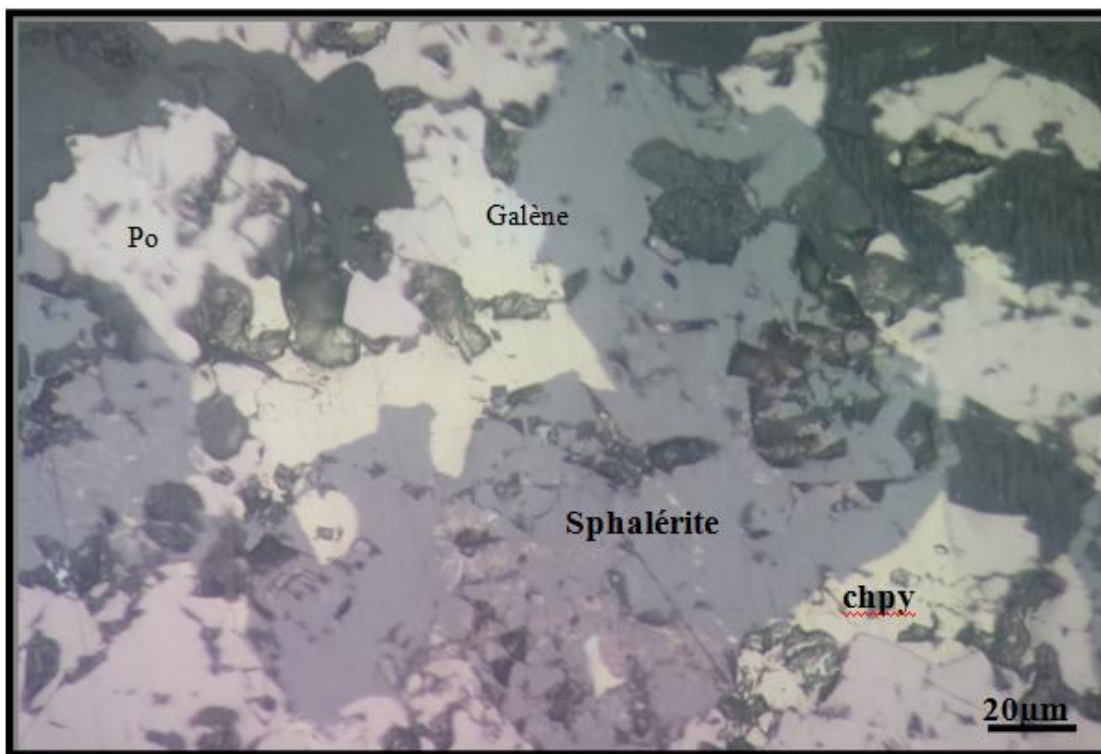


Photo 14: aspect microscopique de paragenèse

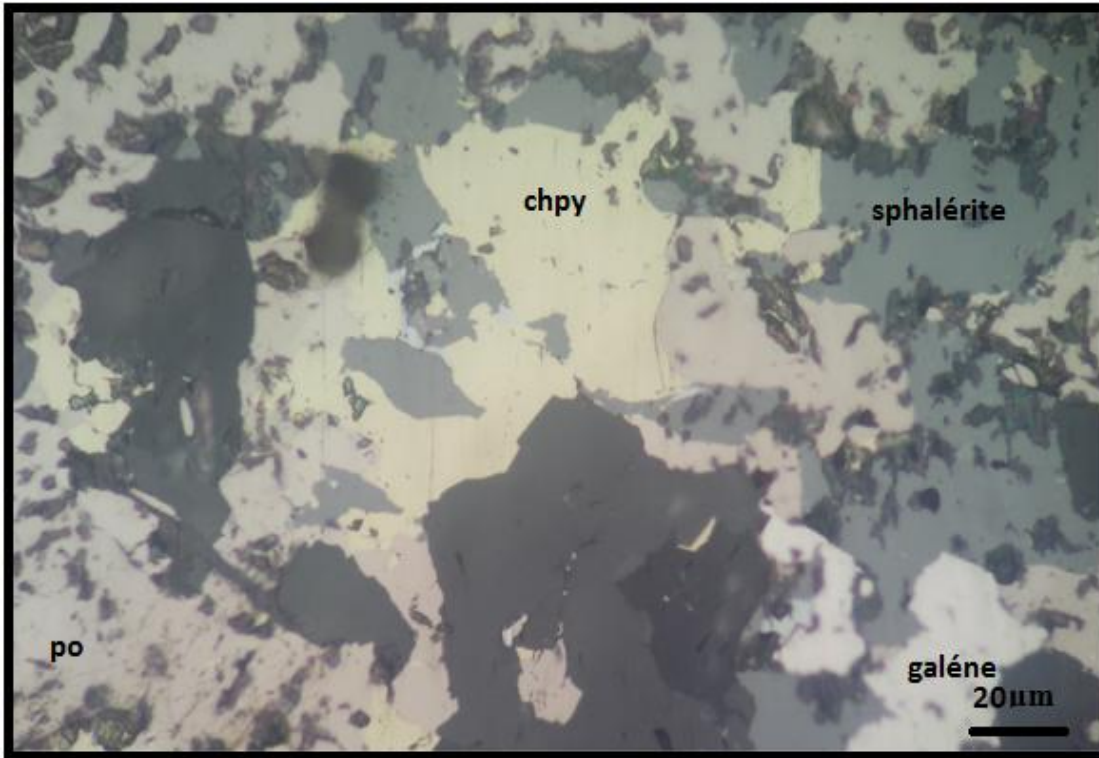


Photo 15 : aspect microscopique de paragenèse

a. La pyrrhotite :

Est le minérale le plus abondant. Dans les différents faciès minéralisés, la pyrrhotite englobe et renferme en inclusion, la sphalérite, l'arsénopyrite, la galène et la chalcopyrite (Photo : 14 et 15). Elle se présente sous forme de plages de différentes dimensions.

Dans le minerai massif, la pyrrhotite constitue le fond de la minéralisation. Elle englobe toute les phases minéralisées.

Dans le minerai submassif, la pyrrhotite se présente sous forme des plages de différentes dimensions.

b. La sphalérite:

C'est la phase minérale la plus dominante après la pyrrhotite. Sa taille dépend surtout de son abondance dans le minerai :

micrométrique dans le minerai pauvre et millimétrique dans le minerai submassif. Elle se présente en inclusion dans la pyrrhotite, la galène et la chalcopyrite, comme elle peut les Englober. La sphalérite (photo : 16) est souvent contient des inclusions rougeâtres (photo : 17).

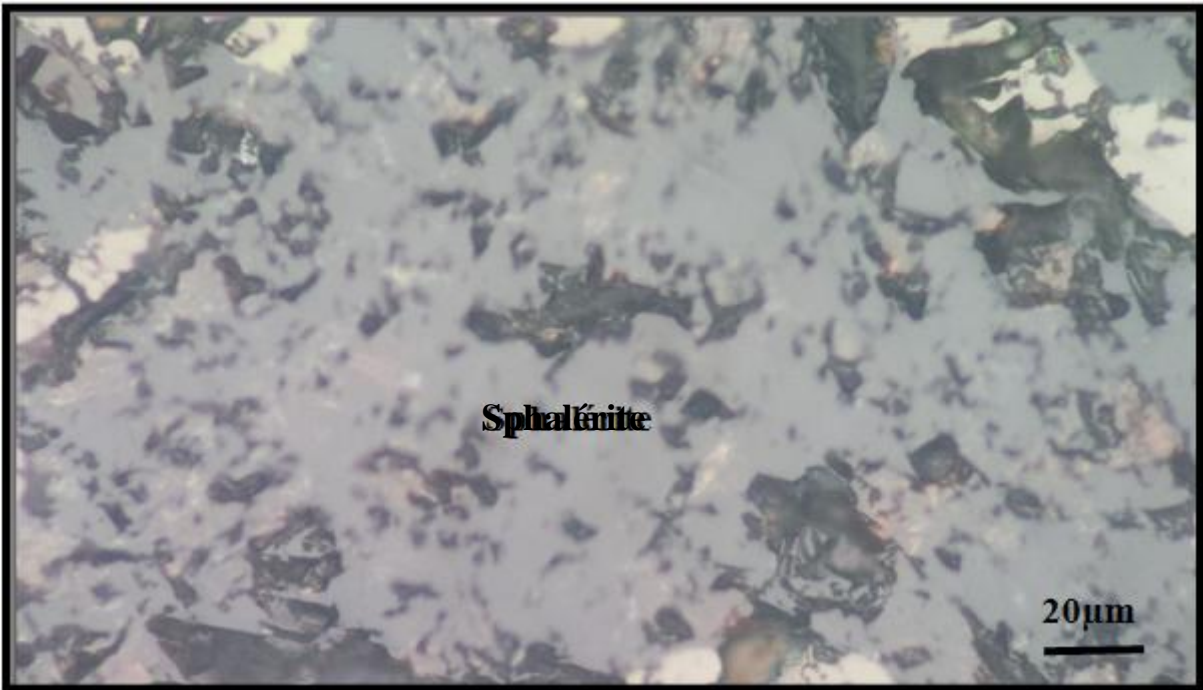


Photo 16 : aspect microscopique de sphalérite

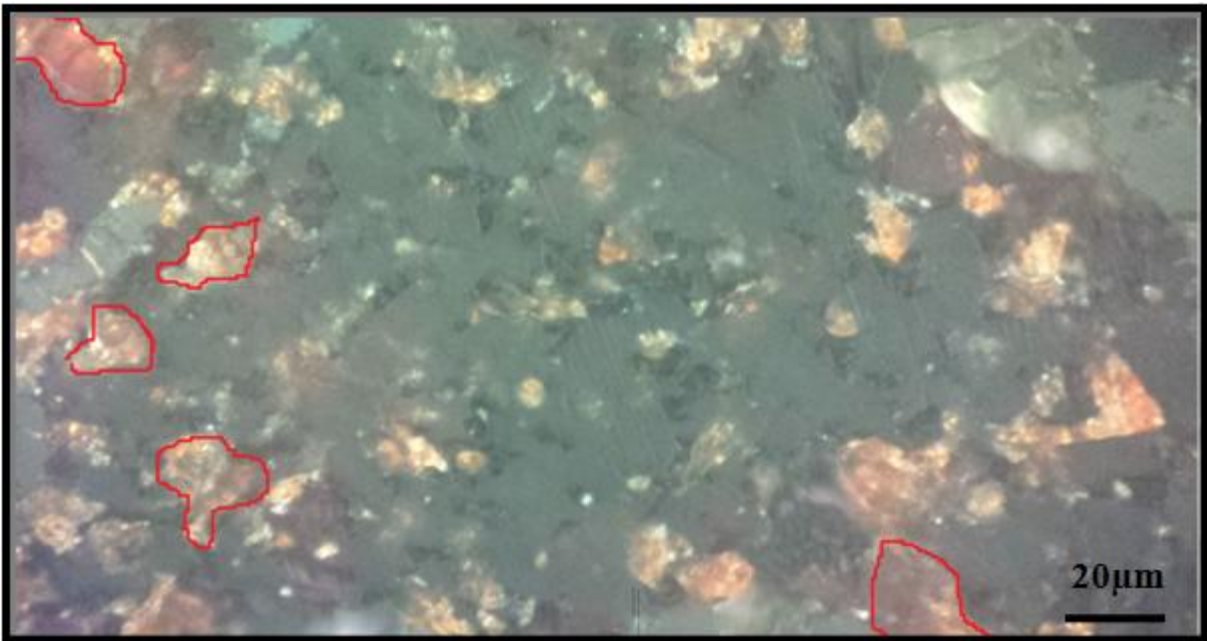


Photo 17 : aspect microscopique de réflexions interne de sphalérite

c. la chalcopryrite :

Elle se présente sous différentes formes, en fonction du type de minerai. Généralement, elle se présente sous forme de cristaux micrométriques disséminés dans la pyrrhotite et la sphalérite. Dans le minerai massif, elle se présente soit sous forme de fines plages disséminées dans la pyrrhotite. Généralement, elle est associée à la sphalérite, soit sous forme de plage millimétrique englobant la sphalérite ou bien englobé par la pyrrhotite et la sphalérite. Dans le minerai submassif, la chalcopryrite représente la phase la plus dominante après la pyrrhotite, sous forme des plages millimétriques.

d. La galène :

Elle est intimement associée à la sphalérite dans presque tout les faciès minéralisés. Elle se présente sous forme de petite cristaux (photo : 14). Dans certains échantillons, la galène apparait tardive, on la trouve emballé dans la pyrrhotite (photo : 18).

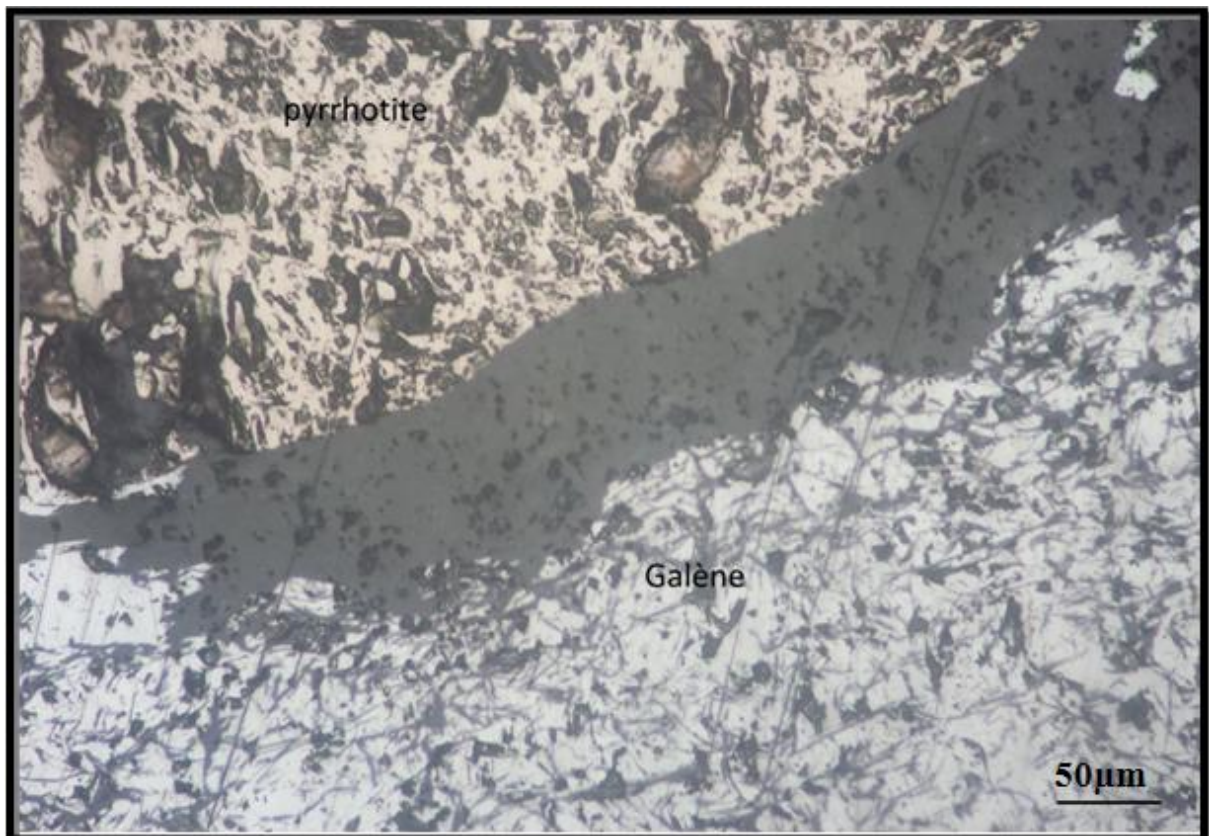


Photo 18: aspect microscopique de la galène emballée dans le minerai

e. L'arsénopyrite :

Elle se présente dans presque tous les échantillons des faciès récoltés. Elle se présente sous forme de deux formes de cristaux automorphe à sub-automorphe (photo : 19), disséminés dans la pyrrhotite, l'arsénopyrite elle est plus tardive.

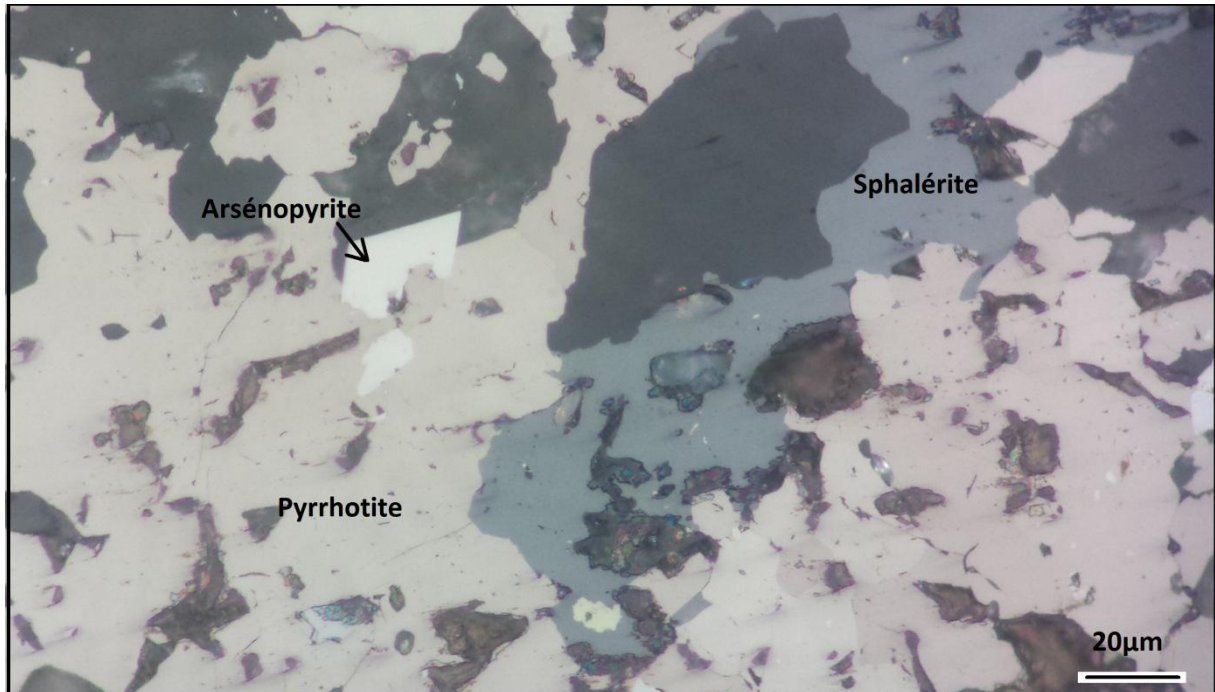


Photo 19 : aspect microscopique d'arsénopyrite

Conclusion :

La minéralisation de Draa Sfar est composée essentiellement par :

la pyrrhotite, la sphalérite, la chalcopryrite, la galène, l'arsénopyrite, et les oxydes et les hydroxydes de Fer.

F) CONCLUSION

Cette contribution à l'étude lithostratigraphique, pétrographique, géologique, et structurale, relative à Draa Sfar Sud nous permet de retenir les conclusions suivantes :

Lithostratigraphiquement, l'étude stratigraphique montre la présence de deux formations qui encadrent la minéralisation polymétallique.

La formation de base, est constituée par les métapélites et les tufs ;

La formation du sommet, est formée soit par les métapélites carbonatées au Nord et par les métapélites avec des intercalations des calcaires gréseux au Sud.

Sur le plan gîtologique, la minéralisation de Draa Sfar se présente en amas lenticulaire, avec un pendage vers l'Est, et une orientation générale N-S. l'épaisseur de l'amas sulfuré augmente en allant vers l'aval, au niveau de quelques zones, on note l'amincissement de la minéralisation. Ces zones sont les résultats des accidents tectoniques ou bien le jeu des failles. Sur le plan structural, la série de Draa Sfar Sud montre l'effet de deux principales phases de déformation.

Une phase syn-schisteuse, matérialisée par une schistosité très pénétrative de type de flux (S1), de direction N-S à N05 avec un fort pendage (80° à 85°), et des cisaillements ductiles de même direction, on note également la présence des plissements à axes orientés N-S.

L'effet de cette phase sont très bien enregistrés, sur l'encaissant et sur la minéralisation, cette dernière est affecté par la schistosité (S1), cette schistosité est matérialisée par l'étirement de la pyrrhotite et la sphalérite. Cependant, la minéralisation est affecté par le plissement, qui est bien visible aux niveaux des lames minces polies. Ces constatations attestent du caractère anté-schisteux de la minéralisation.

Une phase tardive post-schisteuse, matérialisée par des fractures, des failles, des plissements avec une orientation E-W.

Références bibliographiques

- **Badissy, M.A. (1964)**- *Etude magnétique dans la région de Draa Sfar, Jbilet centrales du 11 au 27 mars 1964, Rap BEPM, 433-01/Ga 1-01.*
- **Bamoumen, H. (1988)** - *Les déformations superposées contemporaines de la mise en place des nappes gravitaires des Jbilet Orientales (Maroc). Thèse 3° cycle, Univ. Marrakech.*
- **Beauchamp, J. (1984).** *Le carbonifère inférieur des Jebilet et de l'Atlas de Marrakech (Maroc), migration et comblement d'un bassin marin. Bull. Soc. Géol. France, 1987,(7),t. XXVI,N°6,p. 1025-1032.*
- **Bordonaro, M. (1983).** *Tectonique et pétrographie du district à pyrrhotite de Kettara (Paléozoïque des Jebilet, Maroc). Thèse de 3ème cycles, Université. Strasbourg, 132 pp.*
- **Bouloton, J et Le Corre, C. (1985).** *Le problème de la tectonique tangentielle dans les Jebilet (Maroc hercynien) : Données et hypothèses. Hercynica. 2, p 121-129.*
- **Chemesseddoha, A. (1986)** - *Cisaillement ductile et granites syntectoniques dans les Jbilet centrales : l'exemple du pluton hercynien des Oulades Ouaslam (massif des Jbilet, meseta sud marocaine). Thèse 3 eme cycle , Univ. Rennes I*
- **Fabre, J. (1971)** - *Structure de l'Algérie saharienne. Eléments pour une carte tectonique. Bull. Serv. Géol., Algérie, V. 41, p, 161-185Nouvelle série,*
- **Huvelin, P. (1977).** *Etude géologique et géochimique du massif hercynien des Jebilet (Maroc occidental). Notes et Mem. Serv. Géol. Maroc, 232 bis.*
- **Gigout, M. (1951)** - *Etudes géologiques sur la méseta marocaine Occidentale (arriere-pays de Casablanca, Mazagan et Safi). Trav. Inst. Sci. Cher. Rabat, 3, et Notes et Mem. Serv. Géol. Maroc, 86: 507p.*
- **Lagarde, J.L (1985)**- *Cisaillements ductiles et plutons granitique contemporains de la déformation hercynienne post-viséenne de la méseta Marocaine. Hercynica. I, 1: 29-37.*
- **Lagarde, J. L et Choukroune, P. (1982).** *Cisaillement ductile et granitoïdes syntectoniques : l'exemple du massif hercynien des Jebilet (Maroc). Bull. Soc. Géol. France. t. XXIV, N° 2, p. 389-395.*
- **Le Corre, C. and A. Saquaque. d (1987)**- *"comportement d'un système pluton-encaissant dans un champ de déformation régional: le granite de Bramram (Jbilet, Maroc Hercynien)." Bull. soc. Géol. France.III 4:665-673.*

- **Piqué, A. (1994)**- *Géologie du Maroc: les domaines régionaux et évolution structurale. Ed. Pumag 284p.*
- **Piqué. A et Michard. A. (1989).** *Moroccan hercynides, a synopsis. The paleozoic sedimentary and tectonic evolution at the northern margin of West Africa. Am. J. Sci.298, p. 286-330.*
- **Permingeat, F. (1954)** - *Sur la véen des Jbilet Orientales au Sud de l'Ouest Tensift. Notes et Nom. Serv. Géol. Maroc. 121: 17-22*