

## RECONNAISSANCE HYDROGEOLOGIQUE PAR PROSPECTION GEOELECTRIQUE DANS LE SECTEUR TANFNITE- LKHMISS (région M'RIRT- KHINIFRA MAROC).

Par

*Azizi MOUSAID, Mimoun KIRAT, Driss HRITTA,*

*Hafid MEZOUAGANE, Abdel-ali KHARIS.*

*-Université Moulay Ismail-*

### Résumé :

La zone de **TANFNIT-LKHMISS** fait partie de la province de Khénifra, elle est située à mi-chemin entre Khénifra et Mrirt, à 10 km vers le Sud-est de Mrirt et à 20 km vers le Sud-ouest de Khénifra, et qui appartient également au causse moyen atlasique et au Méséta centrale qui est constitué par des terrains d'âge permo-triasique.

La Méséta centrale marocaine grossièrement tabulaire et pénéplanée après l'orogénie hercynienne (fin du Primaire) et souvent appelée Massif Central marocain. Des granites et des roches métamorphiques y affleurent essentiellement en trois massifs distincts : au sud de Rommani, au nord-ouest d'Aguelmous et à l'ouest d'Oulmès. Les schistes primaires (Ordovicien, Silurien, Dévonien et Carbonifère) sont très largement représentés dans la Méséta, où ils sont fréquemment injectés de filons doléritiques souvent minéralisés. En intercalation dans les schistes se rencontrent des bancs de quartzite ou de grès dont l'épaisseur varie de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. Enfin, quelques calcaires d'âge essentiellement Dévonien apparaissent dans des secteurs localisés et ne représentent que des épaisseurs peu importantes.

Ce massif n'a fait l'objet que de rares études locales en vue de l'alimentation en eau des centres : le mode de vie semi-nomade des habitants, la quasi-absence de terres cultivables, l'économie de type forestier et pastoral, les difficultés de pénétration n'ont guère contribué à faire exécuter les études détaillées qui seraient nécessaires pour mettre à jour des ressources dont on peut dire à priori qu'elles sont très limitées.

Les schistes primaires d'âge ordovicien, silurien, dévonien ou carbonifère sont largement représentés dans la Méséta. Ils sont imperméables en dehors de la zone d'altération superficielle où ils acquièrent une très faible perméabilité. La frange d'altération, d'épaisseur très variable (souvent 15-20 m, parfois plus de 50 m), est donc la seule exploitable ; les investigations par forages entreprises avec l'espoir de rencontrer des nappes profondes se sont toujours soldées par des échecs.

Dans le but de localiser les zones favorables à l'implantation de forages d'exploitation des eaux souterraines, plusieurs campagnes géophysiques par prospection géo-électrique ont été réalisées dans la région.

L'analyse et la comparaison des résultats d'interprétation de tous les diagrammes des sondages électriques obtenus ont montré une ressemblance en termes de succession de niveaux électriques. Les différences sont constatées plutôt au niveau des valeurs des résistivités qui sont parfois moyennement résistant, cette différence est expliquée essentiellement par la présence des épaisseurs plus importantes des niveaux résistants.

Les sondages électriques SE1 et SE6 présentent le résultat de l'ensemble des sondages réalisés dans la zone.

L'interprétation du diagramme du sondage électrique SE1 (zone 1) montre du haut vers le bas :

- Un terrain résistant superficiel d'épaisseur 7m qui correspond au sol et à la couche quaternaire ;

- Un terrain conducteur d'épaisseur égale à 15m environ et qui correspond à des Limons plus ou moins encroûtés ;
- Un terrain résistant d'épaisseur de 70m correspond vraisemblablement à des basaltes d'âge quaternaire, et parfois à des alluvions (galet et sables) ;
- Un substratum conducteur situé à une profondeur de 90m environ correspond à des schistes d'âge paléozoïque imperméable.

L'interprétation du diagramme du ce sondage électrique SE2 (zone 2) montre du haut vers le bas :

- Un terrain moyennement résistant superficiel d'épaisseur 7m correspond au sol et aux grés.
- Une succession de niveaux très résistants et moyennement résistants correspondent vraisemblablement à une alternance de grés et de pélites d'épaisseur total égale à 80 m environ;
- Un substratum conducteur situé à une profondeur de 87m environ correspond à des schistes d'âge paléozoïque imperméables.

L'analyse des profils TE1 et TE2 obtenue permet de montrer que les résistivités apparentes de différents profils ne montrent aucune anomalie significative de la présence d'une fracture souterraine.

**Mots clés :** Tanfnit-Lkhmiss – Prospection géoélectrique- forages d'exploitation - des eaux souterraines – analyse- sondages électriques- fracture souterraine.

-----

## **I. Situation géographique :**

La zone d'étude fait partie de la province de Khénifra, elle est située à mi chemin entre Khénifra et Mrirt, à 10km vers le Sud-est de Mrirt et à 20km vers le Sud-ouest de Khénifra (figure 1) et qui appartient également au causse moyen atlasique et au méséta centrale qui est constituée par des terrains d'âge permo-triasique.

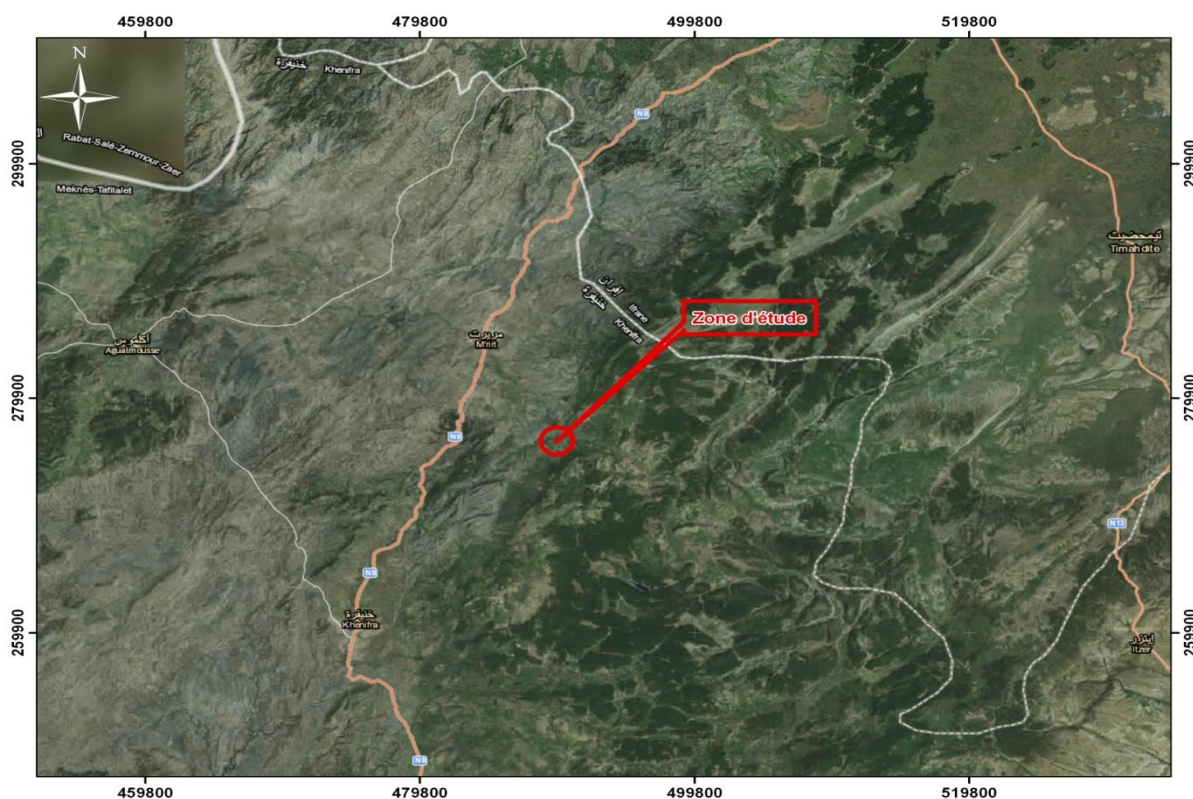
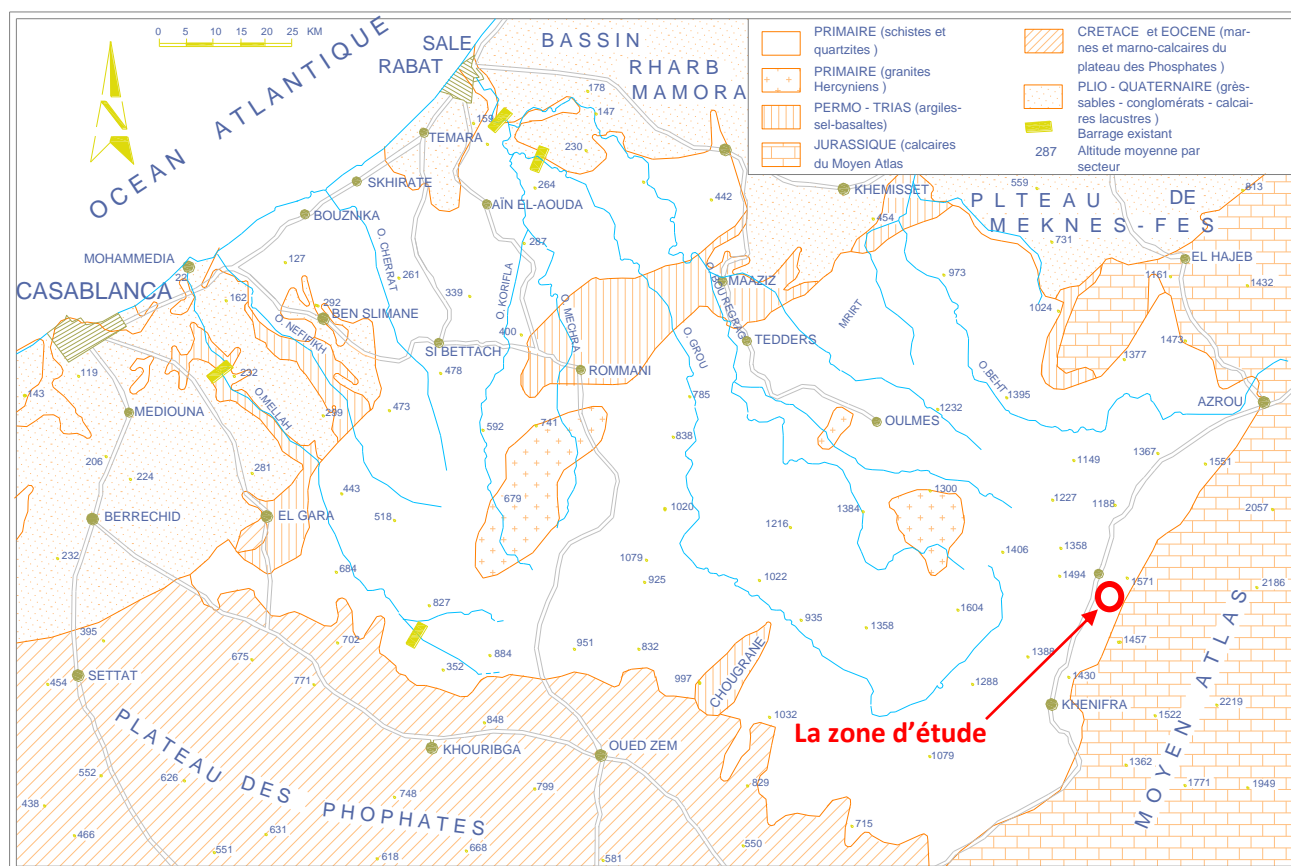


Figure 1 : situation de la zone d'étude sur fond satellitaire

## II-Aperçu géologique et stratigraphique :

La Méséta centrale marocaine grossièrement tabulaire et pénéplanée après l'orogénie hercynienne (fin du Primaire) et souvent appelée Massif Central marocain. Des granites et des roches métamorphiques y affleurent essentiellement en trois massifs distincts : au sud de Rommani, au nord-ouest d'Aguelmous et à l'ouest d'Oulmès. Les schistes primaires (Ordovicien, Silurien, Dévonien ou Carbonifère) sont très largement représentés dans la Méséta, où ils sont fréquemment injectés de filons doléritiques souvent minéralisés. En intercalations dans les schistes se rencontrent des bancs de quartzites ou de grès dont l'épaisseur varie de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. Enfin, quelques calcaires d'âge essentiellement Dévonien apparaissent dans des secteurs localisés et ne représentent que des volumes peu importants.

Sur les formations primaires de la Méséta reposent les placages plus ou moins étendus du complexe détritico-permo-triasique (argiles rouges, gypse et sel) dans lequel s'interstratifient des basaltes épanchés en coulées nues que l'érosion ultérieure a plus ou moins morcelées.



**Figure 2 : Situation de la zone d'étude sur fond géologique**

A l'Ouest, la Méséta centrale n'est recouverte que par des formations récentes, d'âge Miocène à Quaternaire, plus ou moins abondantes selon les endroits. Comme au Nord, les marnes miocènes sont très souvent présentes, Puis viennent des formations détritiques plio-quaternaires pouvant atteindre quelques dizaines de mètres d'épaisseur qui s'étendent sur toute la bande côtière atlantique sauf entre l'oued Ykem et l'oued Nefifikh. Ces formations gréseuses et sableuses à ciment calcaire constituent des réservoirs aquifères souvent intéressants dont les nappes sont d'ailleurs très exploitées, ce qui explique que certaines d'entre elles aient déjà été envahies par des arrivées d'eaux salées marines consécutives à des surexploitations.

Vers l'Est, la Méséta centrale marocaine disparaît sous les recouvrements des calcaires jurassiques du Moyen Atlas. Ces formations calcaires sont très étendues, épaisses (plusieurs centaines de mètres), diaclasées et fissurées, et de ce fait constituent un réservoir d'eau naturel remarquable qui alimente essentiellement les fleuves Sebou et Oum-er-Rbia. La partie centrale du Moyen Atlas est couverte par des épandages basaltiques d'âge Quaternaire pouvant atteindre une centaine de mètres d'épaisseur.

### III-Aperçu hydrogéologique

#### LA MÉSÉTA CENTRALE

Ce massif n'a fait l'objet que de rares études locales en vue de l'alimentation en eau des centres: le mode de vie semi-nomade des habitants, la quasi-absence de terres cultivables, l'économie de type forestier et pastoral, enfin les difficultés de pénétration, n'ont guère contribué

à faire exécuter les études détaillées qui seraient nécessaires pour mettre à jour des ressources dont on peut dire à priori qu'elles sont très limitées.

### Les schistes primaires

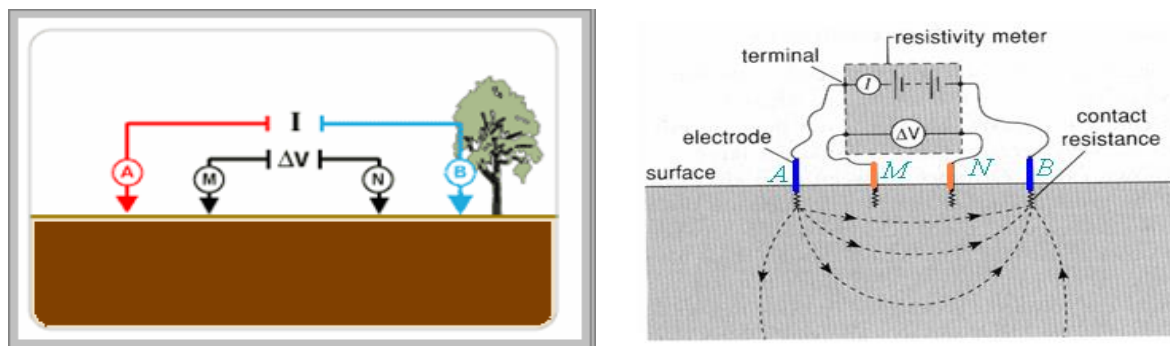
D'âge ordovicien, silurien, dévonien ou carbonifère, ils sont largement représentés dans la Méséta. Ils sont imperméables en dehors de la zone d'altération superficielle où ils acquièrent une très faible perméabilité. La frange d'altération, d'épaisseur très variable (souvent 15-20m, parfois plus de 50m), est donc seule exploitable ; les investigations par forages entreprises avec l'espoir de rencontrer des nappes profondes se sont toujours soldées par des échecs. Une dizaine de forages ont notamment été exécutés par les autorités américaines en 1954 pour tenter d'alimenter la base de Benslimane; profonds en général de 50m, sauf un qui atteint 305m, ces ouvrages n'ont pu mettre à jour qu'un débit unitaire inférieur à 1 l/s avec des rabattements de plusieurs dizaines de mètres. Des résultats meilleurs auraient été obtenus avec de simples puits munis de galeries.

De plus, la qualité chimique de l'eau de ces schistes est toujours très médiocre : le résidu sec n'est jamais inférieur à 1 g/l et est le plus souvent supérieur à 2 g/l.

## IV-Présentation de méthodes géophysiques utilisées :

### Méthode géo-électrique : Fig. 3

**Principe:** La méthode électrique est basée sur la mesure en surface de l'intensité et de la différence de potentiel existante entre les différentes électrodes du dispositif de mesure. Le rapport de ces deux paramètres permet de calculer la résistivité des terrains sous-jacents.



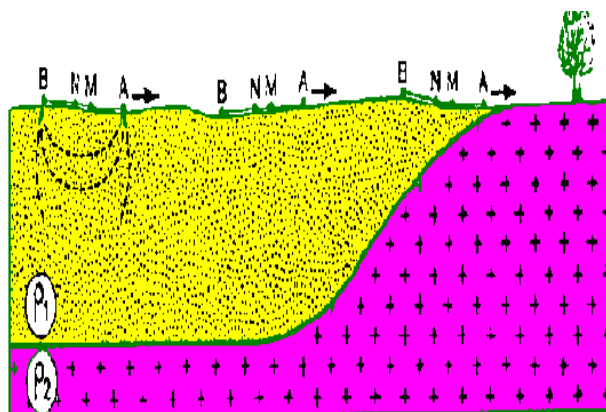
**Fig. 3 : Principe de la méthode géo-électrique.**

On note la présence de deux techniques fondamentales au sein de la géo-électrique quel que soit le dispositif utilisé, il s'agit de technique de sondage électrique et technique de trainé électrique (TE). Fig. 4

La technique utilisée dans le cadre de ce travail est celle des trainés électriques. Il s'agit de déplacer (déplacer) un quadripôle AMNB de dimension fixe et à mesurer la résistivité apparente  $\rho_a$  en fonction de la position du dispositif ce qui permet une investigation latérale.

L'écartement entre les électrodes étant fixe, la profondeur d'investigation est relativement constante et la résistivité apparente  $\rho_a$  mesurée dépend des variations latérales des résistivités rencontrées





**Fig. 4 : Principe des trainés électriques.**

Le matériel utilisé est un résistivimètre GéoTrade Mod GTR-3 à inversion de polarité et sommation de signaux avec un convertisseur générateur de courant 600V de GéoTrade, le dispositif utilisé est Schlumberger. Fig. 5

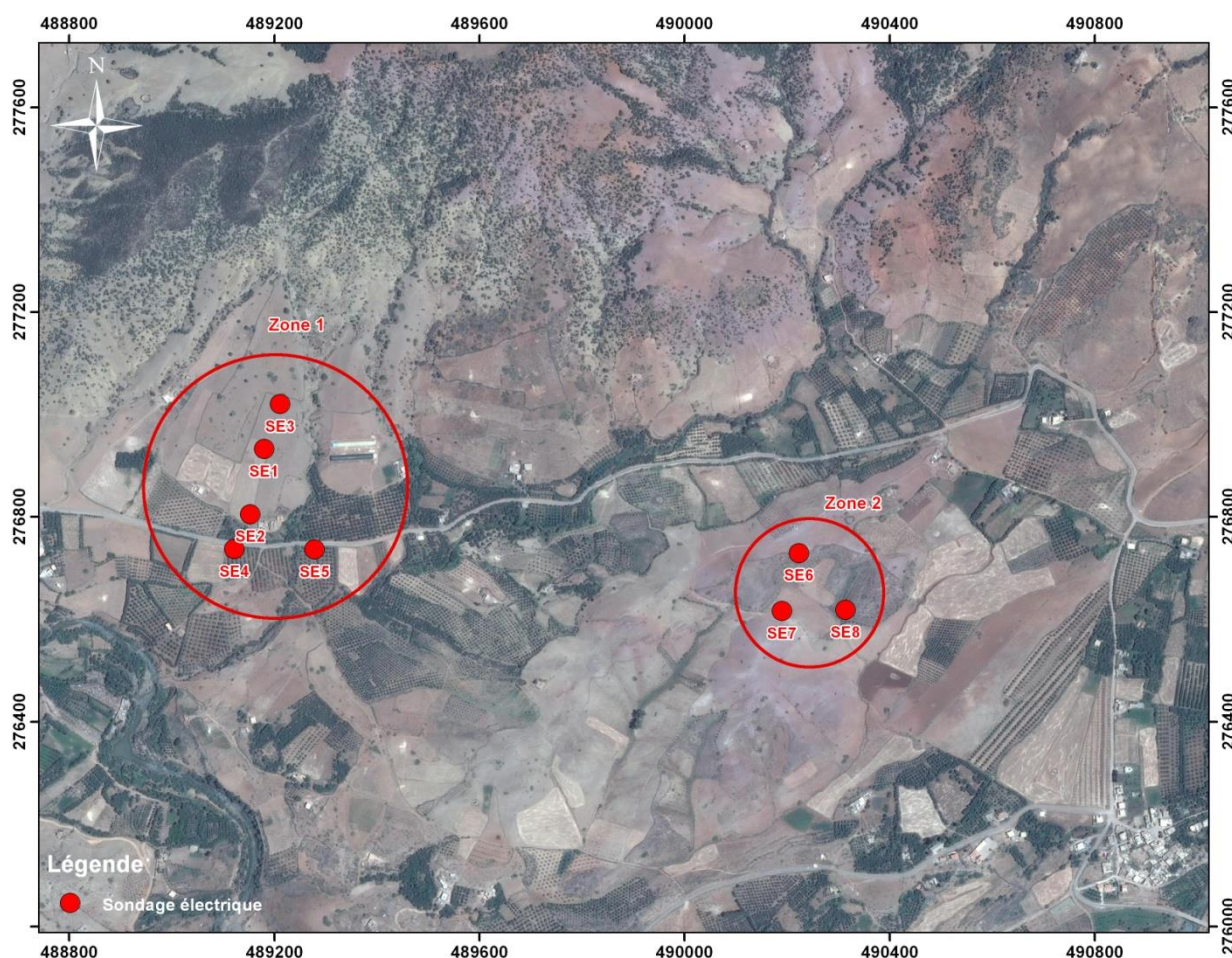


**Fig 5 :résistivimètre GéoTrade Mod GTR-3 et convertisseur générateur de courant 600V de GéoTrade**

### 1-Travaux Effectués :

Dans la zone d'étude, situé dans la région de Mrirt, la campagne de prospection géophysique par méthode géo-électrique a comporté la réalisation de 08 sondages électriques type Schlumberger avec un espacement entre les électrodes d'injections égale à  $AB = 1000m$ , et deux trainés électriques pour une prospection horizontale avec un espacement entre les électrodes égale  $AB = 300m$  et  $600m$ ,  $MN = 100$  types wenner pour une profondeur d'investigation totale égale à  $200m$  environ.

L'implantation de l'ensemble de ces mesures est donnée à la figure 6 ci-dessous.



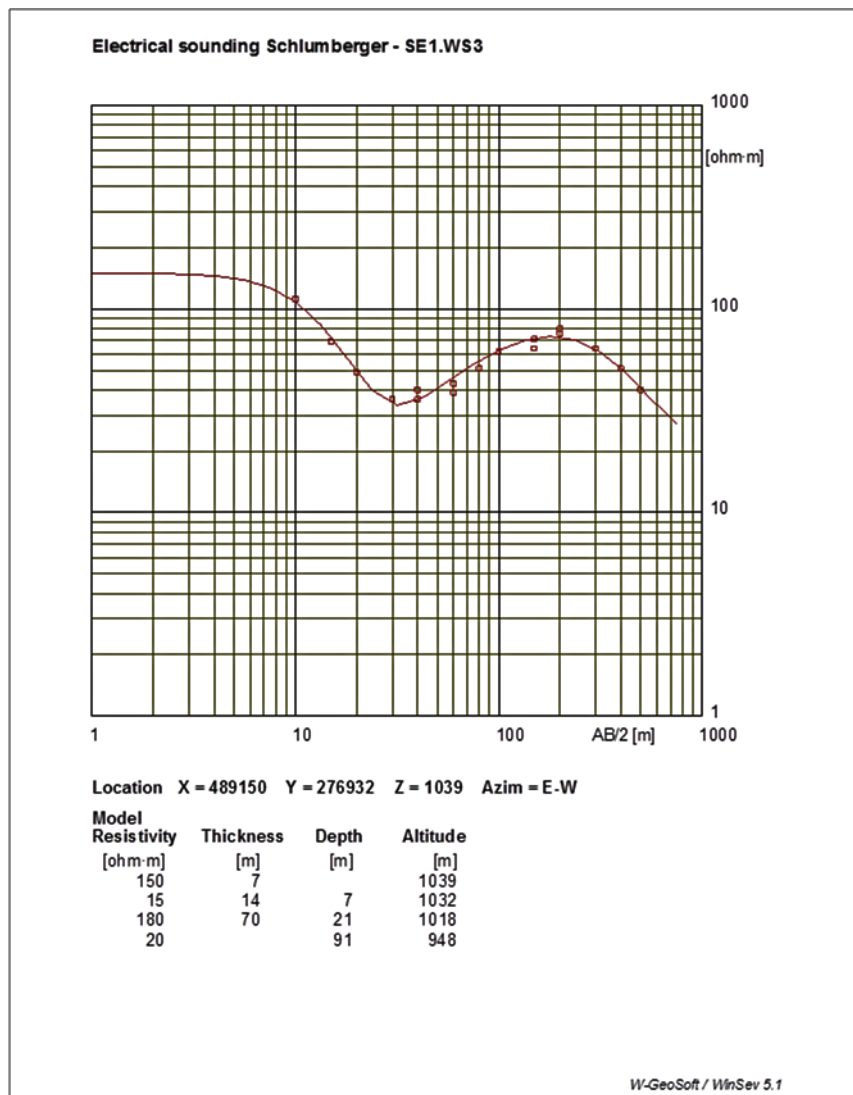
**Figure 6 : Implantation des mesures géoélectriques réalisées**

## 2-Interprétation des sondages électriques

Le traitement qualitatif des 03 SEV réalisés dans la zone d'étude a permis d'obtenir les diagrammes présentés ci-dessous. L'interprétation de ces diagrammes par le logiciel Winsev montre d'une manière générale une alternance de niveaux résistants et conducteurs.

L'analyse et la comparaison des résultats d'interprétation de tous les diagrammes des sondages électriques obtenus ont montré une ressemblance en terme de succession de niveaux électriques. Les différences sont constatées plutôt au niveau des valeurs des résistivités qui sont parfois moyennement résistants, Ces différences son expliquées essentiellement par la présence des épaisseurs plus importantes des niveaux résistants.

On présentera ici en particulier les résultats du sondage électrique SE1 et SE6 représentatif de l'ensemble des sondages (Figure 7, 8), l'interprétation des diagrammes de l'ensemble des sondages électriques est donnée à l'annexe.

**Zone 1 SE6****Figure 7 : diagramme du SEV SE1 zone 1**

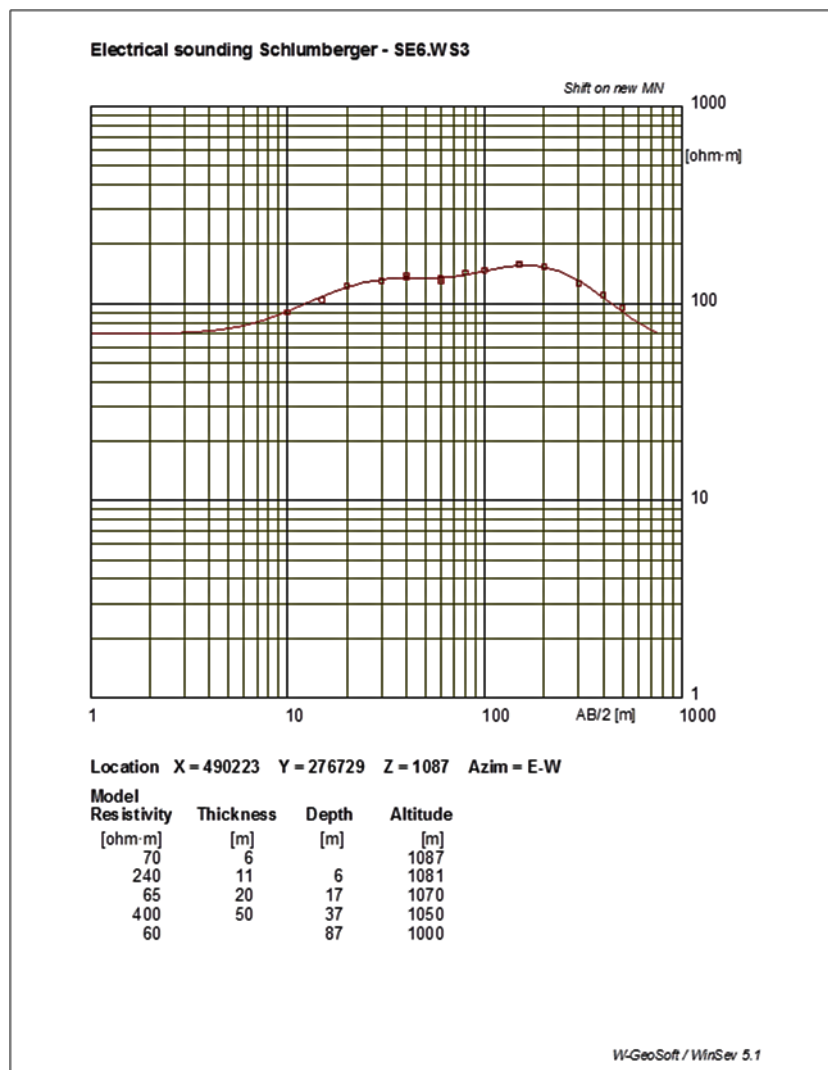
L'interprétation du diagramme de ce sondage électrique montre du haut vers le bas :

- Un terrain résistant superficiel d'épaisseur 7m qui correspond aux sols et aux couches quaternaire ;
- Un terrain conducteur d'épaisseur égale à 15m environ et qui correspond à des Limons plus ou moins encroûtés ;
- Un terrain résistant d'épaisseur de 70m qui correspond vraisemblablement à des basaltes d'âge quaternaire, et parfois à des alluvions (galet et sables) ;



- Un substratum conducteur situé à une profondeur de 90m environ correspond à des schistes d'âge paléozoïque imperméable.

### Zone 2 SE6



**Figure 8 : diagramme du SEV SE6 zone 2**

L'interprétation du diagramme de ce sondage électrique montre du haut vers le bas :

- Un terrain moyennement résistant superficiel d'épaisseur 7m qui correspond aux sols et aux grés.
- Une succession de niveaux très résistants et moyennement résistants qui correspondent vraisemblablement à une alternance de grés et de pélites d'épaisseur total égale à 80m environ;
- Un substratum conducteur situé à une profondeur de 87m environ qui correspond à des schistes d'âge paléozoïque imperméables.

### 3-Interprétation des trainés électriques

#### Profil n°1 :

Le traîné électrique TE1 est réalisé dans la partie Nord (Figure 9) ci-dessus.

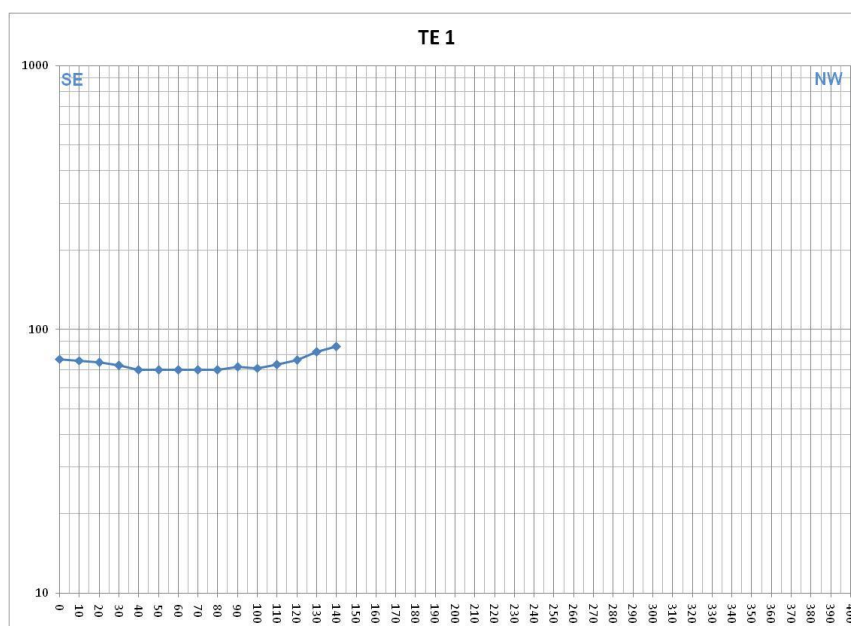
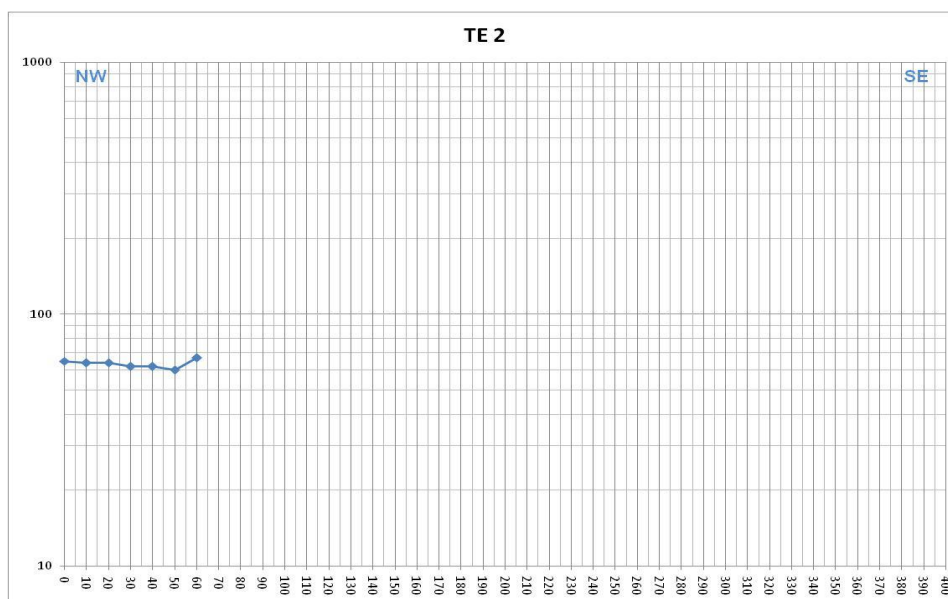


Figure 9: traîné électrique TE1 dans la partie Nord du terrain en direction SE-NW

L'analyse du profil TE1 obtenu permet de montrer que les résistivités apparentes varient entre 0 et 90 Ohm.m avec une légère diminution au milieu du profil pour atteindre une valeur égale à 70 Ohm.m, ce profil ne montre aucune anomalie significative de la présence d'une fracture souterraine.

#### Profil n°2 :

Le traîné électrique TE2 est réalisé dans la partie Sud (Figure 10) ci-dessus.



**Figure 10: trainé électrique TE2 dans la partie Sud du terrain en direction SE-NW**

L'analyse du profil TE2 obtenu permet de montrer que les résistivités apparentes sont quasi stables entre 60 et 70 Ohm.m, ce profil également ne montre aucune anomalie significative.

### **V-Conclusions Générales et recommandations :**

La campagne géo-électrique réalisée dans la région de TANFNIT-LKHMISS à comporté la réalisation de 08 sondages électriques et de 02 profils de trainés électriques, l'analyse et l'interprétation de l'ensemble des résultats géologiques, hydrogéologiques et géophysiques à permis de mettre en évidence les conclusions suivantes :

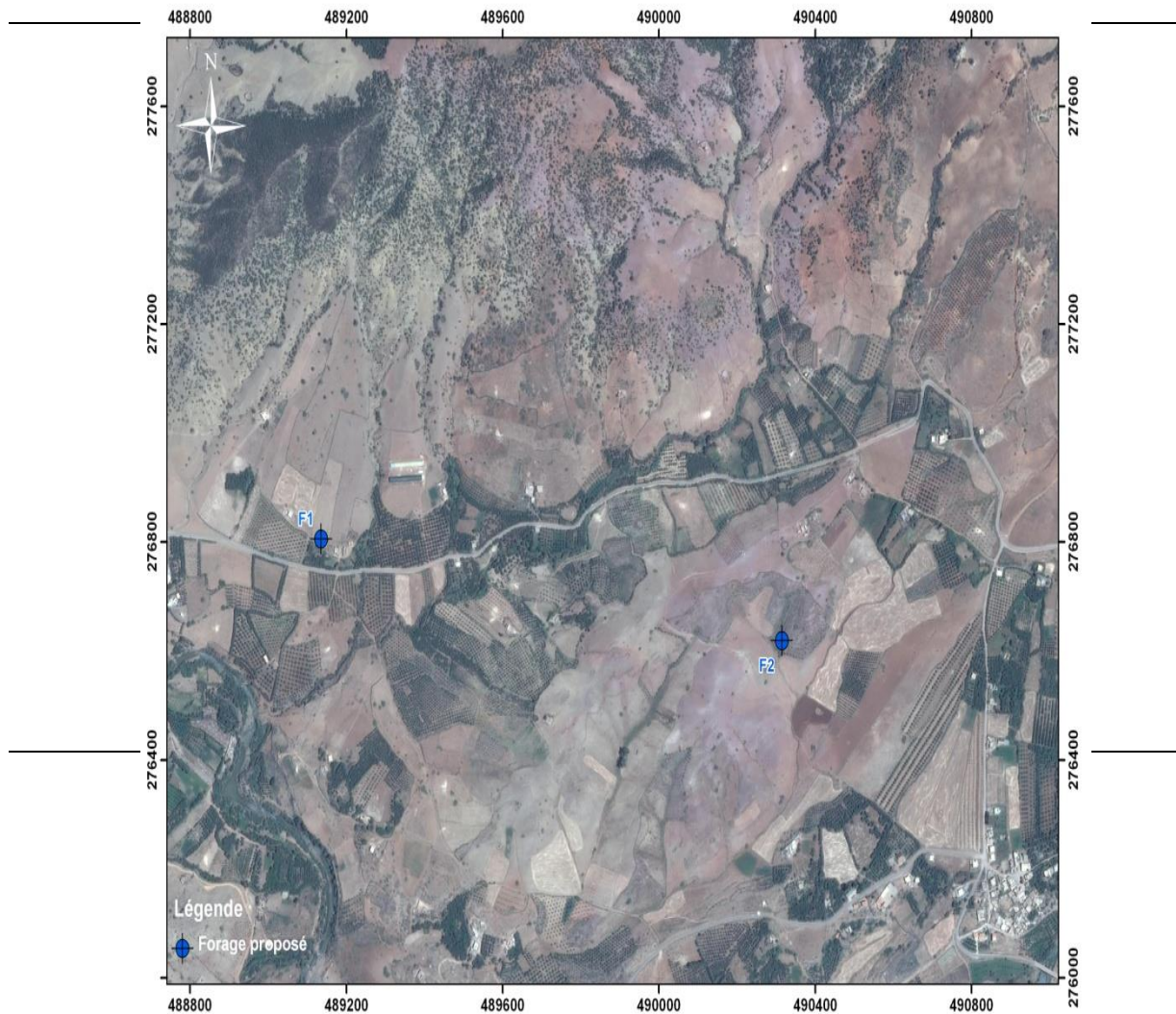
- La région d'étude appartient au Massif Central Marocain qui est constitué par des terrains primaire;
- La zone d'étude est constituée par des terrains schisteux en profondeur et quaternaires en surface (basaltes, galets et sables);
- La direction de la fracturation au niveau de la zone d'étude est généralement NE-SW;
- Les eaux souterraines circulent au niveau des terrains quaternaires et les grès d'âge primaire;
- L'interprétation des sondages électriques a permis de définir plusieurs couches de résistivités et d'épaisseurs différentes;
- aucune anomalie électrique n'a été identifié au niveau des profils de trainé électrique ;

### **Recommandations**

A la lumière des résultats obtenus nous recommandons de réaliser deux forages de reconnaissances aux droits des sondages électriques SE2 et SE8 (Figure 11).

NOM	X	Y	Profondeur totale
<b>F1</b>	489153	276805	100 m
<b>F2</b>	490314	276618	90 m

Toutefois il ne faut pas s'attendre à un débit important vue la nature lithologique de la zone d'étude qui est constituée généralement par des terrains primaires.

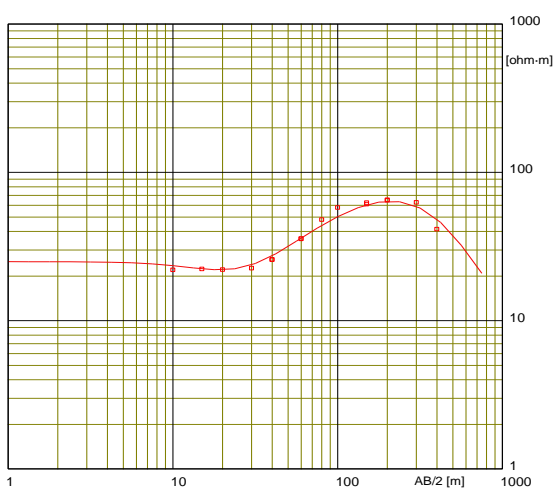


**Forage 11 : carte de situation du forage proposé**



## VI-ANNEXE

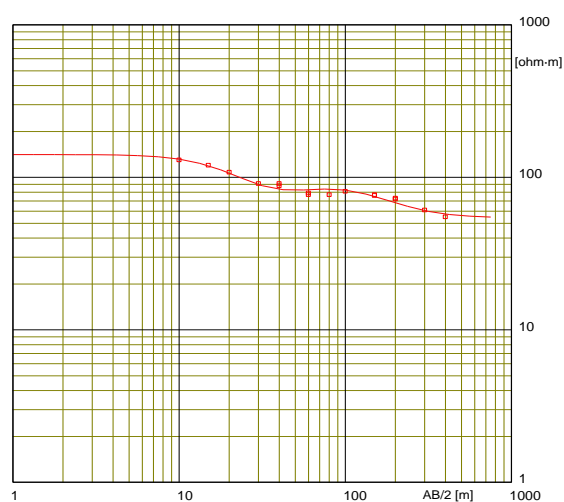
Electrical sounding Schlumberger - SE2.WS3



Location X = 489153 Y = 276805 Z = 1033 Azim = E-W

Model Resistivity [ohm-m]	Thickness [m]	Depth [m]	Altitude [m]
25	7	7	1033
17	18	7	1026
164	85	25	1008
10		110	923

Electrical sounding Schlumberger - SE3.WS3

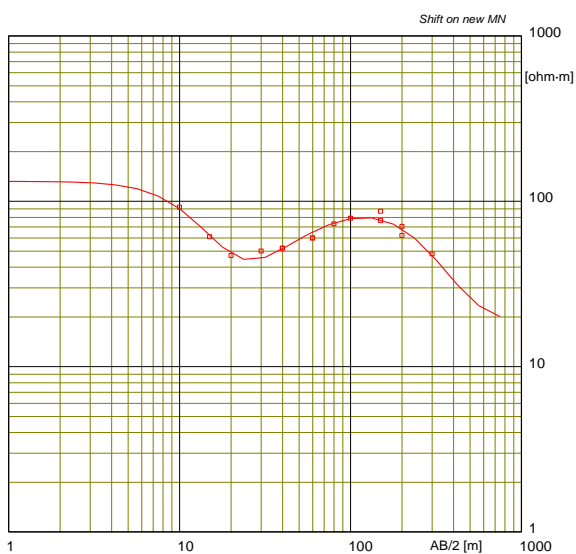


Location X = 489211 Y = 277020 Z = 1045 Azim = E-W

Model Resistivity [ohm-m]	Thickness [m]	Depth [m]	Altitude [m]
141	10	10	1045
60	20	10	1035
167	20	30	1015
54		50	995

Electrical sounding Schlumberger - SE4.WS3

W-GeoSoft / WinSev 5.1

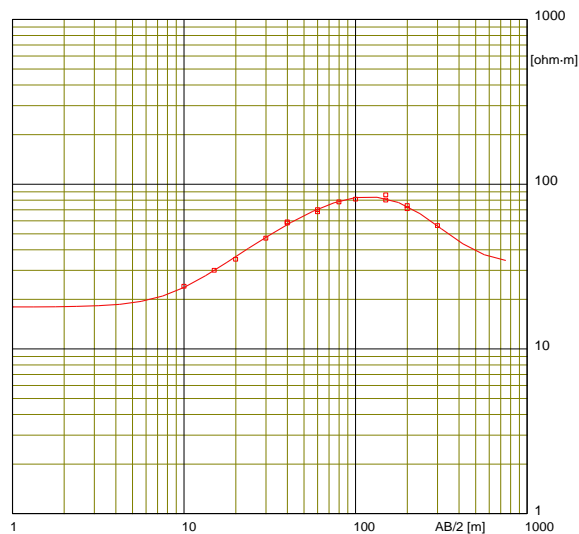


Location X = 489122 Y = 276737 Z = 1015 Azim = E-W

Model Resistivity [ohm-m]	Thickness [m]	Depth [m]	Altitude [m]
132	6	6	1015
22	12	6	1009
187	50	18	997
18		68	947

Electrical sounding Schlumberger - SE5.WS3

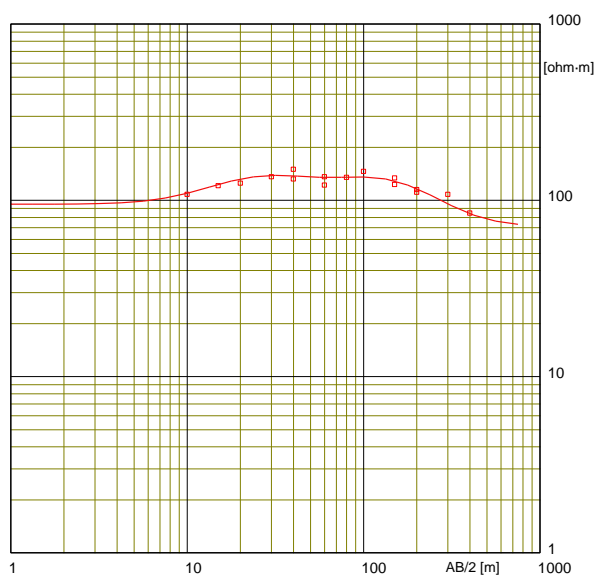
W-GeoSoft / WinSev 5.1



Location X = 489278 Y = 276736 Z = 1017 Azim = E-W

Model Resistivity [ohm-m]	Thickness [m]	Depth [m]	Altitude [m]
18	7	7	1017
87	14	7	1010
167	45	21	996
32		66	951

## Electrical sounding Schlumberger - SE7.WS3



Location X = 490190 Y = 276616 Z = 1069 Azim = E-W

Model			
Resistivity	Thickness	Depth	Altitude
[ohm-m]	[m]	[m]	[m]
95	7		1069
230	10	7	1062
60	12	17	1052
240	40	29	1040
70		69	1000

W-GeoSoft / WinSev 5.1

## Références Bibliographique

- ABESSOLO ABENELANG A., BENALI OULHAJ S. HUSSO. Y. (1980)** - *Tectonique et minéralisation dans le champ filonien a Spath-fluor d'El Hammam Marcel: Filon principal et filon P3. Stage de 4ème année. Ecole des Mines de Paris. 32 p.*
- AGARD J., BALCON J.M. ORIN PH. (1958)**, *Etude géologique et métallogénique de la région minéralisée du Jbel Aouam (Maroc Central). Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, pp. 126-132.*
- AGARD J. (1966)** : *Données nouvelles sur le district fluorique d'El HAMMAM-BERKAMENE (Maroc Central), rapport SEGM, n° 843*
- AGARD J. (1980)** - *Fluorite, in Géologie des gîtes minéraux marocains. 2 édit.l. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc n°.276.*
- ALLARY A. LA VENU A., RIBEYROLLES A. (1976)**, *Etude tectonique et micro- tectonique d'un segment de chaine hercynienne dans la partie sud orientale du Maroc Central. Notes et Mém. Ser. Géol. Maroc, n° 261, 169 p.*
- BEN ABOU M. (1990)** : *Evolution stratigraphique et structurale au cours du paléozoïque de la bordure Nord du massif central (région d'agourai, Maroc), thèse 3eme cycle – Univers. Fès – 214 pages*
- BRGM (1993)** : *Caractérisation multicritère de minéralisation dans le paléozoïque du MAROC central. Rapport interne REMINEX.*
- CAILLEUX Y. (1978)** : *Géologie de la région des Smaala (massif central marocain ) = la stratigraphie et tectonique hercynienne, notes et mémoires Serv. Geol. Maroc ; T. 40,n 275, pp.7-106.*
- CHEILLETZ A. (1984)** : *Caractéristiques géochimiques et thermo-bonométriques des fluides associés à la scheelite et au quartz des minéralisations de tungstène Jbel Aouam, Bull. minéral. 107, pp.255 – 272.*
- CHUBERT G. et MARCAIS J. (1952)**- *aperçu structural. In « Géologie du Maroc » notes et mémoire serv. Géol. Maroc, 100 p.*
- DIOT H., BOUCHEZ J.L, BOUTALAB M. et MACAUDIERE J. (1987)** : *Le granite d'Oulmes (Maroc Central): structure de l'état magmatique a l'état solide : modèle de la mise en place, Bull.Soc.Géol.F., T. III – n° 1 , pp. 157-168.*

**EL AZZAB D. (1993) :** Contribution de géomagnétisme à l'étude de mise en place du magmatisme Atlasique et Rifain post-paléogène. Thèse de doctorat d'état. Univ. Sidi Mohammed Ben Abdellah. Faculté des Sciences et Techniques Sais-Fès.

**EL MAGHRAOUI L. (1970),** Le gisement de fluorine d'El Hammam Maroc Central. Rapport int. BRPM, n° 439, 42p.

**FELENC J., ALJI M. BELLOT A. FOURNIER M. ET JIDORI S., (1989):** Discovery of a concealed pyrrhotite and base –metal bearing sulfide body et Hajar (Guemassa massif, Morocco), *chron.Rech.Min. Special issue* pp. 15-19.

**JEBRAK M. BENYOUB F. (1980),** Etude thermométrique des inclusions fluides de quelques filons de fluorine du Maroc. Mines, Géologie et Energie. n° 48. pp. 151- 158.

**GENTIL L. (1918) :** notice sur les titres et travaux scientifiques de L. GENTIL. Larose édit. , Paris 132p.

**GIBERT D. and GALDIANO A. (1985):** A computer program to perform transformation of gravimetric and aeromagnetic survey. *Computers and geosciences* vol. 11, N°, 5, pp. 553-588.

**GUILLIALNI G. (1982):** Contribution a la géologie du massif granitique des Zaer (Maroc Central) = étude des minéralisations Sn –W- Mo associées – thèse INPL (Nancy, France) – 347 pages.

**HAJJI I. (1987) :** Etude géologique et géophysique de la région d'Ouljat Sultane – rapport interne SAMINE.

**KOSAKEVITCH A. (1965),** Description minéralogique du filon de fluorine d'El Hammam, Achemech, Maroc Central. Rapport SEG-t. n° 811. Rabat

**LEBLANC M. et CELOT J. R. (1980) :** Interprétation géodynamique du domaine panafricain (précambrien terminal) de l'Anti Atlas (Maroc) à partir de données géologiques et géochronologiques. *J. can. Sci. Terre*, 17, pp 142-155.

**MICHARD A. (1976) :** Eléments de la géologie marocaine – Notes et Mem.Serv Geol. Maroc –n° 252 ; 408 pages.

**MILIAN J.F. –(1982)-** Etude de la partie NW du district d'El Hammam D.E.A. Univ. Orléans.

**MORIN P. (1951),** Quelques problèmes relatifs aux roches granitiques et microgranitiques et à leurs minéralisations dans le Maroc Central. *Notes Serv. Géol. Maroc. t.4. n.83, pp. 163-182*



**OUALI H. (2001) :** *Le paléovolcanisme cambrien de la Méséta marocaine : caractérisation géochimique et implications géodynamiques. PP 7-9.*

**PIQUE A. (1976),** *Evolution sédimentaire du Nord-Ouest de la Méséta marocaine au cours du Carbonifère. Les étapes du comblement du bassin. C.R. Acad.Sc.Frt.282, pp.957-960.*

**PIQUE A. (1979),** *Evolution structurale d'un segment de la chaîne hercynienne, la Meseta Marocaine Nord- occidentale. Thèse doct. ès Sc. Strasbourg, 253 p. et Sei.Geol Mem.56.*

**PIQUE A. KHARBOUCH F. (1983),** *Distension intracontinentale et volcanisme associé. La Meseta marocaine nord occidentale au Dévonien-Dinantien. Bull. Centres Rech. Explor.-PrQd. E lf-Aquitaine. 7.1, pp. 377-387.*

**PIQUE A. MICHARD A. (1981),** *Les zones structurales du Maroc hercynien. Sei.GeQJ.Bull.34, 2, pp.135-146.*

**PIQUE A. Et MICHARD A. (1989)-** *Moroccan Hercynides : A synopsis. The paleozoic sedimentary and tectonic evolution al the northern margin of West africa. Am. J. Sci. , 289, pp. 283-330.*

**RAHHO H. (1996),** *Etude géologique de paléozoïque d'El Hammam. Analyse de la fracturation et relation avec les structures minéralisées (Maroc central septentrional).*

**ROUTHIER P. (1980),** *Où sont les métaux pour l'avenir? Les provinces métalliques. Essai de métallogénie globale. Mém. BRGM, Fr. n°.105, 410 p.*

**ROUTHIER P. (1980) :** *Ou sont les métaux pour l'avenir ? Les provinces métallifères : essai de métallogénie globale – Mém. BRGM – n°105, 410 pages.*

**TELFORD W M., GELDART. L P, SHERIFF R E., KEYS D A. (1981):** *Tome 4. Prospection géophysique. Prospection magnétique. Prospection gravimétrique. Exemples combinés.*

**VAN MARCKE DE LUMMEN. (1979),** *Contribution à l'étude pétrographique et minéralogique d'un skarn stannifère. El Hammam (Maroc Central). Mém. thèse L'Univ. Louvain. 99 p.*

**ZOUHIR M., (1993) :** *étude géologique du secteur NNE d'Achemache (Ticht Ougas)*

