



Année universitaire : 2020 /2021

*Licence Sciences et Techniques : Géoresources et environnement*

## **MEMOIRE DR FIN D'ETUDES**

*Pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques*

**Exploration minière par sondages carottés dans le centre minier de  
Tighza (Jbel Aouam, Maroc central hercynien) :  
étapes d'installation et calcul des réserves des minéralisations  
filoniennes plombifères.**

**Présenté par :**

SOUKAINA SEMNANA

**Encadré par :**

Pr. HINAJE Saïd, Professeur géologue à La FST- FES

Géologues à la CMT : Mrs. Abdelhakim ELBAHAT, et Zouhir SAADI

**Soutenu le 09 juillet 2021 devant le jury composé de :**

Saïd HINAJE

Mohammed CHARROUD

Rachid ZAHOUR

Mohammed BOUKHIR

**Stage effectué à : compagnie minière de touissit (CMT)**



# SOMMAIRE :

Page de garde.....	1
Sommaire.....	2
Remerciement.....	4
<b>Chapitre 1 : Introduction générale.....</b>	<b>5</b>
1-Introduction .....	5
2-Présentation du district minier de Tighza .....	5
3- Historique des recherches géologiques et minières.....	6
<b>Chapitre 2 : Généralités sur la zone minière de Tighza (Jbel Aouam).....</b>	<b>8</b>
1- Les unités structurales du Maroc.....	8
2- Cadre géographique et aperçu géologique.....	10
3- Lithostratigraphie de la zone minière.....	12
<b>Chapitre 3 : Géologie structurale et minière de la zone.....</b>	<b>14</b>
1- Aperçu tectonique.....	14
2- Paragenèse des minéralisations en Pb, Zn, Ag et or .....	17
3- Modèles de mise en place des minéralisations.....	19
<b>Chapitre 4 : Exploration minière par sondages carottés.....</b>	<b>19</b>
1- Etapes de la prospection minière	
2- Utilités des sondages en géologie.....	22
3- Les différents types de sondages.....	22
4- Etude du cas du sondage carotté d'Ighrem Aousser.....	23

1- Implantation d'un sondage carotté.....	23
a-Réalisation de la coupe prévisionnelle.....	23
b-Implantation des sondages (Installation de la sondeuse).....	26
c-Description de la sondeuse.....	26
d-Suivi du sondage.....	28
2-Préparation de la caisse minéralisée.....	29
a- description du filon minéralisée.....	29
b- Dépouillement du sondage.....	30
3- Echantillonnage du sondage.....	31
4- Préparation des échantillons pour les analyses géochimiques.....	34
5- Méthodes d'analyse au laboratoire.....	35
6- Résultats et bulletin d'analyses.....	37
7- Coupe finale du sondage.....	38
8- Correction de la puissance apparente.....	39
9- Report des données sur la coupe longitudinale.....	40
10- Conclusion .....	
11- Listes des figures.....	41
12- Listes des cartes.....	41
13- Listes des photos.....	42

## Liste des figures :

Figure 1 : Figure 1 : représente Le cycle de l'exploitation au niveau de la mine de Tighza

Figure 2 : Les différents domaines structuraux du Maroc (d'après Michard, 2008)

Figure 3 : Carte géologique du district minier de Tighza (réf ?)

Figure 4 : log stratigraphique des formations paléozoïque (document CMT Tighza)

Figure 5 : Phases tectoniques affectant le district de Tighza (d'après Piqué)

Figure 6 : schéma du système Riedel

Figure 7 : Coupe géologique NW-SE à travers le district de Tighza.(document CMT)

Figure 8 : Carte métallogénique du district minier de Tighza  
(Document CMT)

Figure 9 : coupe prévisionnel du sondage 435 /3

Figure 10 : schéma montrant le mode du travail d'une sondeuse

Figure 11 : Le document suivant montre un exemple du log stratigraphique du sondage

Figure 12 : Résultats et bulletin d'analyses

Figure 13 : coupe finale du sondage

Figure 14 : correction de la puissance apparente

## Liste des cartes :

Carte 1 : Vue plane

Carte 2 : vue frontale (longitudinale) du filon Ighrem Aousser

## Liste des photos :

Photo 1 : Galène (PbS)

Photo 2 : filon plombifère sur faille

Photo 3 : filon Barytine

Photo 4 : la sondeuse machine pour la réalisation de sondage carotté

Photo 5 : la couronne diamantée

Photo 6 : Caisses de sondage carotté fond

Photo 7 : carotte

Photo 8 : machine de sciage

Photo 9 : Les carottes divisée en deux par la machine de sciage

## REMERCIEMENT

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport , je tiens tout d'abord à remercier Monsieur **le président directeur général** de **CMT MOHAMED LAZAAR** et Monsieur **le Directeur** de la Compagnie minière de touissit **LAHCEN OUCHTOUBANE** , qui par son avis favorable a ce stage d'avoir lieu.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à mon encadrant le Professeur-Géologue Pr. **Saïd Hinaje** de la FST de Fès , pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion. Et aussi je remercie également mes encadrants à la mine Ms. **ABDLHAKIM ELBAHAT** et Ms. **ZOUHIR SAADI** Géologues à (CMT) et aussi **Mm Mina**. Je leur remercie également de m'avoir encadré avec patience et gentillesse et aussi pour leurs explications et précieux conseils tout au long de ce stage.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeur et également toute l'équipe pédagogique de la licence **GRE** «Géoressources Et Environnement» , intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Je tiens à remercier tous les employés de la mine (CMT)

Je remercie **mes parents** et mes frères , pour leur soutien constant et leurs encouragements.

Mes remerciements s'adressent enfin à toute ma famille et mes collègues étudiants de la FST de Fès.

## Chapitre 1 : Introduction générale

### 1-Introduction :

#### -Introduction général sur la Compagnie Minière de Touissit :

La Compagnie Minière de Touissit (CMT) est une société minière marocaine spécialisée dans l'exploration, l'extraction et le traitement des minerais de métaux de base, métaux précieux, et minéraux industriels. Ses sites d'exploitation ou d'exploration se situent sur le territoire marocain.

#### 2-Présentation du district minier de tighza :

##### Tighza :

Le district minier de Tighza-Aouam est située 5 km au NW de la ville de Mrirt. Le district s'étend dans une zone de collines dominées par le Jbel Aouam (1440 m), le village de Tighza se situant vers 1100.

Les Substances exploitables : Plomb, Zinc, Argent, Or. (galène et sphalérite argentifères). Or (sites filoniens et skarns). Tungstène (skarns à scheelite et wolframite)

Notre sujet va porter sur l'étude des différents types de sondages et en détailler chaque type.

### 3- Historique des recherches géologiques et minières :

La région de Tighza a, depuis longtemps fait l'objet de plusieurs études stratigraphiques tectoniques magmatiques et métallogiques. Sa richesse en minéralisations à Pb-Zn et Ag.

Idrissides. Elle a connu l'apogée au XIIIème siècle et le développement et la diversification depuis 1929.

1929 : Début des recherches pour le plomb, argent et le zinc par CRAM

1950 : Découverte d'une pépite d'or

1954 : Création de la SMA (Société Minière de Jbel Aouam) par CRAM et le BRPM (actuellement ONHYM)

1955 : Début de l'exploitation par SMA

1993 : Mise en veilleuse de la mine et liquidation judiciaire de la SMA.

1996 : Acquisition du district minier et développement de la mine par la CMT

2003 : Reprise de la recherche sur l'or par CMT

2012 : Obtention du certificat ISO 9001 version 2008 pour les activités de traitement et de commercialisation.

2017 : Lancement du projet de creusement d'un nouveau puits sur le site principal d'exploitation

0000000000ion d'Ighrem Aoussar qui permettra à terme d'augmenter la production et de poursuivre la recherche des extensions en profondeurs des gisements actuels.

#### -Extraction du minerai :

La mine de Tighza est souterraine et exploite 3 filons : **Signal , Ighrem Aousser et Sidi Ahmed**. Chacun des trois sièges d'exploitation a comme infrastructure principale deux puits, un pour l'extraction et l'autre de service.

L'exploitation du site de Tighza utilise actuellement trois méthodes d'exploitation, en fonction de la morphologie du gisement et de ses caractéristiques géotechniques (tenue

des terrains, approfondissement des minéralisations, largeur des minéralisations, richesse des minéralisations, présence d'eau, etc.).

Le cycle de l'exploitation au niveau de la mine de Tighza peut s'illustrer comme suit :

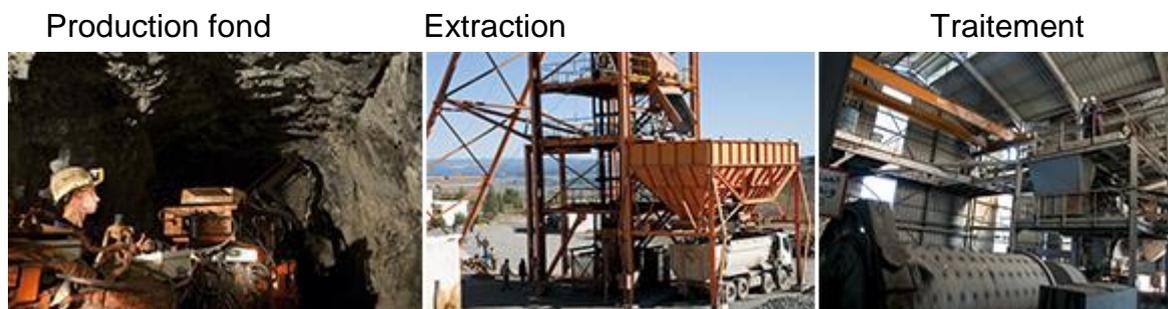


FIGURE 1 : REPRESENTE LE CYCLE DE L'EXPLOITATION AU NIVEAU DE LA MINE DE TIGHZA

## Chapitre 2 : Généralités sur la zone minière de Tighza (Jbel Aouam)

### 1- Les unités structurales 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 africains, 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.

C'est ainsi que l'on en distingue trois, définis en fonction de la localisation et de l'importance des effets des orogénèses les plus récentes. Du Sud au Nord. (ONHYM)

#### a-Domaine rifain :

constitue la zone septentrionale du Maroc, où affleurent les terrains d'âge généralement méso-cénozoïque avec un domaine interne où affleure un socle paléozoïque. Il fait partie du vaste système orogénique alpin. Le Rif est subdivisé du Nord au Sud en trois sous-domaines structuraux :

- a- le Rif interne correspond à la zone paléozoïque et la chaîne calcaire du Jurassique .
- b- les nappes de flysch méso-cénozoïques sont groupées en trois (ensembles flyschs mauritaniens, massyliens et numidiens).
- c- le Rif externe comprend du Nord au Sud :
  - \*l'Intrarif est constitué de calcaires et de marnes d'âge mésozoïque ;
  - \*le Mésoarif correspond aux « zones de fenêtres », constitué d'une épaisse série argilo-gréseuse du Jurassique moyen et des marno-calcaires du Miocène ;
  - \*le Prérif constitue la partie la plus externe de la chaîne rifaine qui contient aussi les nappes sud rifaines.

#### b-Domaine atlasique et mésétien :

Il se retrouve entre le domaine rifain et l'Anti Atlas et occupe la partie centrale du Maroc. Il est subdivisé

en deux sous domaines :

\*les mesetas (occidentale et orientale) composées d'un socle paléozoïque structuré pendant les différentes phases orogéniques hercyniennes ;

\*le domaine des chaînes atlasiques formé par deux chaînes intracontinentales à savoir le Moyen Atlas de direction NE-SW et le Haut Atlas de direction ENE-WSW. Des accidents majeurs qui bordent ces chaînes

Comme l'accident Nord Moyen Atlasique (ANMA), l'Accident d'Aït Ouffela et en fin l'Accident Sud Atlasique (ASA). Ce dernier traverse notre région d'étude suivant une direction sub-équatoriale

**c-Domaine anti atlasique et saharien :**

La chaîne de l'Anti-Atlas est limitée au Sud par le bassin de Tindouf, et au Nord par l'Accident Sud-Atlasique. Le domaine anti-atlasique laisse affleurer les terrains précambriens sous forme de boutonnières entourées par une couverture sédimentaire déformée d'âge paléozoïque. Le sous-domaine saharien formé principalement de terrains du Protérozoïque inférieur, constitue la partie nord occidentale du craton ouest africain, déformés et métamorphisés lors de l'orogénèse éburnéenne. Ce sous-domaine est entouré par une couverture paléozoïque.

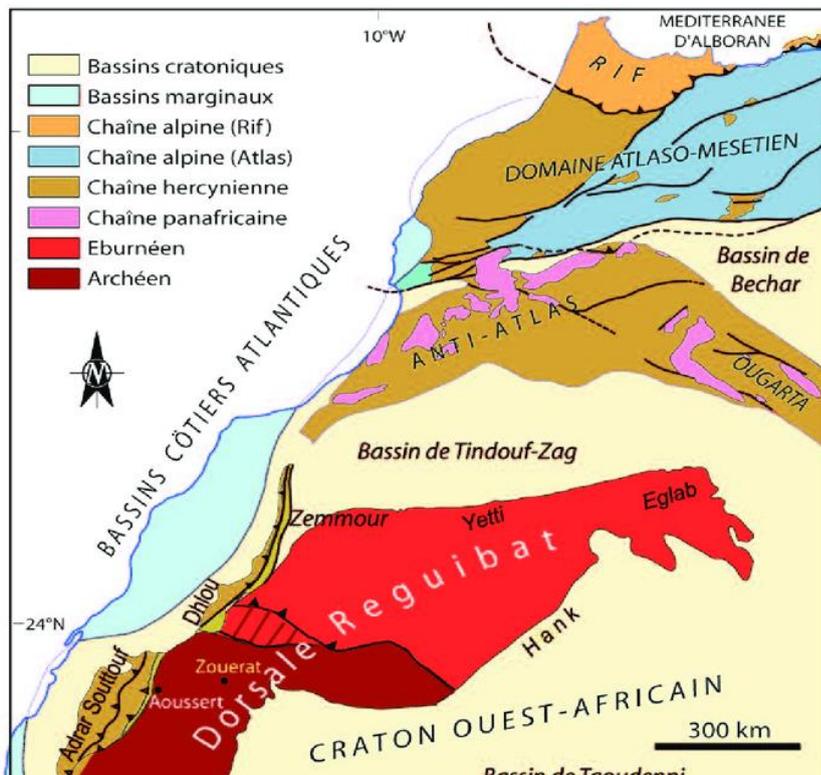


FIGURE 2- LES DIFFERENTS DOMAINES STRUCTURAUX DU MAROC (D'APRES MICHARD, 2008)

## 2- Cadre géographique et aperçu géologique :

### Cadre géologique régional :

le secteur de Tighza fait partie du Massif Central marocain qui constitue la plus vaste unité paléozoïque de la meseta marocaine et qui s'étend depuis la côte atlantique à l'Ouest jusqu'au pied du Moyen Atlas tabulaire (région d'Azrou-Khénifra) à l'Est. Au Nord il est limité par le bassin de Saïs et au Sud il disparaît sous les plateaux des phosphates. La structure générale, produite par la phase majeure hercynienne, de tout le Massif Central est résumée en une succession d'anticlinoriums et de synclinoriums séparés par des mégafailles qui ont joué en limite de bassin au Carbonifère, et en cisaillement lors des compressions tardi-hercyniennes (Piqué A. 1979).

Les plus importants de ces structures sont:

L'anticlinorium central Khouribga-Oulmès: Il est surtout constitué par des schistes et quartzites ordoviciens et siluriens en plis plus ou moins serrés et schistosés, s'envoyant au NW sous le Dévonien et le Dinantien. Deux granites y sont intrusifs, celui des Zaër et celui d'Oulmès. Le synclinorium du Fourhal-Talet, occupé par des flyschs néo-viséens. Sa marge orientale est percée par l'intrusion granitique du Ment.

L'anticlinorium Kasba-Tadla-Azrou : les travaux ont montré qu'à un autochtone fait d'anticlinaux surtout Cambro-ordoviciens (Zaïane), à couverture viséennes, s'associent de nappes diverses (Khénifra, Ziar-M'irt). L'Infracambrien semble affleurer dans certains anticlinaux autochtones (J.Hadid, Bou Assila).(Michard,1976).

### Cadre géologique local :

Le secteur minier de Tighza, qui fait partie de l'anticlinorium de Kasbat-Tadla-Azrou , il occupe la partie centrale du bassin Azrou-Khénifra. Il illustre bien la géologie hercynienne de la plus grande unité de la meseta occidentale marocaine. Le district minier du jbel Aouam est localisé dans le massif paléozoïque du Maroc central . Situé à 5 Km de la ville de Mirt et à 138 Km

de Fès; ce district est réputé par ses gîtes minéralisés filoniens. Plomb, Zinc, Argent et des indices à tungstène et antimoine.

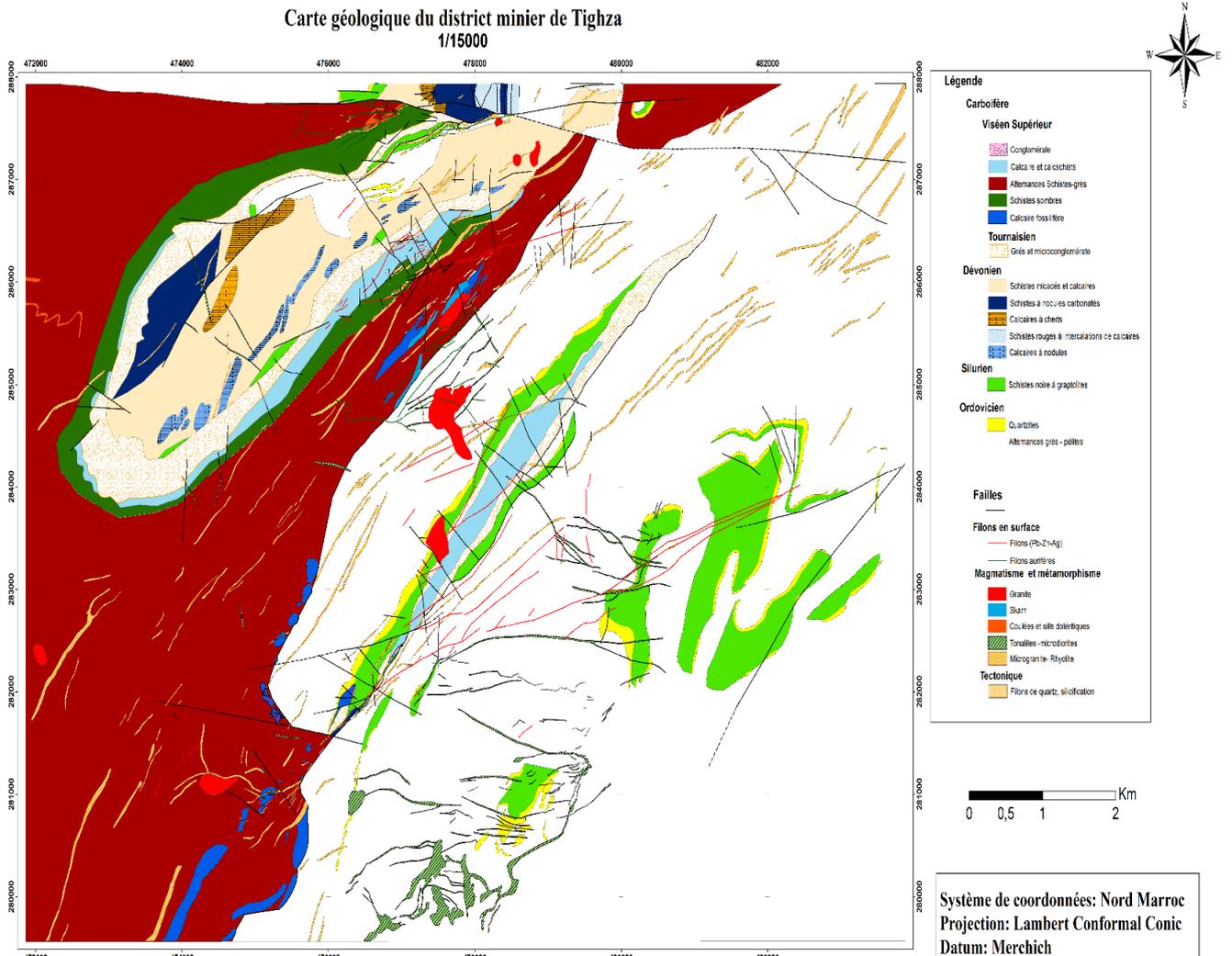


Figure3: Carte géologique du district minier de Tighza (document CMT)

### 3- Lithostratigraphie de la zone minière :

Les formations paléozoïques de tighza :

- L'Ordovicien
- Le Silurien

- Le Dévonien
- Le Viséen supérieur

Les affleurements Silurien et Dévonien sont très limités par contre L'Ordovicien et le véseen supérieur dominant dans ce secteur.

#### -L'Ordovicien :

C'est l'étage stratigraphique le plus dominant, constituant le massif de Jbel Aouam , D'Anjdam et Iguer Oujana qui correspondent à la partie allochtone de l'Ordovicien. Les dépôts attribués à l'Ordovicien supérieur allochtone ou autochtone ont essentiellement un caractère détritique, contient à la base une série schisteuse et des alternances de grès et pélites ainsi qu'au sommet de l'Ordovicien existent des barres de quartzites.

#### -Silurien :

C'est une succession lithologique à caractère détritique fin, Il repose directement sur les quartzites supérieurs, est constitué par des pélites gréseuses à teinte grisâtre à noirâtre. Leur schistes sont riches en matière organique ce qui facilite la datation fossilifère. Dans la région de j. Aouam les faciès sont connus sous le nom schistes cloisonnés.

#### -Dévonien :

Les dépôts dévoniens sont constitués d'argilites indiquant une sédimentation calme. La série sédimentaire du Dévonien est composée par : les argilites silteuses à intercalation de calcaires fins porteurs de nombreux indices de tectonique synsédimentaire qui indiquent une instabilité de substratum.

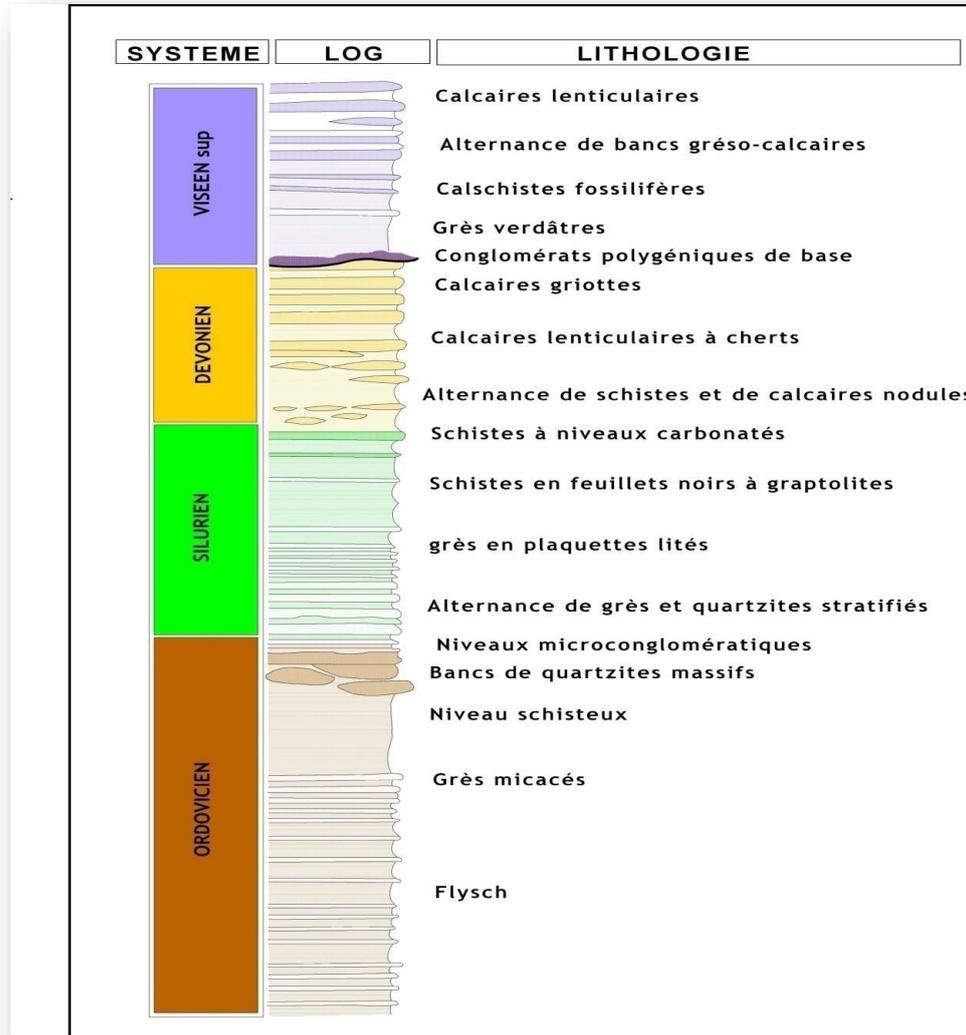


Figure4: log stratigraphique des formations paléozoïque (document CMT Tighza)



**La déformation tardi hercynienne :** Elle accompagne la mise en place des coupoles granitiques associées à une fracturation et failles à jeu dextre suivi par une remobilisation senestre des failles E-W, en suit la dernière phase de fracturation senestre (NE-SW et E-W).

**A Ighrem Aousser:**

Le filon Ighrem Aousser représente la partie centrale du filon Sud. Il est orienté N70 à N80gr, et penté de 70 à 85gr vers le NW. Le remplissage est polyphasé avec les deux phases à sidérose et ankérite minéralisées et très bien développées. L'encaissant est essentiellement les grès et schistes de l'ordovicien.

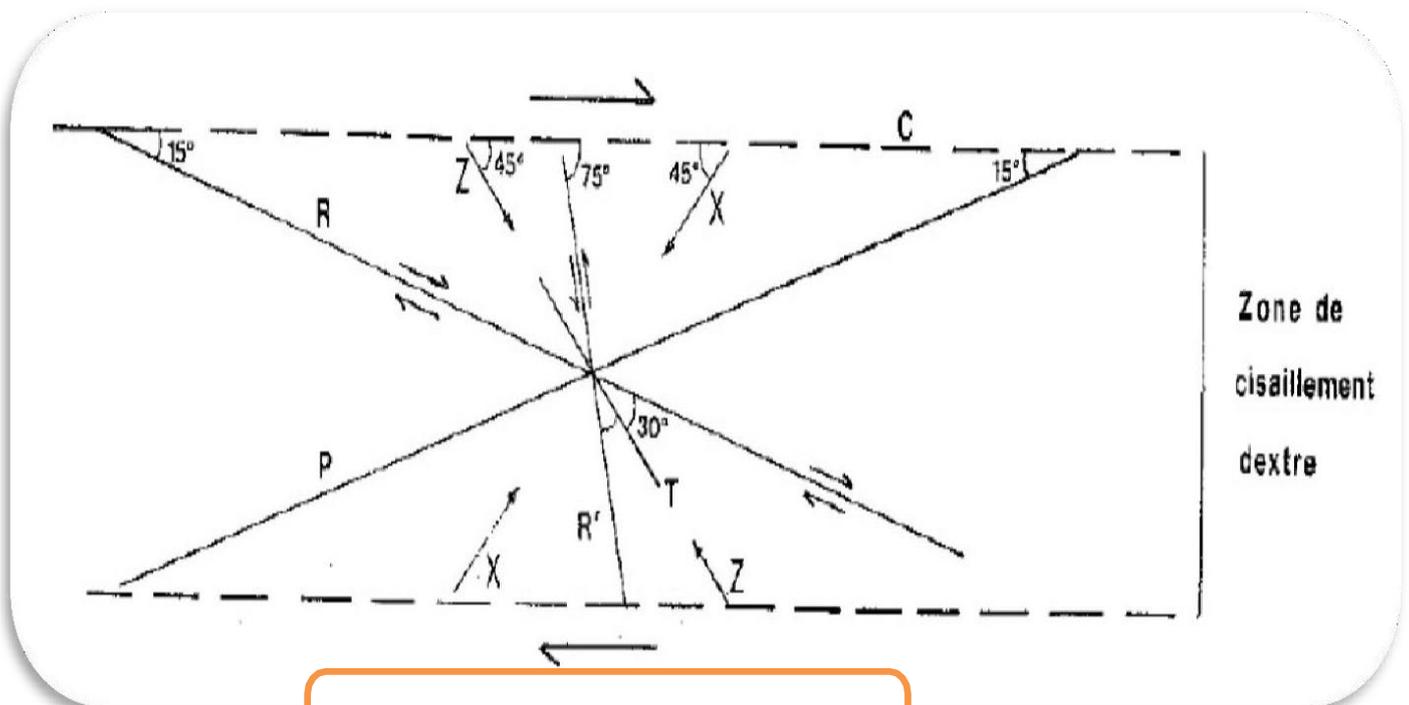


Figure 6 : schéma du système Riedel

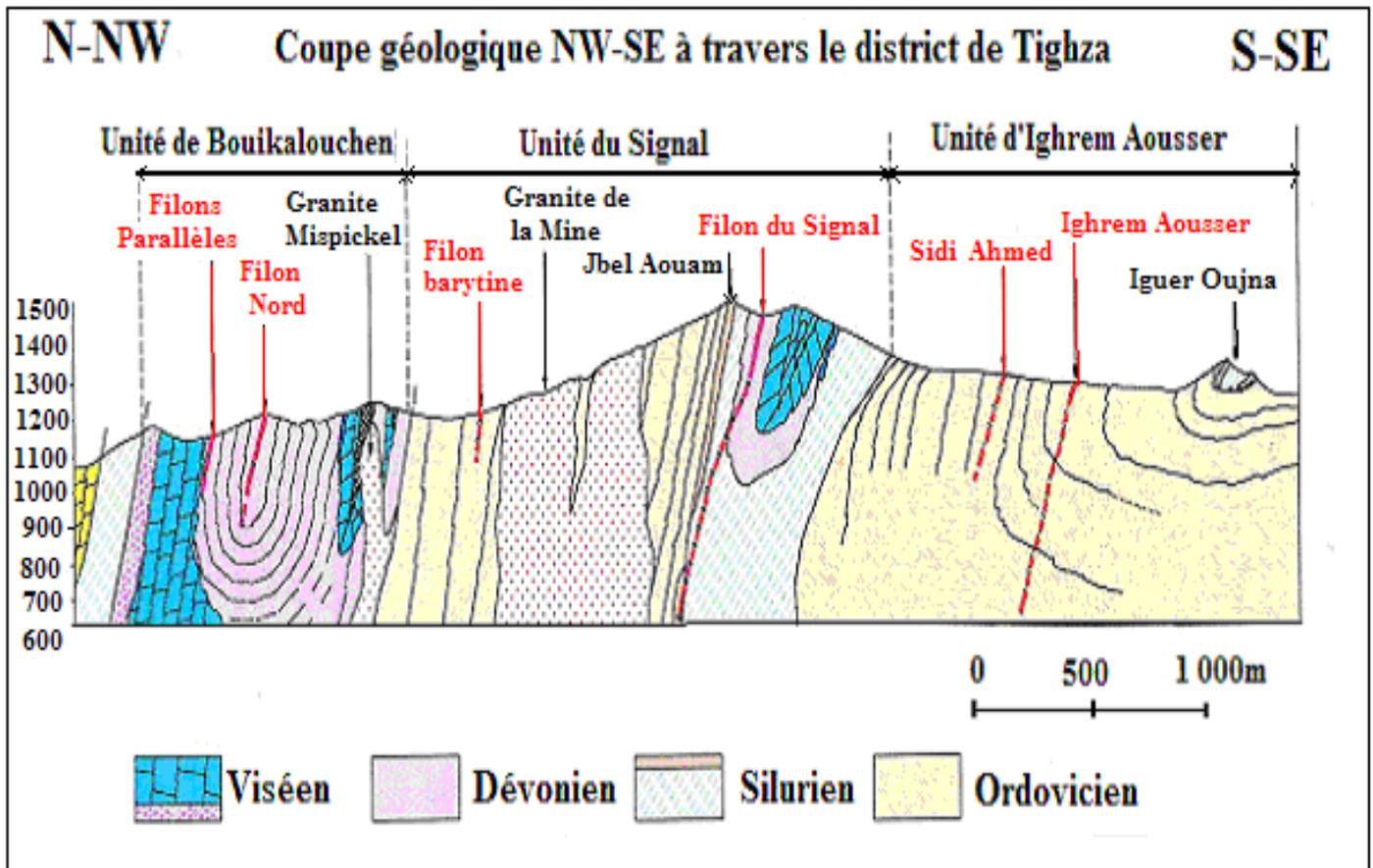


Figure 7 : Coupe géologique NW-SE à travers le district de Tighza.(document CMT)

## 2- Paragenèse des minéralisations en Pb, Zn, Ag et or :

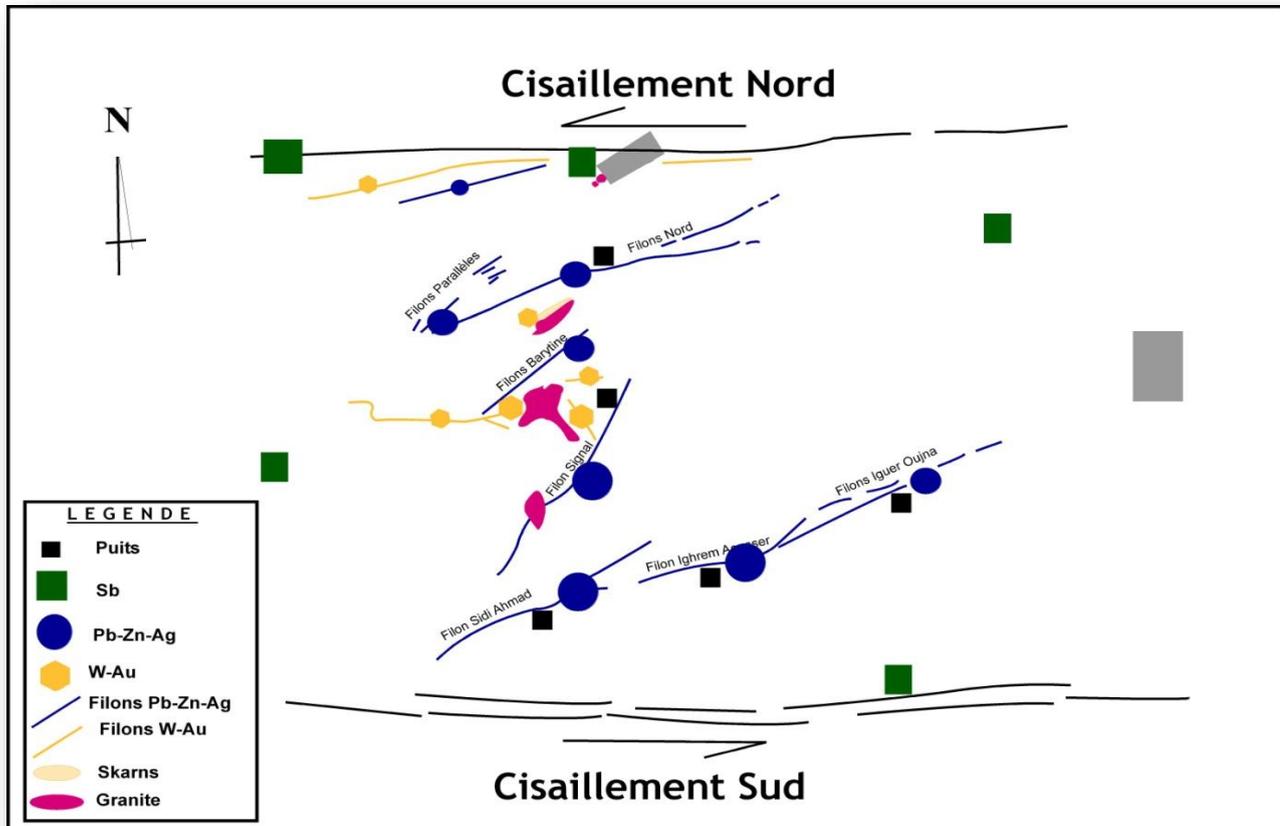


Figure 8: Carte métallogénique du district minier de Tighza  
 (document CMT)

On a trois types des minéralisations de Tighza peuvent être classées comme suit :

**\*Minéralisation de haute température** : c'est une minéralisation à tungstène-Or située au sein de l'auréole de métamorphisme de contact, deux groupes de minéralisations se développent :

a- Une minéralisation de type skarns, dont la formation est due à l'infiltration des solutions hydrothermales, apportant une minéralisation à W-Au dans les calcaires et les roches schisto-gréseuses et une diffusion lors d'un transfert métasomatique local. Les conditions physico-chimiques de dépôt de cette minéralisation à W-Au ont été estimés jusqu'à 580°C et 18 Kb.

b- Une minéralisation filonienne dont la mise en place est postérieure à celle de la minéralisation de type skarns, elle se présente sous forme d'un remplissage de fractures ouvertes de direction NW-SE. Les conditions physico-chimiques de dépôt de cette minéralisation à tungstène ont été estimés jusqu'à 450°C et 1 kbar

**\*Minéralisation de moyenne température :** c'est une minéralisation Pb-Zn-Ag sous forme filonienne. Les filons sont constitués d'une gangue de carbonates (ankérite, sidérite) associés à de la galène argentifère et de la sphalérite, avec des traces de pyrite et de quartz. Ils sont encaissés dans les sédiments paléozoïques, et recoupent localement les corps granitiques. Les principaux filons sont Ighrem Aousser, Sidi Ahmed, Signal et filon Nord. L'ensemble est limité au nord par le couloir de cisaillement de l'oued Tighza et au sud par le réseau de failles de Bou Waghaz. C'est à ce jour la seule minéralisation qui soit concernée par l'exploitation minière.

**\*Minéralisation de basse température :** c'est une minéralisation à antimoine et barytine. Elle appartient à la province métallogénique à stibine du Maroc central. Elle s'agit toujours d'une minéralisation de forme filonienne dont la mise en place est effectuée soit dans les fractures de microgranite, soit dans des failles n'affectant que des formations sédimentaires paléozoïques.

### 3- Modèles de mise en place des minéralisations :



**Photo 1 : Galène (PbS)**



**Photo 2 : filon plombifère sur faille**



**Photo 3 : filon Barytine**

## Chapitre 4 : Exploration minière par sondages

### 1- Etapes de la prospection minière

#### Définition d'un sondage :

Un sondage : est un trou destiné à étudier le sous sol pour déterminer la lithologie (types de roches), la minéralogie , Considérée comme la principale méthode de détermination de la teneur, la taille et de l'aptitude à l'exploitation d'un gisement minéral potentiel, les carottes de sondage (forage) sont utilisées par les sociétés d'exploration et d'exploitation minière du monde entier.

#### 2-Utilités des sondages en géologie :

Le But de sondage pour préparer un gisement, pour s'avoir la discontinuité ou l'enracinement d'un corps minéraliser et la qualité ou la teneur de minéralisation.

#### 3-Les différents types de sondages :

##### SONDAGE DESTRUCTIF :

Il s'agit d'un mode de forage rapide consistant à déstructurer le sol à l'aide d'un outil adapté, à enregistrer les paramètres de forage et à remonter vers la surface les débris appelés « cuttings » à l'aide d'un fluide (air, eau, boue). Il existe 3 principales techniques de forage :

Le forage destructif en rotation pure.

Le forage destructif par roto-percussion hors trou.

Le forage destructif par roto-percussion fond de trou. (ESIRIS)

Sondage percutant : technique destructive, elle consiste à utiliser un marteau pneumatique (« marteau en tête de tige ou marteau en fond de trou »), en rotation et en percussion. La roche est ainsi broyée et ramenée à la surface sous la forme de débris à l'aide d'une circulation d'air comprimé qui permet également le

fonctionnement de l'outil. Les cuttings remontent à la surface par l'espace entre les tiges et la paroi du trou et peuvent contrarier voire bloquer la foration.

### SONDAGE CAROTTE :

Ce mode d'investigation permet d'obtenir un échantillon continu de sol peu ou pas remanié, prélevé à l'aide d'un outil appelé carottier. Le mode d'enfoncement du carottier dans le sol est réalisé de diverses façons :

Carottage par rotation (échantillon de bonne qualité, adapté dans tous les types de terrain).

Carottage par rotation sous gaine (échantillon de très bonne qualité « Intact »).

Carottage par fonçage (adapté aux sols très meubles).

Carottage battu (adapté à des sols meubles, échantillonnage de qualité moyenne).

Carottage sonique (adapté dans tous les sols, échantillonnage de qualité moyenne). (ESIRIS)

## Chapitre 5 : Etudes de cas (sondage carotte(Ighrem Aousser ))

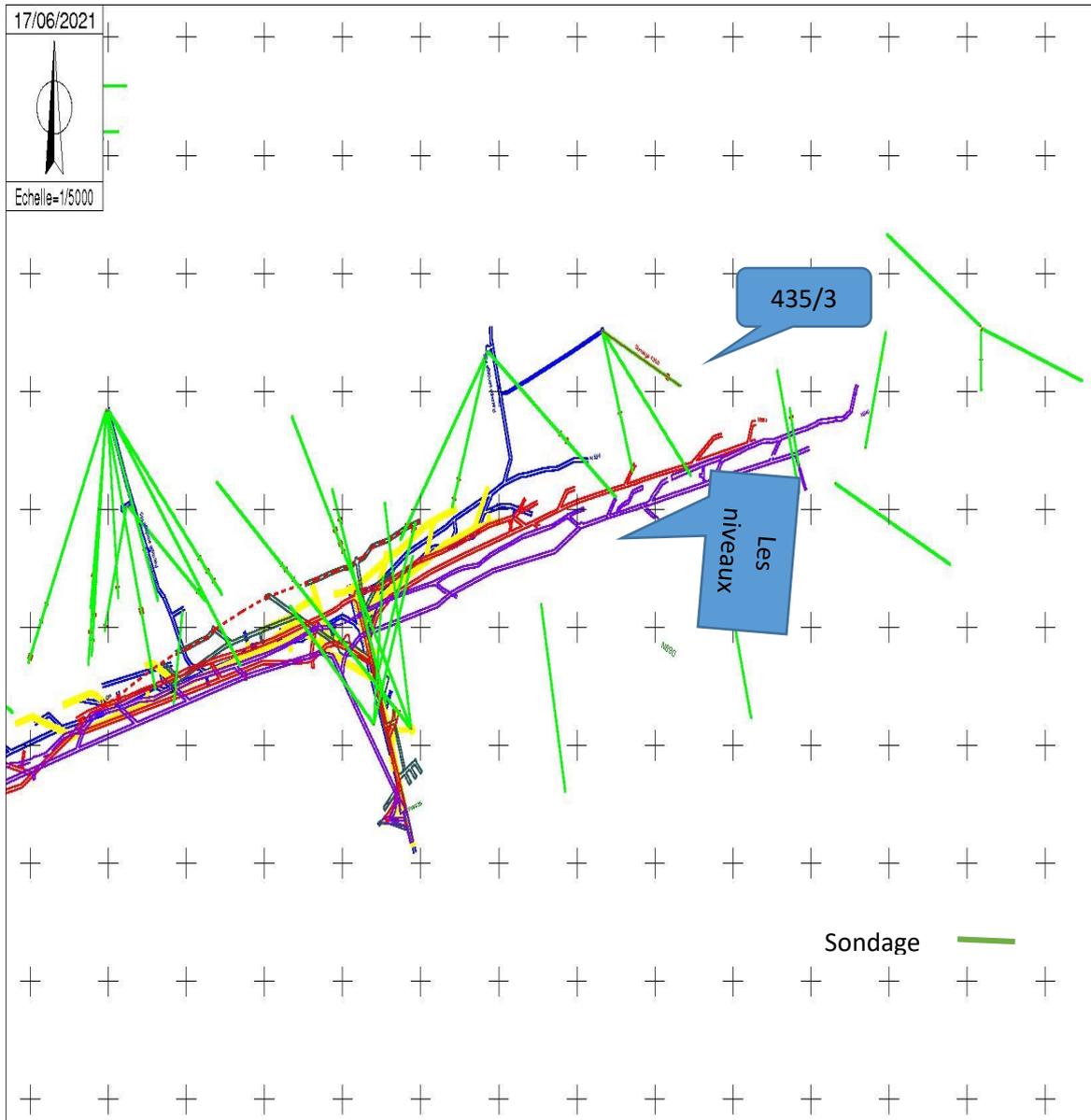
### 1-Implantation d'un sondage carotté :

#### a-Réalisation de la coupe prévisionnel :

la coupe prévisionnel c'est le projet d'un sondage, la coupe il se prépare à partir d'un plan (vue plane) qui correspond à la superposition de tous les travaux minier réaliser, l'objectif de cette coupe prévisionnel et d'avoir toute les données nécessaire pour implanter le sondage correctement (cordonnées , direction , inclinaison , métrage prévu).

Voir la vue plane :

Exemple :435/3



Carte 1 : Vue plane d'Ighrem Aousser

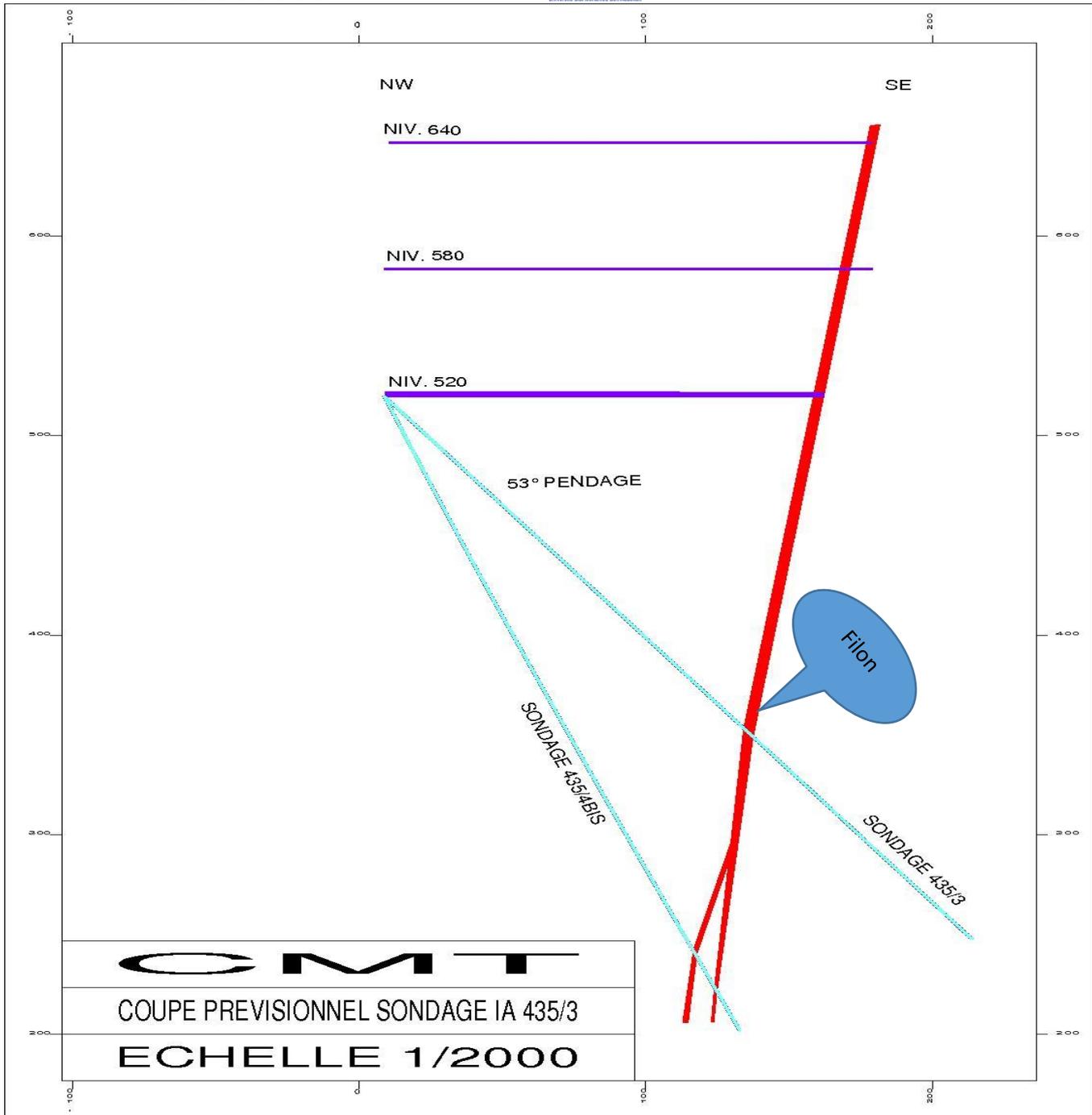


Figure 9 : coupe prévisionnel du sondage 435 /3

### b-Implantation des sondages :

Chaque sondage se caractérise par trois paramètres : la direction, l'inclinaison et les coordonnées Lambert (XYZ), il faut donc respecter ces paramètres lors de l'implantation pour cibler le corps minéralisé. Ces paramètres sont définis par le géologue et implanter sur le terrain par le géomètre selon l'objectif du sondage.

### c-description de la sondeuse:



**Photo4 : la sondeuse machine pour la réalisation des sondages carottés**

la machine du sondage est composée essentiellement des pièces stratégiques suivantes :

- ✓ Le train de tiges

Par l'intermédiaire d'un train de tiges, la machine transmet à l'outil:

- un effort de poussée vertical
- un couple de rotation.
- ✓ Le carottier

C'est l'élément important car la qualité du sondage et des échantillons dépend en grande partie de lui. Pour éviter que la carotte ne soit en contact avec la partie mobile et ne soit détériorée par l'eau de perforation on utilise un carottier double qui possède un tube intérieur recevant la carotte dès son entrée dans l'appareil.

- ✓ La couronne



**Photo5 : la couronne diamantée**

Elle est composée d'un matériau dur (généralement en diamant)

Pour empêcher un échauffement trop important, l'outil doit être refroidi par un fluide qui est soit de l'eau, ce fluide a, d'autre part, le rôle d'évacuer jusqu'à l'orifice les débris qui se forment autour de l'outil de découpage. La circulation du fluide est assurée dans le train de tiges creux par une pompe ou un compresseur.

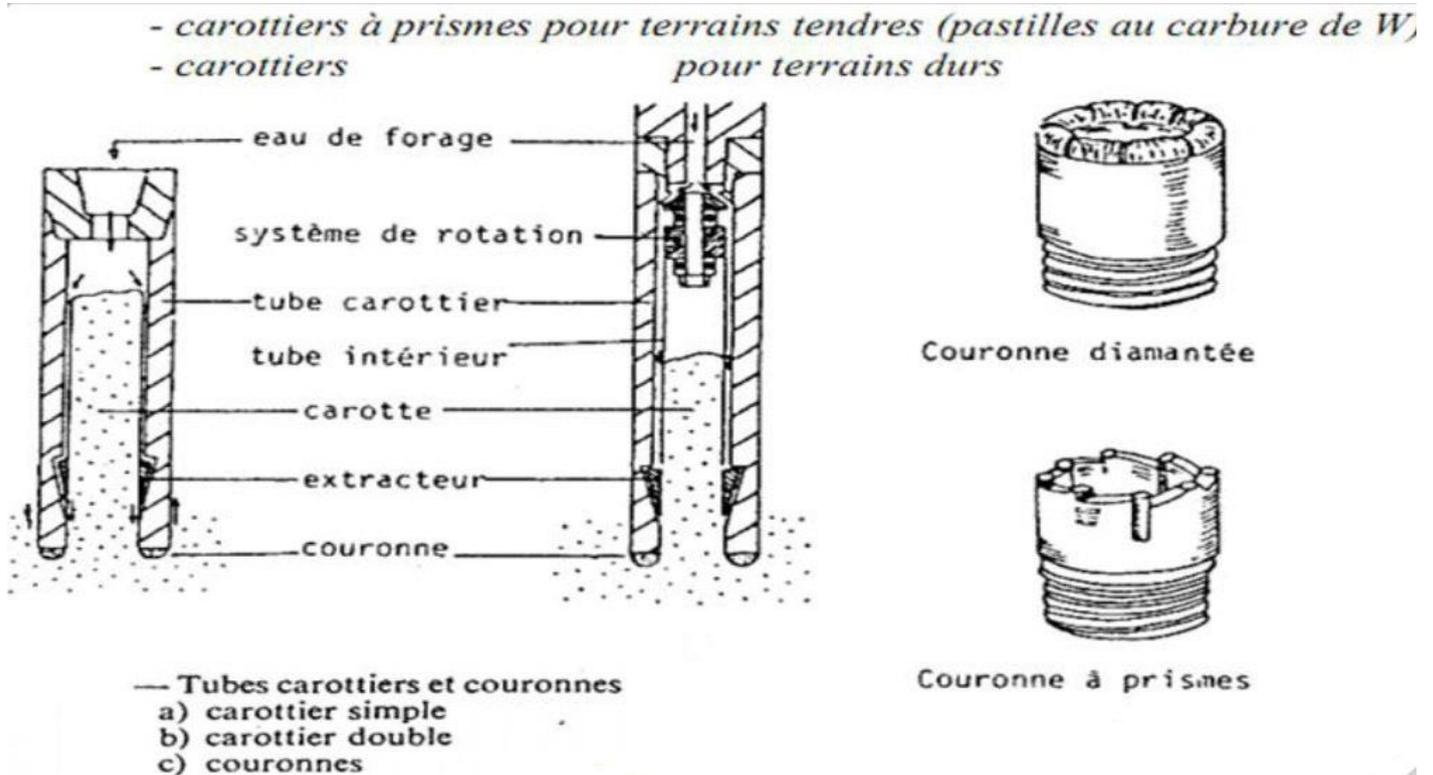


Figure 10: schéma montrant le mode du travail d'une sondeuse

### d-suivi de sondage carotté :

Le suivi de l'avancement du sondage se fait par le technicien sondeur qui est contrôlé par le géologue. Ce suivi consiste en :

- Mesure du métrage foré à la fin de chaque poste de travail et le reporté sur les caisses.
- Mesure de déviation chaque 50m (ou plus)
- Veille à ce que les caisses soient propres
- Rangement et numérotation régulier des caisses

Quand ou géologue chaque jour doit faire un levé géologique des carottes et la mesure de la récupération (en cas de besoin) tout en veillant à ce que les points cités soient respectés par le technicien sondeur.

La décision d'arrêter le sondage se fait par le géologue quand le sondage touche ou bien traverse la structure minéralisée prévue.

## 2-Préparation de la caisse minéralisée:



**Photo 6 : Caisses de sondage carotté fond**

### a-Description du filon minéralisé :

Le filon traverse par le sondage et composé de deux parties (la gangue et le support minéralisé) :

-La gangue se forme d'une brèche à élément d'encaissant, ankérite et sidérite cimentés par une matrice argileuse et des traces de galène et de blende.

-Le support minéralisé se forme d'une brèche à ankérite, sidérite, galène, blende et traces pyrite .



Photo 7 : carotte

### **b-Dépouillement du sondage :**

Le dépouillement consiste une description lithologique complète et détaillé du sondage, on note toute les observations géologiques (facies, des fractures, failles, S0, S1 ...)

Le document suivant montre un exemple du log stratigraphique du sondage :

	<b>SERVICE GEOLOGIE</b>	
	IGHREM AOUSSER Sondage carotté fond	

REFERENCE DU SONDAGE :	435/3	Réalisé en: 2013
DIRECTION :	127 °	
INCLINAISON :	53 °	
LONGUEUR TOTALE :	340.6 m	Dépouillé par : Mr. Z.SAADI
Distance/Filon :	m	
COORDONNEES X=	479586 m	
Y=	283334 m	
Z=	520 m	

DE	A	DESCRIPTION
0,00	3,20	Diamètre HQ : Schistes noirs + minces lits de grés .
3,20	6,90	Alternance des schistes noirs avec des bancs de grés millimétriques à centimétriques . Avec un changement de diamètre à cette cote (HQ ----- NQ).
6,90	13,60	Roche magmatique sombre (Tonalite) ,recoupée par des microfractures à quartz et pyrite.
13,60	22,00	Alternance des schistes noirs avec des bancs de grés transformés (changement de couleur).
22,00	35,00	Roche magmatique sombre recoupée par des microfractures à sidérite. Le contact est subparallèle à l'axe de la carotte .
35,00	96,20	Alternance des schistes avec des bancs de grés toujours transformés (millimétriques à centimétriques) recoupés par des fractures centimétriques à remplissage de quartz et de sulfures (pyrites). Ces fractures sont perpendiculaires ou obliques par rapport à l'axe de la carotte.
96,20	205,30	Dominance des schistes noirs avec l'existence de quelques minces lits de grés. * (141.5 à 141.6m) = Une fracture à sidérite, ankérite, traçe G et B + Pyrite. * (141.90 à 142m) = Une fracture à sidérite, pyrite et calcite. * (155.2 à 155.4 m) = Une fracture à quartz et sidérite stérile.
205,30	208,60	Sidérite et ankérite stérile.
208,60	212,20	Support minéralisé se forme d'une brèche à ankérite , sidérite + G et B.
212,20	214,00	Brèche à éléments d'encaissant , ankérite et sidérite cimentés par une matrice argileuse + traces G et B .
216,80	220,40	Ankérite et sidérite stérile.
220,40	270,60	Alternance des niveaux de schistes (mm à cm ) avec des bancs gréseux (centimétriques). *( 259.70 à 260.10m) = Une microbrèche avec les éléments d'encaissant cimentés par la sidérite.
270,60	340,60	Dominance des grés (centimétriques à dmétriques) avec des minces niveaux de schistes par endroit.

**Figure 11 : Le document suivant montre un exemple du log stratigraphique du sondage**

### 3- Échantillonnage et Sciage de sondage :

Au cours de la description pétrographique et minéralogique, il est important de marquer les carottes porteuses de l'anomalie minérales dans le but de faire un bon échantillonnage.

Une zone d'échantillonnage potentielle, généralement désignée par une minéralogie et un changement d'altération, est composée de trois parties.

La zone d'échantillonnage principale (veine, zone minéralisée, altération)

Le contact supérieur (juste avant la zone d'échantillonnage)

Contact inférieur (juste après la zone d'échantillon)

La carotte est coupée en deux parties à l'aide d'un disque diamanté.

L'échantillonnage des zones porteuses de la minéralisation repérées passe par la découpe d'un tronçon d'un mètre de longueur. Une moitié est envoyée au laboratoire, l'autre moitié est conservée en tant qu'un échantillon témoin. Ceux-ci sont conditionnés en sachets plastiques et dans chaque sachet est marqué le nom du sondage et le numéro de l'échantillon. Après une fiche d'analyse est rédigée pour être envoyé de même au laboratoire.



Photo 8 : machine de sciage

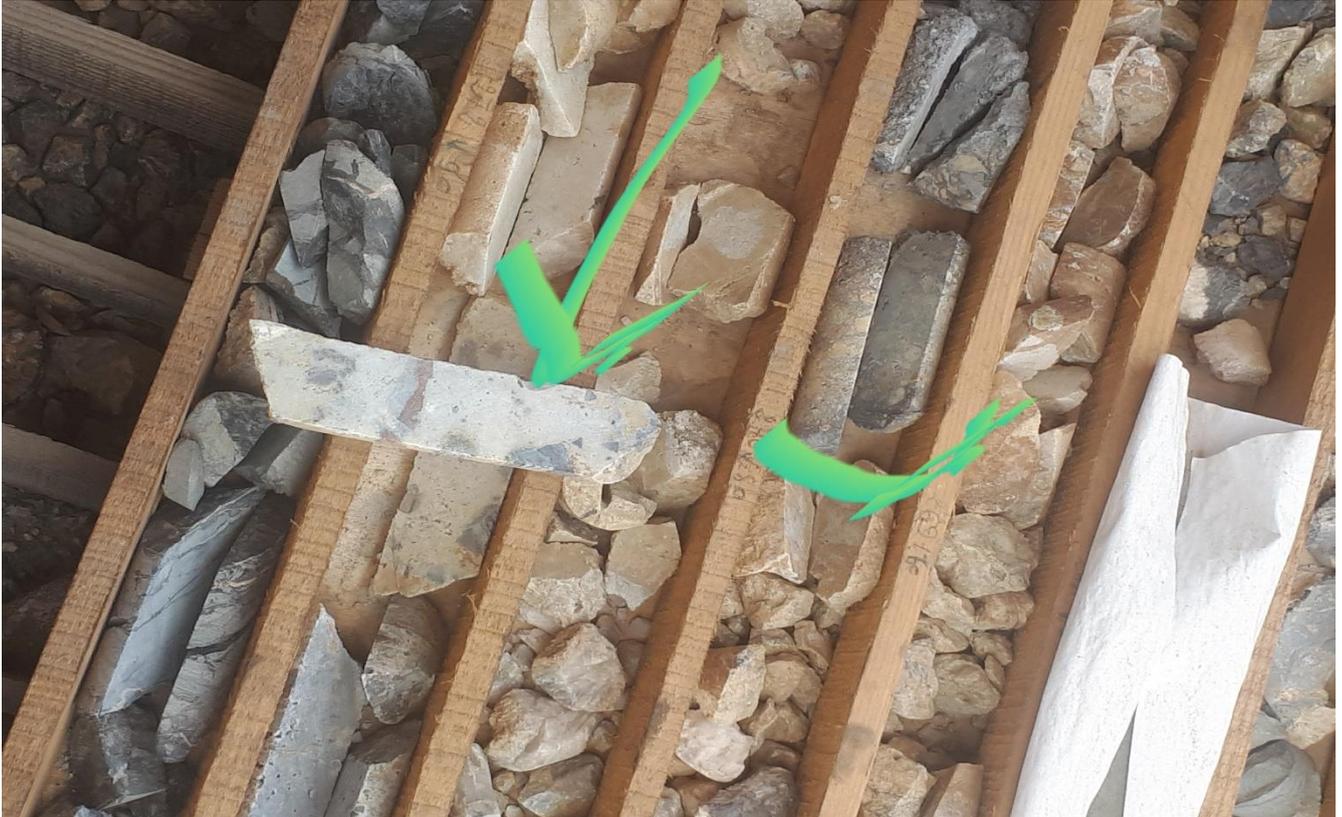


Photo 9 : Les carottes divisée en deux par la machine de sciage

## 4- Préparation des échantillons pour les analyses géochimiques

Les échantillons qui arrivent au laboratoire sont des échantillons roches, pulpes ou liquides.

### a-Préparation mécanique :

Le but essentiel de la préparation mécanique est la réduction de la taille de l'échantillon jusqu'à atteindre la maille souhaitée. Ceci nécessite une succession d'opérations de concassage et de broyage.

### b-étapes de préparation :

#### -Concassage :

L'échantillon est concassé plusieurs fois jusqu'à une maille de 12mm, dans un concasseur à mâchoire fixe et une autre mobile.

Le concasseur est nettoyé pour le prochain échantillon afin d'éviter les contaminations Par un diviseur de Jöns la quantité de l'échantillon est réduite. L'échantillon est concassé ensuite dans un concasseur à cylindre possédant deux gros cylindres en acier qui tournent simultanément dans une rotation centripète autour d'un axe horizontal. Pour réduire davantage la maille, il suffit de serrer la fente entre les deux cylindres par un ressort accroché à l'axe horizontal et repasser l'échantillon.

Répéter l'opération jusqu'au maximum de la fente (maille<2mm).

Séchage dans un four électrique.

### **-Broyage :**

L'échantillon ainsi concassé passe dans la salle de broyage. Avant de broyer, souvent les échantillons ont besoin d'être séché dans four électrique.

L'échantillon est mis dans un disque contenant un cercle et un cylindre tous en acier. Le disque est fermé par un couvercle en acier et posé dans un broyeur

Le disque est bien fixé par un axe mobile conçu pour cela. et recouvert par un couvercle pour éviter tout accident si jamais il y a relâchement du disque.

Une minuterie dans le broyeur permet de préciser le temps de broyage qui détermine la taille du grain de l'échantillon.

Généralement, le grain broyé a une maille <100micro m.

### **-Quartage :**

L'intérêt de quartage est de diminuer le poids de l'échantillon sans affecter sa qualité. Ceci peut s'effectuer de plusieurs manières soit manuellement ou à l'aide d'un dispositif appelé diviseur de Jöns.

Au cours de la préparation de notre échantillon, la première opération de quartage est réalisée après le premier concassage, la deuxième après le deuxième concassage à l'aide de diviseurs. La dernière est manuelle, et s'effectue à la fin du broyage pour diviser l'échantillon en quatre parts identiques (100g à chacune) . L'une des parts est donnée au laboratoire pour analyse, les trois autres sont gardés en témoin.

## 5- Méthodes d'analyse au laboratoire

Le laboratoire de CMT a pour but de contrôler la marche journalier de la laverie et de faire des analyses sur différents échantillons.

On a trois méthodes :

### Méthodes par mise en solution par voie humide :

Consiste à l'attaque d'échantillon et le mettre en solution par l'ajout des réactifs selon l'élément à doser.

### Méthodes par gravimétrie :

Permet de précipiter l'élément que l'on veut doser sous une forme suffisamment insoluble pour qu'il n'y a pas de perte lorsque le précipité est par filtration

Précipitation de PbS en sulfate de Pb par acide sulfurique.

### Méthodes de fusion et coupellation :

Méthodes utilisées détermination du pourcentage en poids de l'argent dans les concentrés Pb-Zn permet d'obtenir un bouton du métal à peser.

## 6-Résultats et bulletin d'analyses :

. A. Créé le		Visa demandeur	OBSERVATIONS DU DEMANDEUR :						N° SIGLE			
J	M	A	<i>Zouir</i>	SC I A 435/3						GEOLOGIE		
22	06	2013										
B. A. reçu le		Visa L/C	BULLETIN D'ANALYSES N°									
J	M											
Désignation échantillon			Pb T	Pb Ox	Pb s	Zn T	Zn Ox	Zn S	Ag	Au		
208,60 - 210,70 m			A	32,68		3,04			2,57			
210,70 - 211,20 m			B	13,90		12,74			266			
211,20 - 214 m			C	5,78		0,76			131			
			D									
			E									
			F									
			G									
			H									
Nombre d'analyses			OBSERVATIONS L/C								Visa Sect. Ch	
			1 PJ 13								J	M

Figure 12 : Résultats et bulletin d'analyses





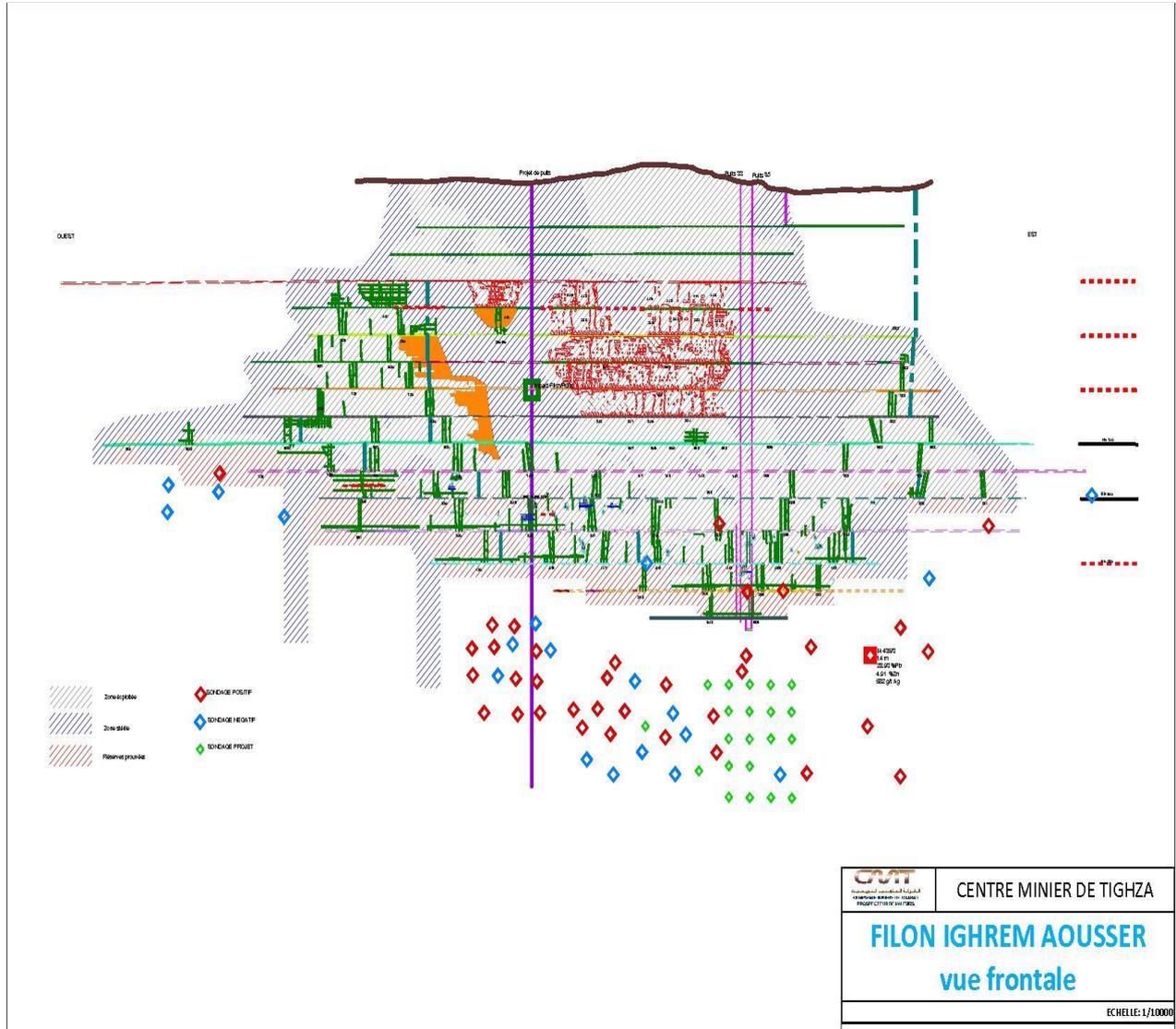
$$\sin 53^\circ = PV/PA$$

$$PV = PA * \sin 53^\circ$$

PV : Puissance vraie du filon

PA : Puissance apparente du filon

## 9-Le report des données sur la coupe longitudinale :



Carte 2 : vue frontale (longitudinale) du filon Ighrem Aousser



## REFERENCES :

<http://www.cmt.ma/>

<http://www.cmt.ma/html/historique.html>

<https://auplatamininggroup.com/en/monthly-situational-update-on-production-2/>

<http://www.onhym.com/component/content/article/26-cartes-des-domaines-petroliers-et-miniers/contenu/54-geologie-du-maroc-domaines-structuraux.html>

<http://gg.mines.gouv.qc.ca/documents/EXAMINE/RG9914/RG9914.pdf>

ESIRIS

D'après Cheilletz(1984)

Document CMT Tighza

D'après Michard, 2008

ONHYM

[http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2015/03/cir\\_39313.pdf](http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2015/03/cir_39313.pdf)

canadamines