



Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la
Terre et de l'Univers**

Département des Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Sciences de la Terre

Option : Géoressources

Thème :

**Méthodologie d'approche de l'indice uranifère Abalekane:
De l'aérospectrométrie jusqu'à sa valorisation
Bassin de Tin Séririne, Hoggar, Algérie**

Réalisé par : M. BAGHLI Hichem et M. BENABBOU Oussama

Soutenu le 26 Juin 2014 devant le jury composé de :

Mme. AZZOUNI SEKKAL Abla,	Professeur	Univ. Tlemcen	Présidente
M. KACEMI Ali,	Maitre de conférences B	Univ. Tlemcen	Encadreur
M. KABECH Ali,	Chargé de recherche	Comena Alger	Co-encadreur
M. BELMOUHOUAB Abdelkader,	Chargé de cours	Univ. Tlemcen	Examineur
M. BOUCIF Abdelkader,	Chargé de cours	Univ. Tlemcen	Examineur

Année universitaire : 2013 - 2014

TABLE DES MATIERES

	Page
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREMIER CHAPITRE: GENERALITES	
I. LES METHODES CLASSIQUES APPLIQUEES A LA RECHERCHE DE L'URANIUM.....	3
II. HISTORIQUE DES TRAVAUX.....	7
III. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE ET APPERÇU GEOLOGIQUE DU HOGGAR.....	7
1. Situation géographique.....	7
2. Cadre géologique du Hoggar.....	8
IV. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE TIN SERIRINE.....	12
1. Situation géographique du bassin de Tin Séririne.....	12
2. Cadre géologique de Tin Séririne.....	12
2.1 Lithostratigraphie.....	12
2.2 La morphologie et la structurale.....	21
2.3 Les minéralisations uranifères dans le bassin de Tin Séririne.....	23
DEUXIEME CHAPITRE : PRESENTATION DE LA REGION D'ABALEKANE	
I. INTRODUCTION	24
II. CADRE GEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'ABALEKANE.....	24
III. CADRE GEOLOGIQUE DE LA REGION D'ABALEKANE.....	25
1. Le socle Protérozoïque.....	25
2. La discordance infratassilienne.....	30
3. La couverture sédimentaire Cambro-Ordovicienne.....	32
4. La tectonique.....	33
IV. CONCLUSION.....	34
TROISIEME CHAPITRE : METHODOLOGIE D'APPROCHE APPLIQUEE A LA REGION D'ABALEKANE	
I. LEVES AERIENS.....	36
1. Le levé aérosectrométrique.....	37
2. Le levé aéromagnétique	39
II. TRAVAUX DE TERRAIN.....	40
1. Le levé topographique.....	40
2. Les levés géophysiques.....	42
3. Le levé géologique.....	44
4. Les ouvrages miniers.....	46
5. Pétrographie et Minéralogie	51
QUATRIEME CHAPITRE : TRAITEMENTS DES RESULTATS	
I. GITOLOGIE.....	56
II. GUIDE DE PROSPECTION.....	57
III. RESULTATS ET PERSPECTIVES.....	57
CONCLUSION GENERALE.....	58

REMERCIEMENTS

Le travail effectué durant ces derniers mois, initié par un stage au niveau du centre de Recherche Nucléaire de Draria a abouti par ce mémoire de fin d'étude dans le cadre d'un projet de recherche et de développement du CRND, portant le code 10/DQCU/DREQ/2013, intitulé « Prospectives de recherche des concentrations uranifères et thorifères accoisées eux bassin de Tin Séririne ,du Tidikelt et de bechar » dont nos encadreurs sont associés.

Nous tenons en premier lieu à remercier ceux sans qui ce travail n'aurait pas vu le jour. Monsieur **KACEMI Ali** qui a dirigé ce mémoire de Master et avec qui nous avons appris à mieux structurer nos idées, nous vous remercions pour votre excellent encadrement, nous tenons à vous remercier aussi pour votre confiance, votre soutien, votre disponibilité, vos conseils et vos encouragements tout au long ce travail.

Nous remercions Monsieur **KABECH Ali** notre co-encadreur, pour son aide ainsi que toute l'équipe de chercheurs et ingénieurs du premier Maillon du Centre de Recherche Nucléaire de Draria.

Nous remercions tous les enseignants de l'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, du département des sciences de la Terre et de l'Univers pour la qualité de leur formation, et notamment notre présidente du jury **Mme. AZZOUNI Abla**, et nos deux examinateurs **M. BELMOUHOUAB Abdelkader** et **M. BOUCIF Abdelkader** pour avoir pris le temps d'évaluer et de critiquer nos résultats et notre travail, en amont et lors de la soutenance.

M. OULD HAMOU Ahmed, nous vous remercions pour votre confiance, vos conseils, votre expertise, et pour l'accueil chaleureux que vous nous avez accordé au Centre de Recherche Nucléaire de Draria et chez vous. Merci pour votre gentillesse, votre humour, votre bonne humeur et votre patience.

Un clin d'œil à tous nos collègues du master en Géorressources.

BAGHLI Hichem;

J'adresse tout d'abord, mes sincères remerciements à mes parents qui m'ont toujours soutenu, encouragé et aidé. Ils ont su me donner toutes les chances pour réussir. Qu'ils trouvent, dans la réalisation de ce travail, l'aboutissement de leurs efforts ainsi que l'expression de ma plus affectueuse gratitude. Ensuite, un grand merci, à ma sœur Imane, mon beau-frère Oussama et à mes petits frères Ahmed, Nabil et le petit Djounid. Et Enfin, je remercie mes amis qui ont toujours été là pour moi, je cite Touhami Mikarsa, Fayçal, Imane, Zino, Arafat, Younes, Oussama et bien d'autres.

Un merci tout particulier à Farah de m'avoir soutenu pendant toutes ces années et de m'avoir encouragé dans les moments les plus difficiles.

Pour conclure, Je ne saurais assez remercier mon Super binôme Oussama, sans qui je n'aurais jamais terminé. Qui a eu la patience de me supporter, et qui a été très agréable et coopératif tout au long de ce travail.

BENABBOU Oussama

Je remercie mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi,
« Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fier ».

Un merci pour mes frères Mohamed Reda , Abdlmoughite et ma sœur Manel pour leurs encouragements.

Je tiens aussi à exprimer mes sincères reconnaissances à ma Tante Rabia et mes cousins, Majedadine, Abdlghafour, Mohamed, et ma cousine Sofia pour leur soutien inconditionnel et leur accueil chaleureux, notamment à toute ma grande famille.

Mes sincères remerciements à mon ami Hichem, qui, en tant que binôme, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps.

Je réserve une pensée spéciale à tous mes camarades, avec qui les échanges ont été enrichissants tout au long des années passées, et amis qui m'ont été d'un grand support moral pour la réalisation de ce travail.

❖ *À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude*

Résumé :

La recherche des minéralisations radioactives au Bassin de Tin Séririne situé au Sud Est du Hoggar, s'est déroulée en plusieurs phases suivant une méthodologie de prospection, chaque phase se distinguant par les techniques d'investigation et l'échelle de la région étudiée. En premier lieu, un levé aérospectrométrique et aéromagnétique au 1/200.000^{ème} a pu révéler de nombreuses anomalies et notamment celle d'Abalekane (bordure Est du bassin de Tin Séririne) cette anomalie se localise au niveau de l'interface socle protérozoïque-couverture paléozoïque, que nous avons entretenue. En second lieu, on a procédé à un levé radiométrique, magnétique et géologique afin de vérifier au sol cette anomalie d'Abalekane. Ces levés ont permis de subdiviser Abalekane en trois secteurs (Nord, Central, Sud) et des ouvrages miniers ont été réalisés au niveau de chaque secteur pour une prospection détaillée des anomalies qui se sont manifestées sur les levés au sol. Le résultat de ces travaux nous indique une tendance uranifère dans toute l'étendue de la région et des teneurs en uranium considérables. Ensuite des analyses au laboratoire, et entre autres la pétrographie et la minéralogie, employées sur les échantillons prélevés lors des travaux miniers, témoignent de la présence d'un profil d'altération comportant des horizons. Un profil qui se développe sur un granite rouge porphyroïde post tectonique, et qui est à l'origine des minéralisations uranifères. Et en dernier lieu, il est conclu que l'indice est de type Inconformity contenant essentiellement de la autunite, de la torbinite et de la carnotite

Mots clés : prospection, uranium, méthodologie, bassin de Tin Séririne, Abalekane, profil d'altération, Hoggar.

Abstract:

Research radioactive mineralization at Tin Seririne Basin (South Eastern Hoggar) took place in several phases, each prospection methodology, distinguished by the investigative techniques and scale of the study area. First, a aérospectrométrie and aeromagnetic survey in 1/200.000ème could reveal many abnormalities including that of Abalekane (eastern edge of the basin Tin Seririne) which locates at the base Proterozoic-Paleozoic cover interface, an anomaly on which it was floored. Second, we conducted a magnetic and radiometric survey Geological, in order to ground-truthing of the anomaly Abalekane, these surveys also permit Abalekane subdivide into three sectors. Then mining works have been made in each sector for a detailed exploration of anomalies which have arisen on the ground surveys, the results of this work indicates a uranium trend of the full extent of the region and contents uranium, which are considerable. And laboratory analysis, and among other petrography and mineralogy, used on samples taken during mining operations, demonstrate the presence of a weathering profile containing horizons. Profile that grows on a red porphyritic granite post tectonics, which is the origin of uranium mineralization. And finally, it was concluded that our index is unconformity type and it contains mainly autunite, the torbernite and carnotite. But it is possible to use geophysical tools to try to follow our weathering profile westward under the Paleozoic cover, and this in order to discover possible reserves of radioactive materials.

Keywords: prospection methodology uranium, profile weathering, basin Tin Seririne, Abalekane, Hoggar.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'uranium est une source d'énergie utilisée pour l'industrie nucléaire, environ 17% de l'électricité mondiale est produite à partir des 440 réacteurs électronucléaires répartis dans 30 pays, et compte 8% de l'énergie totale consommée (EIA 2007).

Les ressources actuelles en uranium permettent d'assurer la consommation pour le siècle à venir. Au-delà, il existe des ressources à découvrir, et l'effort récent démontre que l'exploration de l'uranium a de longs jours devant elle, grâce à la découverte de nouveaux gisements et par la valorisation de minerais plus ou moins complexes.

Bien qu'étant un élément en trace, l'uranium est présent dans divers roches crustales et forme une grande variété de gisements dans des roches magmatiques, métamorphiques et dans des environnements purement sédimentaires.

Les corps minéralisés les plus concentrés en uranium sont des gisements reliés à des discordances et à des grès. Ces gisements ne sont pas très grands, mais leur taille restreinte est compensée par leurs fortes teneurs.

Les stratégies de l'exploration de l'uranium varient en fonction des critères géologiques, génétiques et économiques. Malgré la diversité des types de dépôts uranifères, il existe des méthodes classiques qui s'appliquent à tout travail d'exploration. Une exploration a pour base une étude géologique régionale de reconnaissance, des levés aéro-géophysiques, une phase de vérification sur le terrain des anomalies par la géophysique et géologique détaillées et une dernière phase d'analyses chimiques.

C'est à partir de 1954 que le CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) français avec la collaboration du BRMA (Bureau de Recherche Minière en Algérie) a lancé le premier programme d'exploration de l'uranium au Hoggar, ce qui a permis de mettre en évidence de timides indices (El Bema, Furon, Timgaouine, etc.) sans intérêt économique.

En 1969, la SONAREM (Société Nationale de Recherche et d'Exploitation Minière) a entamé pour la première fois des travaux de reconnaissance générale sur l'uranium qui ont ciblé la vérification des indices déjà connus mais aussi les formations du socle précambrien ainsi que les terrains sédimentaires paléozoïques qui le ceignent.

C'est sur cette base, qu'à partir de 1971 un vaste programme d'exploration a été élaboré et exécuté. Il comprend notamment un levé aéro-spectrométrique couvrant l'ensemble du territoire national, un levé radiométrique autoporté effectué sur les structures géologiques les plus potentielles et un levé géochimique des indices les plus intéressants.

En 1973, suite à la remontée spectaculaire des cours de l'Uranium et jusqu'à 1980, tous les indices répertoriés ont été explorés et évalués. Plus de 80 000 mètres de forage ont été exécutés. Les résultats majeurs obtenus sont :

- La délimitation des principales provinces géologiques favorables à la mise en place de minéralisation d'Uranium ;
- La circonscription d'une dizaine d'indices sérieux ;
- Le recensement de 78 points de minéralisation, de 319 anomalies (ponctuelles et superficielles) géochimiques et de 80 anomalies aérospectrométriques ;
- La découverte de quatre gisements d'uranium (Timgaouine, Abankor, Tinef et Tahaggart) avec des ressources mesurées estimées à plus de 12,7 millions de tonnes à 0,187% U, soit 23000 tonnes d'uranium métal.

Les travaux de recherche et de prospection menés pendant deux décennies au Hoggar ont ciblé le socle cristallin et ses bordures sédimentaires. Ce choix est justifié par la présence de gisements de Timgaouine et d'Abankor dans le socle cristallin et celui de Tahaggart dans le bassin de Tin- Seririne.

Les minéralisations uranifères en Algérie sont localisées dans trois entités métallogéniques régionales bien circonscrites considérées comme provinces uranifères (Ould Hamou et *al.*, 2012):

a. La province uranifère du bassin de Tin Seririne :

a1. - District septentrional Tahaggart – In Abegui: la minéralisation uranifère est localisée dans le contact entre le socle cristallin et la couverture sédimentaire Paléozoïque.

a2. - District Tamarth N'Bliss – Timouzeline : la minéralisation est localisée dans les grès arkosiques du Dévonien inférieur.

b. La province uranifère du rameau oriental de la chaîne pharusienne (Hoggar occidental):

b1. -District méridional Timgaouine-Abankor-tinef: les minéralisations uranifères sont liées à des failles.

b2. - District septentrional El Bema-Ait Oklan-Tesnou : les minéralisations sont encaissées dans les brèches tectoniques siliceuses.

c. La province uranifère Ouzzalienne :

c1. - District d'Ihouhaouène: la minéralisation uranifère est localisée dans les carbonatites.

PREMIER CHAPITRE:

GENERALITES

PREMIER CHAPITRE : GENERALITES

La découverte d'un indice d'uranium est l'aboutissement d'un long travail échelonné dans le temps et faisant appel à un complexe de méthodes géophysiques, des méthodes qui jouent tellement un rôle primordial, qu'il n'est plus pensable aujourd'hui de rechercher de l'uranium sans faire appel à ces techniques. Une étude géologique régionale doit être faite préalablement, dans notre cas une étude de la géologie du Hoggar et de ses subdivisions est nécessaire. Suivie de la lithostatigraphie et la structurale du bassin de Tin Séirine ainsi qu'une vue globale sur les minéralisations que ce bassin renferme.

I. LES METHODES CLASSIQUES APPLIQUEES A LA RECHERCHE DE L'URANIUM

L'exploration se fait par paliers successifs et s'affine au fur et à mesure des résultats obtenus selon une méthodologie rigoureuse. Elles commencent par une phase d'exploration préliminaire qui a pour base une étude géologique régionale (terrain, images satellitaires et photos aériennes) qui servirait comme support pour l'interprétation des données aériennes, des levés aérogéophysiques (aérospectrométriques et aéromagnétométriques) de la région. Une phase de vérification sur le terrain des anomalies radiométriques détectées, le choix des zones favorables pour la prospection, la délimitation des indices par un levé géologique, radiométrique et spectrométrique, des fouilles et des tranchés, l'implantation des sondages avec une diagraphie des trous de sondage, la délimitation des zones minéralisées et la détermination de la fonction de corrélation entre données spectrales et analyses chimiques.

1^{ère} étape : Etude bibliographique

Une étude des travaux antérieurs doit être faite préalablement. Elle consiste tout d'abord à se renseigner sur la géologie générale et détaillée de la région ; à savoir la lithostratigraphie, la géologie structurale et la minéralogie. Ensuite tenir compte de la géologie et entre autres des provinces uranifères existantes dans les régions environnantes.

2^{ème} étape : Techniques aéroportées et télédétection

Pour commencer, la photo aérienne nous aidera à réaliser un fond topographique de la région d'étude. Pour continuer, l'utilisation d'une image satellitaire peut être utile à une cartographie géologique et structurale. En effet l'exploitation de l'imagerie optique peut avoir un grand intérêt en matière de cartographie lithologique et structurale, et cela en combinant différents méthodes de traitements numériques à savoir le rehaussement spectral, l'analyse en

composantes principales, le rapport des bandes spectrales et l'utilisation des filtres structuraux.

Pour finir, des levés aérogéophysiques (aérospectrométriques et aéromagnétiques) sont indispensables, car ils couvrent de grandes superficies et permettent de cibler les anomalies. Ces dernières sont détectées, enregistrés et portés sur des cartes en vue de vérification ultérieurs sur le terrain.

La réalisation d'un levé aérogéophysique (Fig. 01) consiste à embarquer l'appareillage de mesures géophysiques dans un aéronef (avion ou hélicoptère), ce dernier doit comporter : un système de navigation, un altimètre, un système de positionnement GPS, une boussole, un système de pilotage automatique, une caméra pour le repérage des lignes de vol et des points d'intersection et un enregistreur.

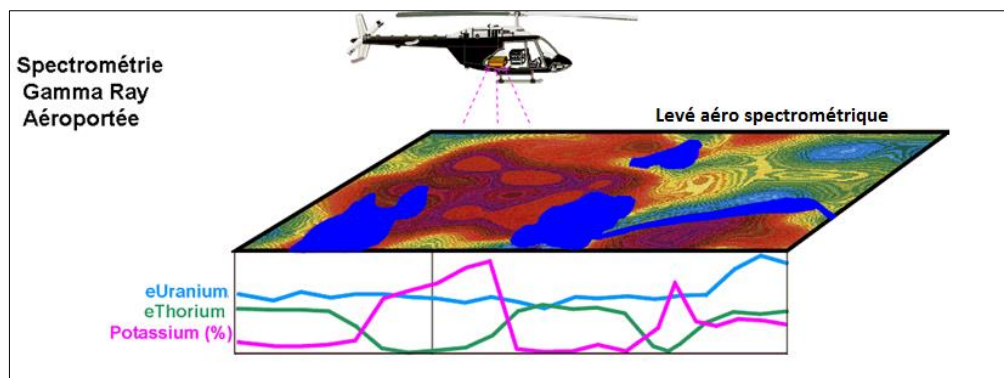


Figure 01 : réalisation d'un levé aérogéophysique.

A. Prospection aérospectrométrique

Les rayonnements radioactifs sont de plusieurs types Alpha (α), Bêta (β) et Gamma (γ). Le type et l'intensité du rayonnement sont caractéristiques de l'élément ou du produit de filiation. L'intensité du rayonnement est proportionnelle à la quantité des minéraux radioactifs et de produits de filiation. Les rayonnements alpha et gamma sont utilisés en radiométrie. Le rayonnement bêta étant très facilement arrêté par une barrière matérielle n'est pas utilisé en prospection.

Le rayonnement gamma, à cause de ses propriétés de pénétration est le plus utilisé.

La méthode radiométrique la plus utilisée pour la prospection de l'uranium est la scintillométrie. Le scintillomètre a remplacé le compteur Geiger. Un cristal d'iodure de sodium dans l'instrument est excité par le rayonnement gamma.

Le discernement des rayonnements gamma spécifiques des trois éléments radioactifs principaux (Uranium, Thorium et Potassium) peut être fait en utilisant la spectrométrie.

La prospection spectrométrique aérienne mesure généralement :

- le comptage total du rayonnement gamma
- le rayonnement gamma dû à l'Uranium, au Thorium et au Potassium.

B. Prospection aéromagnétique

Par définition, une anomalie magnétique est la différence entre le champ observé (mesuré) et celui théorique (calculé). En prospection magnétique c'est la mise en évidence des anomalies qui nous intéressent.

La principale utilité de ces données consiste à l'étude de la morphologie du socle et à la détermination de sa profondeur, Un autre fait marquant pouvant être déterminé par l'aéromagnétisme est la cartographie des failles majeures et des principaux systèmes de failles et ainsi la détection directe de la minéralisation associée à des structures.

Ces levés ont permis de sélectionner les grandes zones géographiques et les formations géologiques ayant de véritables perspectives uranifères.

3^{ème} étape : Les travaux de terrain

Les opérations de prospection détaillées pour la mise en évidence des nombreuses anomalies radioactives sont les suivantes :

A. Prospection radiométrique et spectrométrique au sol

Un scintillomètre portable mesurant le comptage total du rayonnement gamma est un instrument suffisamment petit (inférieur à 30cm en dimension maximum) pour être utilisé au sol pour prospector les affleurements et faire des plans compteurs de vérification d'anomalies aériennes. Ceci permet de faire une première approche.

L'utilisation d'un spectromètre portable permet ensuite de discerner entre la radiation gamma due à l'uranium, celle due au Thorium et celle du potassium.

B. Prospection magnétique

La prospection magnétique au sol est une opération qui consiste à mesurer la distribution du champ magnétique terrestre et ses composantes, afin de déterminer les paramètres géomagnétiques, et la mise en évidence des anomalies magnétiques.

C. Prospection gravimétrique

La prospection gravimétrique est une méthode géophysique basée sur la mesure des variations du champ de pesanteur, La technique permettant de détecter les variations de densité (selon la composition des terrains) à partir de la mesure de l'intensité du champ de gravité g comparée à une valeur de référence.

D. Prospection géologique détaillée

Cette opération de prospection consiste à réaliser des levés géologiques, afin d'examiner les grandes structures de plus près pour obtenir une meilleure définition de la région et déterminer les emplacements possibles des minéralisations d'uranium.

E. Prospection par travaux miniers (fouilles et tranchés)

Afin d'effectuer une prospection géophysique détaillée, et après avoir fait une prospection géologique, on réalise des fouilles et des tranchés pour suivre les minéralisations qui se trouvent en subsurface en utilisant le spectromètre.

F. Prospection radiométrique en fond de trou (Diagraphie)

La diagraphie « fond de trou » utilisée pour la prospection de l'uranium comprend une méthode scintillométrique qui permet de mesurer le comptage total du au gamma (gamma naturel). En faisant une courbe de corrélation entre mesure rayonnement gamma et uranium géochimique mesuré dans la carotte on peut calculer les teneurs à partir des mesures radiométriques.

Outre la mesure du gamma naturel, les diagraphies modernes comprennent généralement les mesures suivantes :

- Spectral Gamma
- Gamma – gamma (Densité)
- Neutron (porosité)
- Mesures électriques (conductivité, résistivité)
- Mesures soniques (porosité)

4^{ème} étape : Analyses au laboratoire

L'analyse des échantillons prélevés durant les différentes campagnes de terrain sera réalisée dans les laboratoires pour une des études pétrographique et minéralogique. La géochimie est proportionnellement moins utilisée pour la prospection de l'uranium qu'elle ne l'est pour la prospection d'autres métaux. La raison principale étant que pour beaucoup de gisements d'uranium ont une corrélation qui peut être obtenu entre les mesures radiométriques et les mesures géochimiques, en conséquence il est plus rentable dans ce cas d'utiliser la « teneur radiométrique ». Toutefois un minimum de mesures géochimiques doit être fait sur les échantillons prélevés durant la prospection au sol pour s'assurer que le rayonnement gamma est dû à l'uranium. Un certain nombre de forages carottés doivent impérativement être analysés de façon systématique pour pouvoir obtenir la corrélation radiométrie - géochimie.

Des méthodes d'analyse chimique utilisant une propriété physique des échantillons prélevés au terrain sont utilisées, on cite la diffraction X et la spectrométrie de fluorescence X qui sont fondées sur l'interaction des rayons X avec la matière.

II. HISTORIQUE DES TRAVAUX :

Le premier programme d'exploration de l'uranium en Algérie a été lancé en **1954** par le CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) français avec la collaboration du BRMA (Bureau de Recherche Minière en Algérie) au Hoggar.

1958/1959 : Mission du BRMA pour l'établissement de la carte géologique au 1/500.000.

1959 : Travaux de prospection de l'uranium par le CEA dans le bassin de Tin Mersoi.

1969/1975 : Durant les missions algéro-roumaines de la SONAREM, le gisement de Tahaggart ainsi que les indices de Tamart N'bliss et de Timgaoiune ont été découverts. Les missions de prospection qui ont débuté en Janvier 1970 ont été relayées durant l'automne de la même année par le levé aéro-spectrométrique.

1971 : Levé aéro-spectrométrique au 1/200 000 effectué par la campagne aéro-service révélant plusieurs anomalies radiométriques.

1976 /1977 : Travaux de recherches hydrogéologiques dans le bassin de Tin-Seririne effectués par une équipe de la Sonarem.

Dès **1983**, l'exploitation, la prospection et l'évaluation des minéralisations radioactives ont été confiés au CREM (Centre de Recherche et Exploitation des Matériaux) du Commissariat aux Energies Nouvelles (CEN).

Depuis, c'est le Centre de Recherche Nucléaire qui s'occupe de l'exploration et la prospection de l'énergie nucléaire en Algérie.

1994 : une partie du profil d'altération du bassin de Tin Seririne a fait l'objet d'une étude détaillée par D. Hallalouche.

III. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE ET APERÇU GEOLOGIQUE DU HOGGAR

1. Situation géographique

Le massif du Hoggar et ses régions périphériques se situent à l'extrême Sud du pays, ils sont soumis à un climat aride influencé par les régimes soudano-saharien et méditerranéen. Le Hoggar est partagé entre la wilaya de Tamanrasset et d'Illizi. Sa superficie est de 500.000 Km², il constitue la majeure partie du bouclier des Touareg qui se prolonge au SW par l'Adrar des Iforas, au Mali et au SE par l'Aïr, au Niger. (Fig. 02)

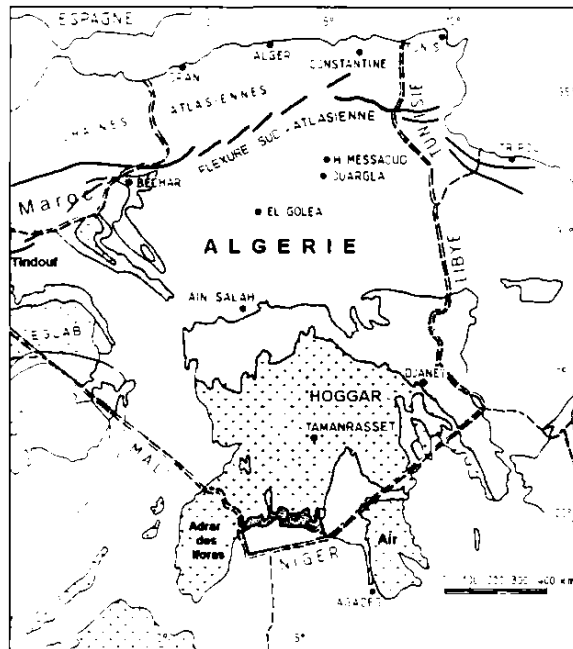


Figure 02 : Situation géographique du Hoggar

La wilaya de Tamanrasset qui englobe la majorité du massif du Hoggar, caractérisée par son vaste territoire avec un degré de peuplement très faible, se situe dans l'extrême Sud du pays. Elle est limitée au Nord par la Wilaya de Ouargla et Ghardaïa, à l'Est par la Wilaya d'Illizi, à l'Ouest par la Wilaya d'Adrar et au Sud par le Mali et le Niger. Le climat de la région de l'Est est de type aride, influencé par un régime méditerranéen dans la partie centrale. L'irrégularité des températures dépend de l'altitude et des saisons.

2. Cadre géologique du Hoggar

Le Hoggar est la principale composante du bouclier touareg et fait partie de la chaîne pan-africaine trans-saharienne (Cahen et *al.*, 1984).

Il est subdivisé en trois principaux domaines allongés N-S et présentant des caractéristiques structurales et lithologiques différentes: Le Hoggar occidental (Chaîne Pharusienne), le Hoggar central polycyclique et le Hoggar oriental. Ces trois domaines sont respectivement séparés par des accidents majeurs subméridiens : l'accident 4° 50 et l'accident 8° 30. Une telle disposition de ces domaines résulte d'une compression E-W extrême durant le panafricain (600 Ma) du bouclier Touareg par deux plaques rigides : le craton Ouest africain(COA) et le craton Est-africain (CEA) (Bertrand et Caby, 1978).

La subdivision en trois grands domaines structuraux délimités par des zones mylonitiques subméridiennes attribuées à des jeux de décrochement d'âge Panafricain tardif (CABY 1968 ; VITELL, 1978 et 1979; BOUITHER et BERNARD, 1981). Ces domaines sont d'Ouest en Est :

- Le Hoggar Occidental.
- Le Hoggar Central
- Le Hoggar Oriental.

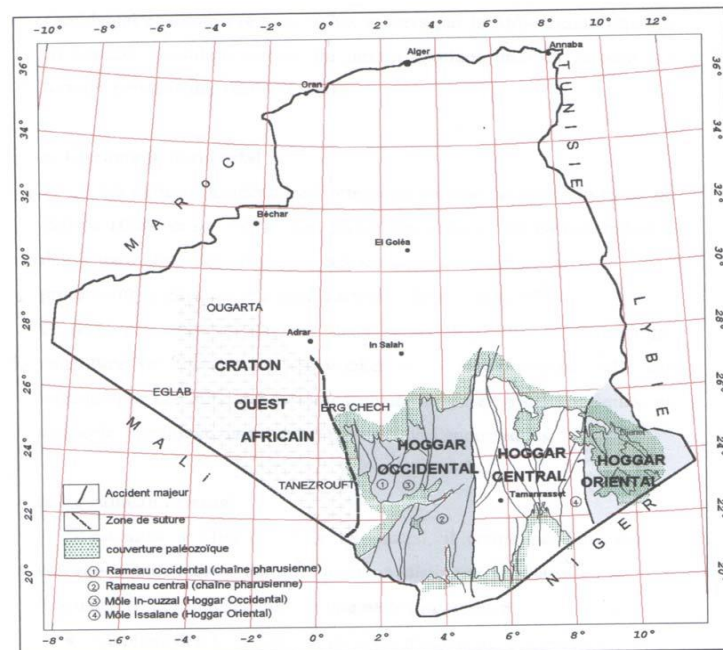


Figure 03: Carte des principales subdivisions et des principaux domaines structuraux du Hoggar (D'après Cabby et al, 1981)

2.1 Le Hoggar Occidental

Le Hoggar occidental résulte de la collision entre le Craton Ouest Africain et le Bouclier Touareg au Panafricain (630-570Ma).

Il comporte un noyau archéen (le môle d'In Ouzzal, équivalent de l'Adrar des Iforas plus au Sud, au Mali), stabilisé et recoupé par des granites datés à 2 Ga. Il est entouré de formations plus jeunes (mésoprotérozoïques, néoprotérozoïques, cambro-ordoviciennes, siluriennes, dévoniennes, crétacées et tertio-quaternaires).

Le môle archéen d'In Ouzzal est constitué de gneiss, charnockites, cipolins et quartzites ferrugineux.

Les formations mésoprotérozoïques qui comprennent des marbres, amphibolites, quartzites, micaschistes et, localement, des intrusions à composition komatiitiques.

Les formations néoprotérozoïques comportent des méta-pélites, marbres, dolomies et quartzites, entrecoupés de sills de roches basiques-ultrabasiques et localement de coulées andésitiques. Elles sont recoupées par deux phases intrusives de granitoïdes, la première à 870-840Ma (Néoprotérozoïque) et la seconde à 650 Ma (Panafricain) (granite de Tin Tékadiouit, Immezzarène).

Ces formations sont recouvertes par la série verte volcano-sédimentaire supérieure : laves andésitiques, turbidites, grauwackes et recoupées de batholites panafricains.

2.2 Le Hoggar Central

Il est limité à l'Ouest par l'accident majeur 4° 50' et à l'Est par l'accident 8° 30'. Cette partie est considérée comme polyorogénique.

Trois grandes zones ont été distinguées qui sont d'Ouest en Est :

- La zone de TEFEST-ATAKOR : Comprise entre la 4°50' et la fracture AMDED-AREFSA, caractérisée par une abondance de granitoïdes présumés panafricains recoupant les métamorphites dans lesquelles deux séries ont été distinguées:
 - La « série de l'Arechoum » à gneiss et reliques de granulites datées à 2200 MA.
 - La « série de l'Amisikassene » à métasédiments.
- La zone de l'EGERE-AREFSA, elle est subdivisée en trois parties :
 - L'Aleksod et le Tazoulet où l'on distingue la « série de l'Arechoum » à la base et la « série de l'Aleksode » à métasédiments (900 MA). La « série de Touhra » : à noyau ancien (série de l'Arechoum).
 - La « série de l'Aarefsa Occidental et la série de l'Afedafeda » à formations épimétamorphiques (d'âge indéterminé).
- La zone orientale GOUR OUMELLALEN - TIMASSINT : elle est formée de gneiss catazonaux rouges, de leptynites et quartzites chromifères et une série à micaschistes à 2000 MA (Lattouchel, 1978).

2.3 Le Hoggar Oriental

Il constitue toute la partie Est de l'accident 8° 30', où ont été distingués trois unités ayant évolué différemment :

2.3.1 Le môle d'Issalene, constitué de 2 formations : formations gneissiques et complexes métasédimentaires.

2.3.2 La « série de Tiririne » d'âge 6605 MA (L. Aucrot et J.R Lancelot 1976). Elle est constituée d'arkoses, de conglomérat et calcaires à stromatolithes. Cette formation tiririnienne repose en discordance sur le pré Tiririnien du Tafassasset.

2.3.3 Le socle pré Tiririnien de Tafassasset, représente le socle de la « série de Tiririne ».

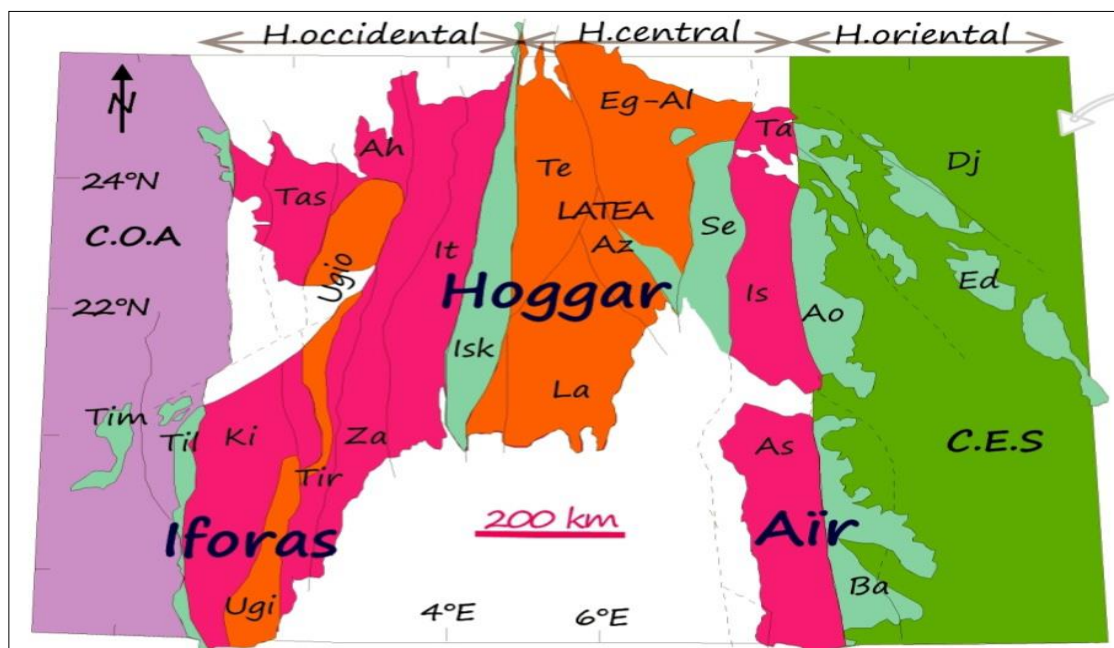
Il est d'âge inconnu, composé de métasédiments, de métavolcanites, roches plutoniques, alternances de chloritites et de grauwackes.

Une restructuration du Bouclier Touareg en 23 blocs (ou terranes) a été définie par Black et al. (1994) (Fig. 04)

Plusieurs facteurs sont à l'origine de ce nouveau découpage, à savoir la difficulté et l'absence de corrélations entre les différentes régions du Hoggar, ainsi qu'aux caractères incompatibles observés aux niveaux de ces dernières qui ne trouvent leur explication qu'en envisageant des mouvements de grande ampleur, d'où la terminologie « Terranes » ou « terrains mobiles » (Liégeois et al., 2003). (Fig. 04).

L'édification du bouclier Touareg par déplacement, fusion et structuration des vingt-trois blocs du long des grands décrochements NS, s'est effectuée en deux phases durant l'orogénèse panafricaine.

- La première est précoce (750-660 Ma) et correspond à une collision entre les terrains de l'Est du Hoggar et l'Air, avec le Craton Est Saharien vers 700 Ma.
- La deuxième tardive (629-580 Ma) enregistre une deuxième collision entre la marge passive du Craton Ouest Africain et la marge active du bouclier Touareg vers 600 Ma. Le stade tardif est marqué par la formation d'importantes méga shear ; zones communes à tout le bouclier Touareg de direction NS.



Timetrine (Tim), Tilemsi (Ti), Kidal (Ki), Tassendjanet (Tas), U granulite Iforas (Ugé), In Ouzal (Ou), Ahnet (Ah), Tirek (Tir), Tin Zaoutene (Za), In Teideni (It), Iskel (Isk), Assodé-Issalane (As-Is), Tchilit (Tch), Tazat (Ta), Sérouenout (Se), Egéré-Aleksod (Eg-Al), Azrou-n-Fad (Az), Tefedest (Te), Laouni (La), Barghot (Ba), Aouzegueur (Ao), Edembo (Ed), Djanet (Dj)

Figure 04 : Carte géologique simplifiée des différents terranes du bouclier Touareg (Black et al. 1994)

IV. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE TIN SERIRINE :

1. Situation géographique du bassin de Tin Séririne

Le bassin de Tin séririne est localisé dans la partie Sud-est du Hoggar central, entre les coordonnées 20° et 22° de latitude Nord et 6° et 8° de longitude Est. La région est constituée de plateaux et de reliefs plus ou moins élevés notamment le Djebel Amaskor qui constitue une barrière infranchissable vers l'intérieur du bassin. Le réseau hydrographique à densité faible dont l'Oued Tin Tarabine et l'Oued Tisseghirine constituent parfois des accès de fortune aux zones intérieures du bassin. (Fig05)

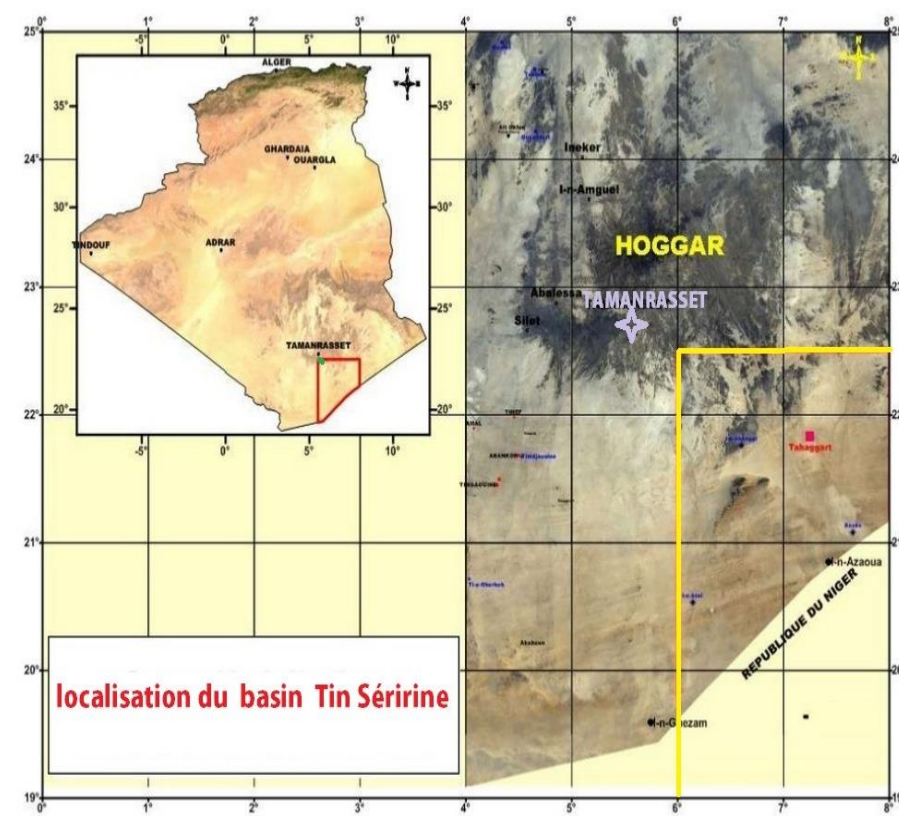


Figure 05 : Carte de localisation du bassin Tin Séririne.

2. Cadre géologique du Bassin de Tin Séririne

2.1 La lithostratigraphie

La région a fait l'objet de nombreux travaux géologiques dont les plus récents sont les travaux du centre de recherche et d'exploitation des matériaux (1988-2003) (Haut-Commissariat à la recherche) dans le cadre de l'exploitation minière dans la région. La géologie montre trois domaines différents :

2.1.1 Le socle: Il affleure dans les terranes de Laouni et d'Azrou-n-fad, Serouenout, issalane (Fig. 4), matérialisé par deux ensembles métamorphiques d'âge paléo Protérozoïque. (Fig. 6)

a. Le Protérozoïque inférieur :

Il est constitué essentiellement de gneiss intensément métamorphisé. Ils sont localisés à l'Est du grand accident du 7° 30 et appartiennent à la grande structure dénommée « môle d'Issalane »

b. Le Protérozoïque moyen :

Ces formations affleurent dans les séries attribuées au Suggarien, elles comprennent :

- Les gneiss, qui constituent la majeure partie des terrains non granitisés du socle. Ils sont souvent migmatitiques. Les principaux types de gneiss sont :
 - Les gneiss à biotite, et à biotite et amphibole (Aleksod), ils sont généralement bien rubanés.
 - Les gneiss à amphibole, qui passent souvent à des amphibolites (l'Aleksod et l'Egéré).
- Les micaschistes : ils accompagnent les gneiss à deux micas dans la zone de Serouenout.
- Les quartzites : ils apparaissent en bancs assez isolés dans tous les niveaux du Suggarien, particulièrement dans la série de l'Egéré et de l'Aref.

c. Le Protérozoïque terminal :

Ils occupent la quasi-totalité de la région et sont composés essentiellement de granites syn tectoniques et post tectoniques.

Les principaux faciès des séries attribuées au Pharusien sont :

- Les granites :

Lelubre (1952) observait que les séries pharusiennes étaient traversées par de nombreux massifs granitiques de composition et de forme variées et appartenant à plusieurs générations distinctes. Reboulet et al. (1962) y distingue ces grandes catégories :

- Les granites migmatiques hétérogènes (Laouni)
- Les granites mixtes, présentant des caractères migmatiques et intrusifs, et essentiellement calco-alcalins à biotite (granite d'honag, Imezzarene).
- Les granites intrusifs ou « Taourits » : Ce sont des granites post-tectoniques qui constituent un ensemble de massifs circonscrits, assez homogènes par leur mode de gisement, leur faciès, leur composition chimique et leur morphologie. Ils apparaissent surtout dans le Hoggar central et constituent des alignements parallèles liés à des failles.

- Les Dykes et intrusions associés :

Plusieurs dykes de composition acide (rhyolite, microgranites) ou intermédiaire (andésites microgranites) ainsi que intrusions de roches de composition dioritiques ou granidioritiques recoupant le socle.

Les principaux faciès des séries attribuées au Suggarien sont :

Une grande partie des terrains suggariens est constituée par des granites (In Zize- In Ouzzal ; Tefedest, Atakor...etc.). Lelubre (1952) et Reboulet et al. (1962) distinguent deux types de granites suggariens :

- Les granites migmatiques syntectoniques de la Tafedest : La roche essentiellement constituée de quartz, de l'oligoclase, de la biotite et du microcline poecilitique. La myrmekite est fréquente, la hornblende n'est pas rare (Reboulet et al. 1962).

- Les granites mixtes de l'Atakor : Ces granites plus jeunes, constituent au Nord de Tamanrasset plusieurs massifs entourés par une étroite bordure de migmatites. Il s'agit d'un granite à biotite et amphibole. Les plagioclases sont fréquemment zonés, le microcline est poecilitiques. Ces types de granites, sont post-tectoniques et ne constituent que des massifs de dimensions réduites.

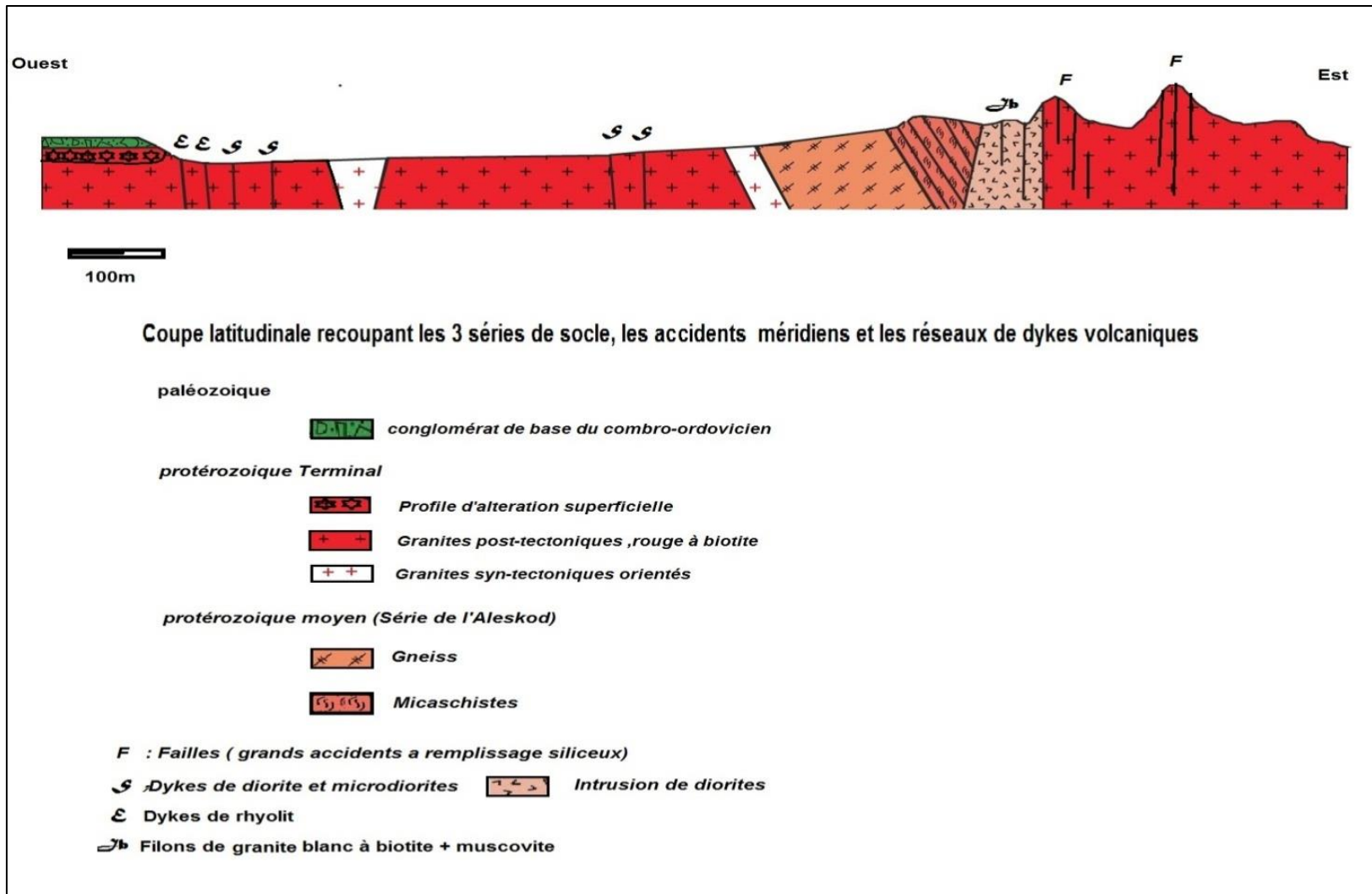


Figure 06 : Coupe latitudinale recoupant les 3séries du socle, les accidents méridiens et les réseaux de dyke volcaniques.

(CREM 1987, Inédit)

2.1.2 La surface infratassilienne :

La surface infratassilienne est la plus importante de ces surfaces de discontinuités car elle marque la fin des époques de grandes déformations du socle. (Fig 07)

Elle correspond à la discordance majeure qui sépare les couches gréseuse subhorizontales du Tassili interne des séries cristallines et cristallophylienne hétérogènes et plissées qui constituent le soubassement.

L'altération du substratum infratassilienne sous la couverture sédimentaire est d'une profondeur variable, les roches cristallines sont transformées en une arène blanchâtre ou s'observent des rubanements ferrugineux.

Cette surface est caractérisée également par des dépôts corrélatifs constitués par des roches sous-jacentes, croutes ferrugineuses, concentrations anormales des minéraux lourds résistants (zircon, grenats).ces dépôts représenteraient un stade de transition entre les érosions qui ont aplani les topographies préexistantes et le début de la sédimentaire de couverture.

La phase ultime d'évolution de cette surface infratassilienne se serait déroulée dans un environnement continental ou le ruissellement non concentré jouait un grand rôle ainsi que le vent. (MOKADDEM, 1990)

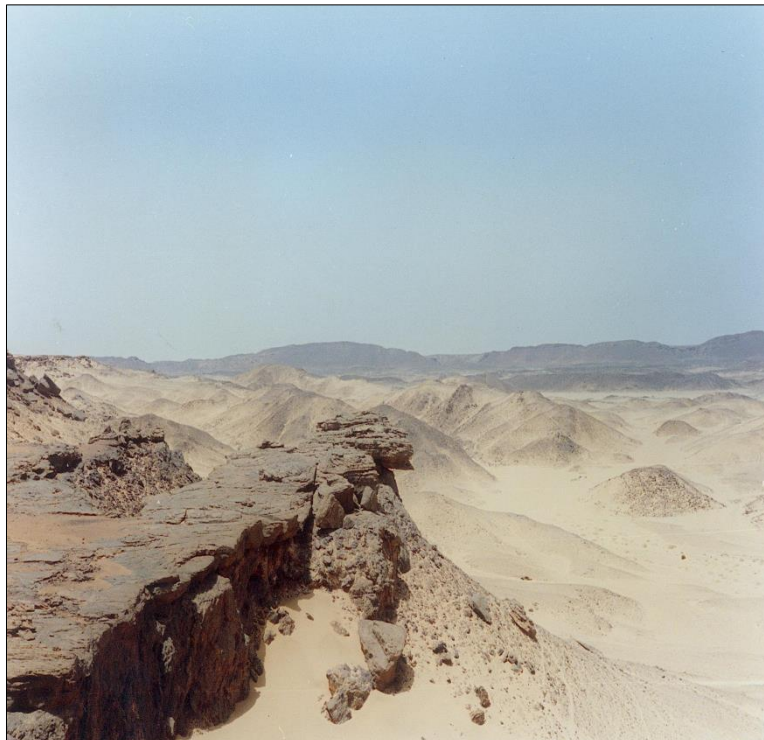


Figure 07 : Vue panoramique de l'interface socle/couverture

2.1.3 La couverture sédimentaire : (Fig 10)

a. Le Cambro-Ordovicien

Il est représenté par une formation grossière à fine (gréso-conglomératique de base). Les structures sédimentaires correspondent à des stratifications obliques et entrecroisées. Ces caractéristiques définissent un environnement fluvial. Ces formations sont surmontées par une sédimentation fine ; grès à Tigillites très fins à ciment argileux et montrant parfois des stratifications obliques à faibles pendage. Cette formation est attribuée à un environnement marin peu profond (MOKADDEM, 1990).

- A la base des bancs centimétriques de grès très fins alternant avec des petits niveaux d'argiles grises. Cet ensemble s'organise en micro séquences à stratonomie décroissante et définit les dépôts de chenaux sous glaciaires.

- Les moraines de fond : Constituées de grès grossiers, très mal classés à ciment siliceux renferment des galets de quartz de différentes tailles. Les structures sédimentaires sont essentiellement des figures d'érosions glaciaires : figures d'arrachement, les stries, les pingos... etc.

- Les cônes deltaïques : Sédimentations gréseuses relativement bien classées, à stratifications longues arquées définissant des barres proglaciaires.

b. Le Silurien

Le passage Cambro-Ordovicien - Silurien est difficile à mettre en évidence du fait qu'il est masqué par du quaternaire. Néanmoins par endroits les conglomérats à éléments argileux ou argiles micro-conglomératiques aux quelles succèdent des niveaux gréseux fins à nodules calcaires montrent bien ce passage et témoignent d'un réchauffement relatif qui a conduit à la transgression marine silurienne, responsable de la mise en place de l'épaisse formation argileuse jaune et verte à graptolites et à intercalations répétitives de plus en plus importantes vers le sommet de siltstones (Ould Hamou, 2009).

c. Le Dévonien :

L'analyse de la sédimentation basée sur le type pétrographique, La granulométrie des dépôts, sur les structures sédimentaires et sur la présence ou l'absence des organismes fossiles permet de distinguer quatre entités lithologiques :

Les argiles siluriennes sont surmontées par un ensemble constitué à la base par un niveau de conglomérats hétérométrique à ciment ferrugineux évoluent vers le sommet à des grès moyens à grossiers à ciment argilo-ferrugineux montrant des intercalations de micro conglomérats identiques.

Cet ensemble est suivi d'un grès fins à moyens à ciment argileux, très affectés par une bioturbation : Terriers verticaux tigillites (Ould Hamou, 2009)

La surface de cet ensemble qui constitue un large plateau, très affecté par la fracturation, accompagnée généralement d'une ferruginisation intense (oxydes de fer), indique **un fond radioactif élevé.**

d. Le Carbonifère :

La formation carbonifère affleure à l'extrême sud du bassin, elle est constituée de deux ensembles (Ould Hamou, 2009) :

- Un ensemble constitué de grès fins à grossiers, microconglomératiques, très ferrugineux, des conglomérats à gros galets et d'argiles noires, renfermant des végétaux terrestres, des spores et des fossiles marins.

- Un ensemble formé d'une alternance d'argiles bariolées, de conglomérats phosphatés, et de calcaires. Les fossiles sont nombreux et sont essentiellement marins.

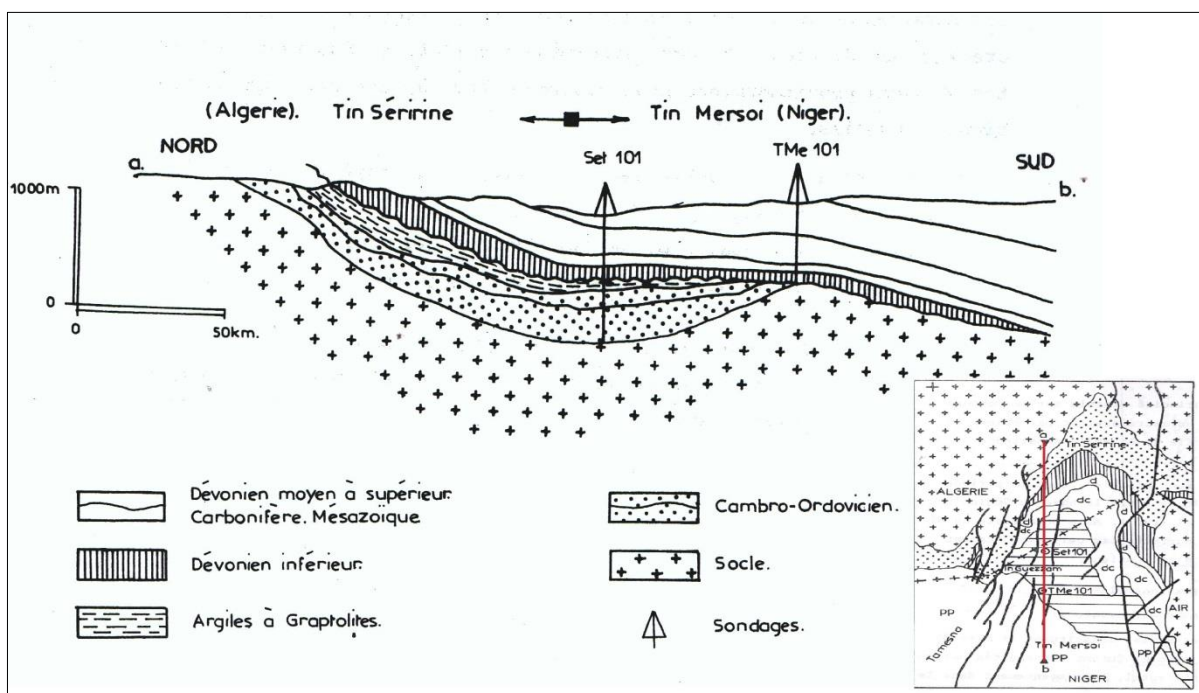


Figure 08 : Coupe NS du bassin Tin Séririne (J.Claret et C.Tempère 1968)

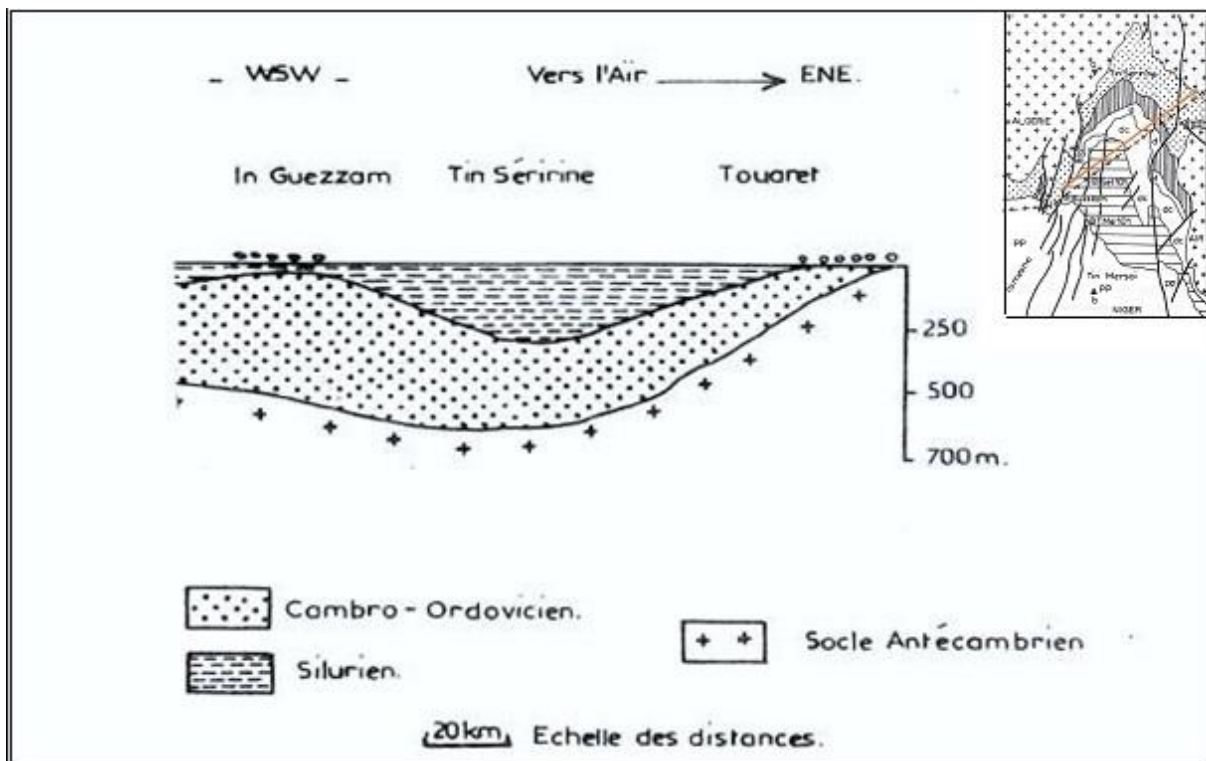


Figure 09 : Coupe WSW-ENE du bassin de Tin Séririne (Lessart, 1962)

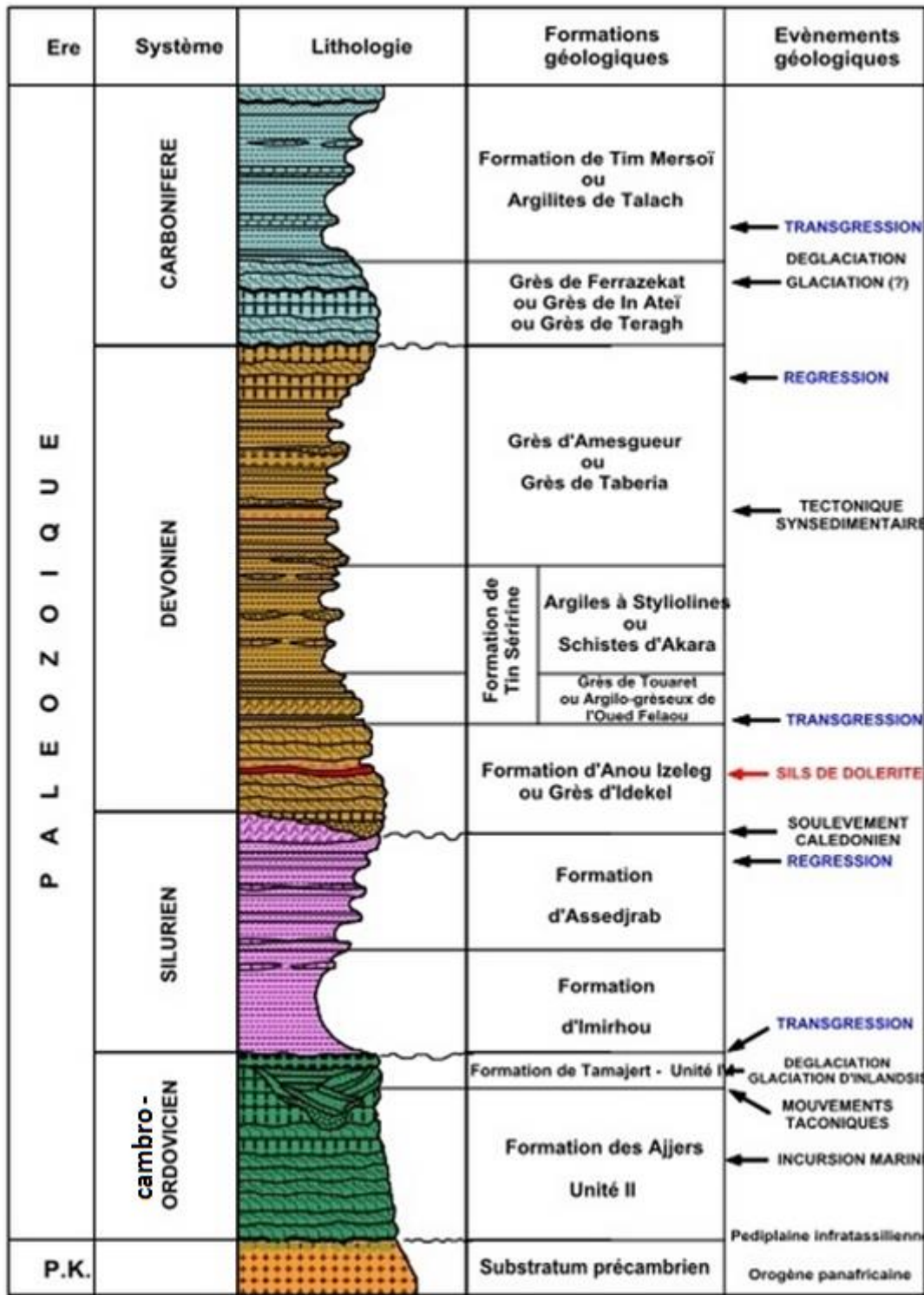


Figure 10: Colonne lithostratigraphique du Bassin de Tin Séririne (Sud Est du Hoggar)
(Khaldi A., 2012)

2.2 La morphologie et la structurale :

Le bassin est structuré en deux territoires très contrastés : les tassilis internes (Combro-ordovicien), et les tassilis externes (Dévonien-Carbonifère), séparés par la dépression intratassilienne (Silurien). Le bassin de Tin Séririne forme le prolongement Nord du bassin Tim Mersoï et montre une structure synclinale asymétrique d'axe N-S, limitée entre deux môles, respectivement le môle d'In Guezzam à l'Ouest et le môle d'Issallen à l'Est. Il doit sa structuration actuelle à la conjugaison d'événements tectoniques majeurs qui se sont succédés au cours des temps (Lazhar *et al.*, 2009) (Fig11).

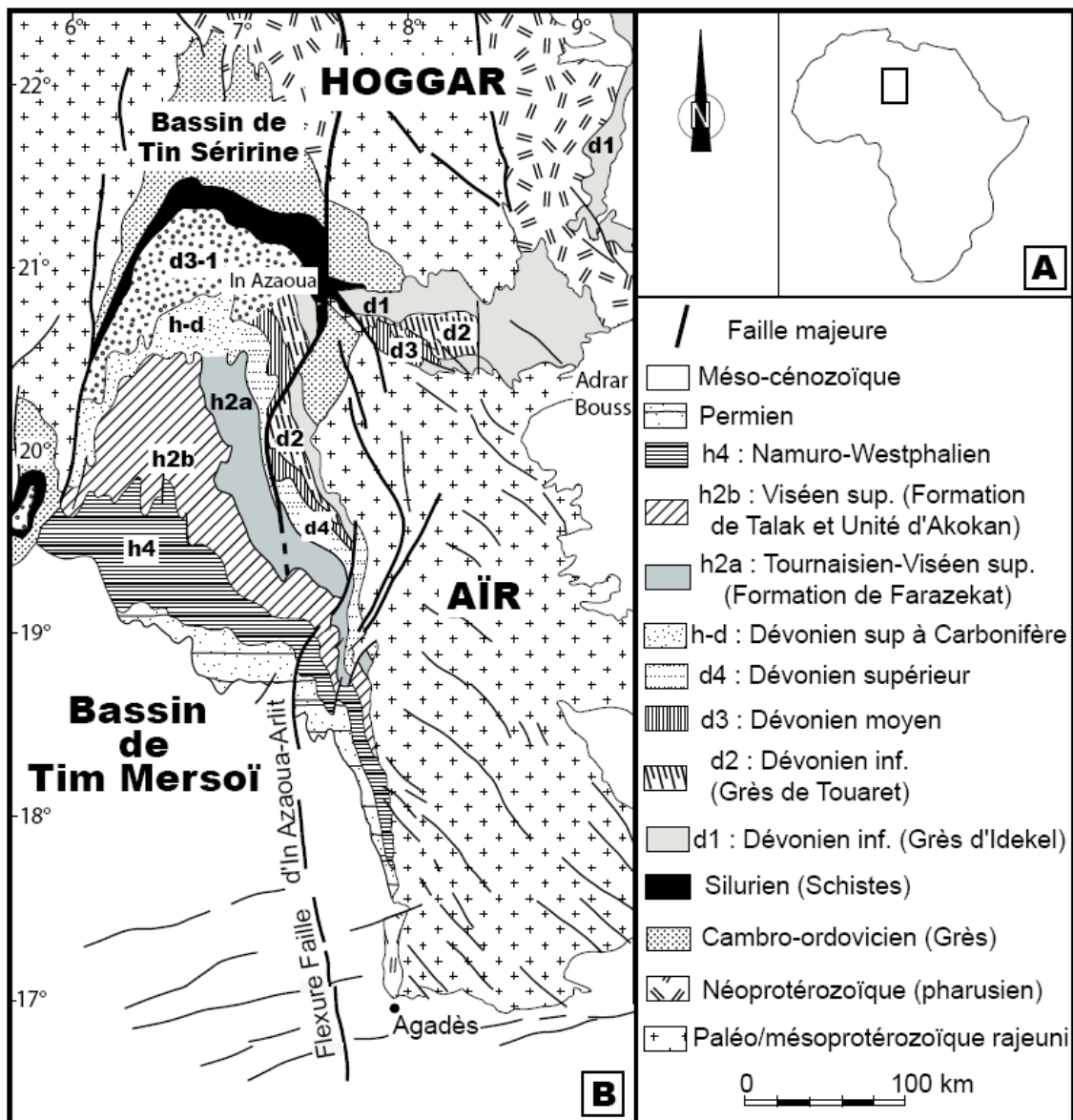


Figure 11 : Carte géologique synthétique du bassin de Tim Mersoï / Tin Séririne (Greigert et Pognet, 1965).

Les données préexistantes disponibles (cartes géologique du Hoggar, Caby et al, 1977), a permis dresser une carte structurale du bassin Tin Séririne (Fig. 12), montre des directions N-S à NNO-SSE et correspondent aux faisceaux de faille 7°30 et le faisceau de faille de In Guezam.

Trois directions majeures qui affectent la région en général et le bassin de Tin Séririne en particulier, à savoir les directions méridiennes à NNO-SSE, une direction NO-SE et une direction NE-SO, l'importance de ces accidents méridiens par rapport aux autres directions, ces accidents qui affectent tout le Hoggar semblent avoir joué en failles conjugués dans la couverture sédimentaire ceci est surtout observable dans les régions Tamart-N-Bliss et Tahifet ou les réseaux de failles NO-SE et NE-SO jouent en conjuguées (Lazhar et al., 2009) (Fig. 12).

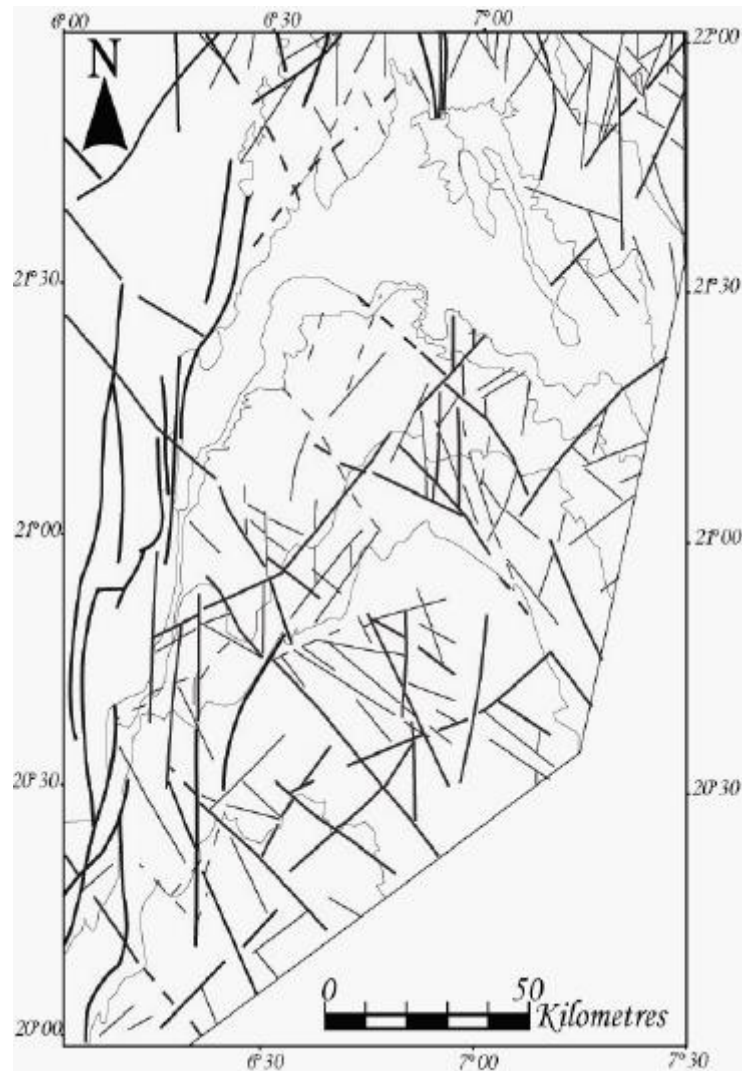


Figure 12 : Carte linéaire du bassin de Tin Séririne, (Lazhar, 2009).

2.3 Les minéralisations uranifères dans le Bassin de Tin Séririne

Dans toute prospective de recherche d'uranium dans cette région, l'existence de cette véritable «province à uranium» est un élément hautement favorable à condition de s'abstenir de tout schématisme et d'adapter les méthodologies de prospection.

La province uranifère du bassin de Tin Séririne comporte (fig13) (Ould Hamou et al., 2012)

- Le district septentrional «Tahaggart–In Abegui»: la minéralisation uranifère est localisée dans le contact entre le socle cristallin et la couverture sédimentaire Paléozoïque. Le socle est représenté essentiellement par des gneiss, des migmatites et des granites. Le Cambro-Ordovicien, transgressif sur le socle est représenté par des conglomérats de base, des grès microconglomératiques et de grès à stratification oblique. La minéralisation uranifère se rencontre dans le socle altéré et dans le ciment du conglomérat.

- Le district Tamarth N'Blis–Timouzeline : la minéralisation est localisée dans les grès arkosiques du Dévonien inférieur.

Les observations faites sur la minéralisation uranifère de Tamrath N'bliss et de Tahaggart permettent de dégager des guides simples des méthodologies de prospection qui pourraient être utiles dans l'orientation de la recherche d'uranium à Tin Séririne, (MOKKADDEM, 1990).

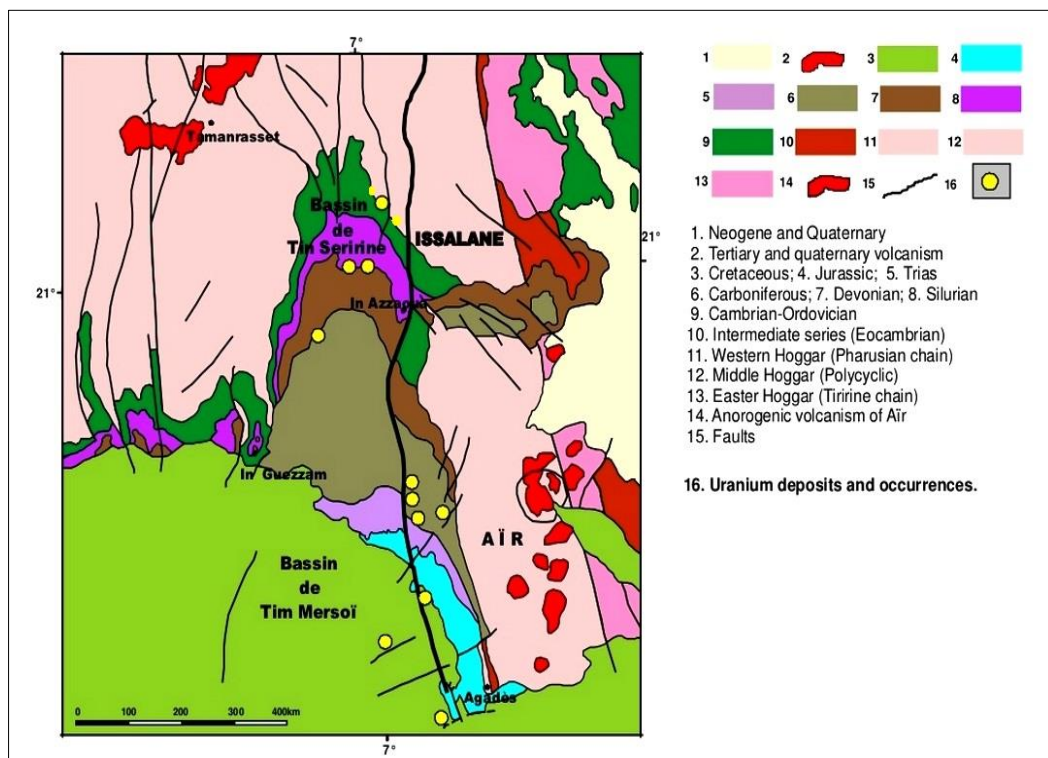


Figure 13 : Province uranifère (bassin Tin Séririne-Tim Mersoï)
(Khaldi A., 2012)

DEUXIEME CHAPITRE:
PRESENTATION DE LA
REGION D'ETUDE

DEUXIEME CHAPITRE : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

I. INTRODUCTION :

Suite à la découverte du gisement de Tahaggart qui se situe à 20 km de notre région d'étude et à la mise en évidence de la minéralisation uranifère au niveau de l'interface socle couverture, nous allons à notre tour tenter d'explorer et de prospector une éventuelle existence de cette minéralisation sur le plan de la discordance qui affleure dans la région d'étude. Notre but est de se servir d'une méthodologie d'approche semblable à celle utilisée à Tahaggart et qui fait appel aux travaux géologiques, aux outils géophysiques, aux ouvrages miniers, à un échantillonnage et à des analyses, afin de mettre en évidence l'anomalie dite « d'Abalekane » qui deviendra probablement par la suite indice uranifère après valorisation.

II. CADRE GEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'ABALEKENE :

La région d'Abalekane est située sur la bordure Nord Est du bassin de Tin Séririne, à 370km de Tamanrasset, et à 50km de la frontière Algéro-nigérienne. Elle est repérée par les coordonnées géographiques : 7°21 E et 21°45 N, et elle a une superficie approximative de 12 Km², en forme rectangulaire ayant 3,6 km de longueur et de 3,4 km de largeur. La topographie est généralement plane à l'exception de quelques buttes Tassiliennes.

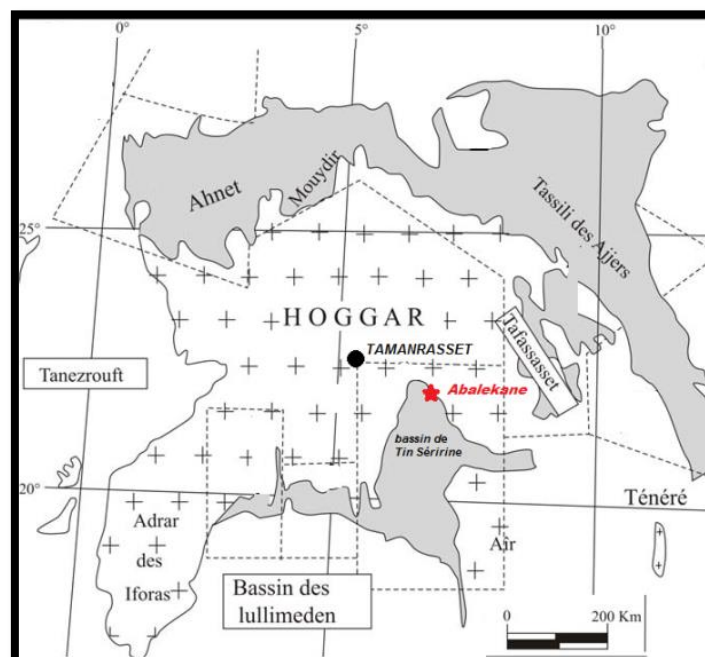


Figure 14 : Localisation géographique de la région d'Abalekane (BÈUF S. et al., 1971)

Abalekene est une région désertique avec une végétation pratiquement inexistante ou très rare clairsemée dans les lits d'Oueds.

Le climat est aride et sec. Les précipitations rares, peuvent quand elles existent, donner lieu à des torrents souvent dévastateurs. Les vents de sable sont très fréquents.

III. CADRE GEOLOGIQUE DE LA REGION D'ABALEKENE :

La région d'Abalekene est située au niveau du contact discordant entre le socle attribué au Pharusien, et les formations sédimentaires du Cambro-ordovicien. (Fig. 15)

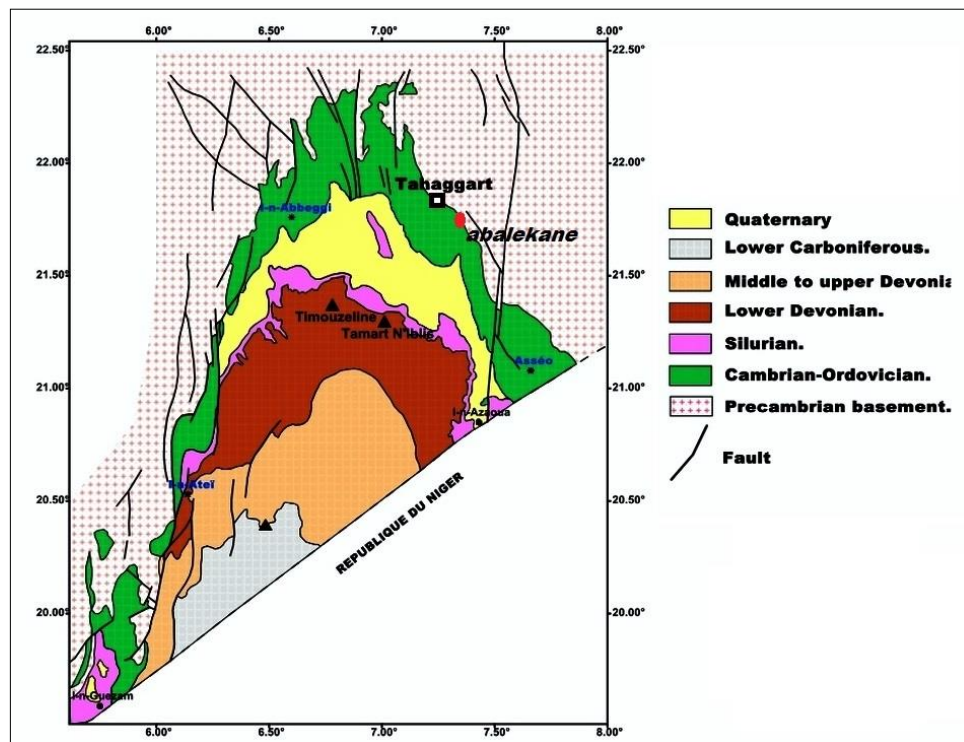


Figure 15 : Situation de la région d'Abalekene dans le contexte géologique du bassin de Tin Sérine (Khaldi A. et al., 2012)

1.2 Les granites syntéctoniques:

Ils affleurent sur une vaste étendue dans la partie Nord du secteur, on y distingue :

A. Des granites rouges porphyroïdes à biotite

Cette roche contient de feldspaths en phénocristaux roses de taille variant (1 à 4 cm) orientés. La taille moyenne des autres minéraux (quartz, biotite) est l'ordre de 1,5 cm.

Au microscope : la roche est formée des minéraux suivants

- Le quartz xénomorphe à extinction roulante.
- Les feldspaths sont représentés par microcline et de plagioclase de type andésine, en forme de gros cristaux, la séricitisation est rencontrée dans le microcline
- Les micas représentés exclusivement par la biotite (très pléochroïque) sont rarement chloritisés.
- Les minéraux accessoires sont :
 - Les épidotes représentées par la pistachite, elles proviennent de l'altération de plagioclase.
 - Le zircon se présente en inclusion dans la biotite
 - Le sphène. en sections losangique craquelées.
 - L'apatite rare, en inclusion dans la biotite et parfois dans les feldspaths (microcline et plagioclase).

B. Des granites blancs à muscovite

C'est un granite leucocrate, affleurant fréquemment dans cette région

L'étude microscopique a montré les minéraux suivants :

- Le quartz xénomorphe, avec une extinction roulante de taille maximale 1mm il est généralement fracturé.
- Les feldspaths sont représentés par des plagioclases (An 10-30), de l'orthose perthitique et du microcline. On note une nette altération des plagioclases en séricite.
- Les micas : la muscovite prédomine sur la biotite

Les minéraux accessoires :

- Le sphène est très abondant
- Le zircon généralement en inclusion dans la biotite.
- Les minéraux opaques sont peu fréquents.

C. Des granites blancs à amphibole

IL s'agit d'un granite porphyroïde où les gros cristaux de feldspaths et de quartz sont généralement orientés ; on note la présence de l'amphibole qui est relativement importante que la biotite.

L'observation microscopique montre

- Le quartz se présente en plages soit xénomorphes à ou en cristaux subautomorphes,
- Les feldspaths sont les minéraux les plus abondants. Ils sont représentés essentiellement par des plagioclases de type oligoclase et de microcline subautomorphes, renfermant des inclusions de quartz et de biotite
- Les micas sont représentés par la biotite, souvent chloritisée.
- Les amphiboles sont représentés par la hornblende verte à une couleur vert bleuté. qui contient du quartz en inclusion.

Les minéraux accessoires sont représentés par :

- Des sphènes en sections losangiques, incluses dans les amphiboles.
- Des épidotes automorphes à subautomorphes, provenant de l'altération des amphiboles et de feldspaths sodi-calcique.

D. Des microgranites à biotite et amphibole

Ces microgranites forment une roche leucocrate, reconnaissable sur le terrain, par leur structure en boules d'une dizaine de mètres de diamètre.

Au microscope ce microgranite a une texture microgrenue, composée :

- Quartz xénomorphe, en gros cristaux ou en plage.
- Feldspaths sont subautomorphes, représentés par les plagioclases de type oligoclase plus ou moins andésine. Le microcline et l'orthose sont peu fréquents. Les feldspaths alcalins et plagioclases sont souvent altérés.

- La biotite de forme allongée, souvent chloritisée, renferme des aiguilles de rutile.
- La hornblende verte est fréquente.

Les minéraux accessoires sont :

- Le rutile se présente en fines aiguilles, maclées sagénite, en épitaxie sur les faces de la biotite chloritisée.
- L'apatite est peu distinguée, sous forme sublosangique
- Le sphène est assez rare, il se présente en forme losangique.
- La calcite rare, provient de l'altération de plagioclase.

2.2 Les granites post-téctoniques:

Ils sont mieux représentés dans la partie Sud-Est région. Ces granites **sont plus radioactifs** que les granites syntéctoniques. Ils sont circonscrits (Rapport CREM inédit, 1990)

Deux types de ces granites ont été observés :

A. Les granites rouges porphyroïdes à biotite (Fig. 16)

Ce sont les facies les plus répandus. Ils montrent des phénocristaux de feldspaths rosâtres, ainsi que le quartz recoupés par des dykes, ces granites constitués de gros cristaux de feldspaths rosâtres (micro-ortose et microcline) et de quartz.

Au microscope, la roche montre une texture grenue a tendance porphyroïde et la composition minéralogique suivante :

- Le quartz, xénomorphe, de taille variable montre une extinction ondulante.
- Les feldspaths constituant plus de 50% de la roche totale, sont représenté par le microcline, et l'orthose, les feldspaths alcalins sont plus abondants .
- Le microcline apparait en gro cristaux subautomorphes à macle caractéristique en «tissu écossais» , parfois il est maclé carlsbad. Il renferme souvent de nombreuses inclusions de quartz, micas et apatite.
- Les plagioclases apparaissent en cristaux subautomorphes à automorphes, parfois zonés.. Ils sont généralement de type oligoclase-andésine caractérisé par la macle polysynthétique.

- La séricitisation et la saussuritisation des plagioclase sont fréquente.
- L'orthose est rarement perthitique.
- Micas bien ré pondus dans ces granites, sont représentés par la biotite en paillettes verdâtres, subautomorphes, allongées.les inclusion sont nombreuse : epidotes, zircon, quartz et peu de muscovite apparait en section allongés et secondaire en amas xénomorphes au niveau des feldspaths altérés.

Les minéraux accessoires sont représentés par :

- Les épidotes constituent avec le sphène les minéraux accessoires les plus abondants. Elles sont souvent subautomorphes, en inclusion dans la biotite et présentent parfois un cœur plus sombre que la périphérie. C'est la variété « allanite », entourée par une auréole pléochroïque.
- Le sphène apparait sous forme losangique, craquelé. Quand il se trouve en inclusion dans la biotite, il montre une auréole pléochroïque.
- Le zircon, en inclusion dans la biotite, est entouré par une auréole sombre radioactive.
- L'apatite : c'est le minéral accessoire le moins abondant. Elle se présente en aiguilles ou baguettes hexagonales. Souvent en inclusion dans les feldspaths ou dans la biotite

B. Les granodiorites.

Ces roches affleurent dans la partie Sud-Est du secteur étudié.

L'étude microscopique nous a permis de caractérisé les minéraux ,la lame mince montre une texture est grenue porphyroïdes les minéraux sont les suivants :.

- Le quartz existe en plages xénomorphes, ou subautomorphes à taille variable, montrant une extinction ondulante. il se présente en inclusion dans les plagioclases.

- Les feldspaths sont représentés par :
 - Les plagioclases de type oligoclase-andésine apparaissent en grandes sections, correspondant aux phénocristaux observés à l'œil nu. Ils sont généralement zonés et s'altèrent en séricite.
 - Le microcline est moins abondant que les plagioclases. Il apparaît en cristaux subautomorphes
 - L'orthose s'observe est maclée Cralsbad, elle est assez rare et généralement perthitique.
- Les micas : on distingue de la biotite et de muscovite. La biotite est souvent chloritisée et plus abondante que la muscovite.

Les minéraux accessoires sont :

- Les épidotes fréquentes apparaissant souvent automorphe
- Le zircon en inclusion dans la biotite, montre une auréole pléochroïque sombre.
- L'apatite est sous forme allongées, automorphe, en inclusion dans les felspaths et la biotite.
- La tourmaline est rare, sous forme allongée, de couleur bleu verdâtre.



Figure 16 : L'aspect des granites post-tectoniques à l'affleurement. En arrière-plan, des buttes tassiliènes (Abalekane).

1. La discordance Infratassilienne

Le substratum sur lequel discordé le conglomérat de base, est principalement granitique. À Abalekane l'altération est générale et dépend de la lithologie, sa profondeur est très variable. Les granites sont parfois «pourris » en surface et présentent un aspect blanchâtre (Fig.17).



Figure 17 : Granite altéré affleurant en surface, en contact avec le conglomérat de base (Abalekane)

Ils s'agit d'une altération progressant du haut vers le bas, les niveaux les plus altérés sont en haut du profil, c'est ce qu'on appelle le « profil d'altération » (Fig. 18). (CREM, 1987) Quatre horizons ont été distingués sur ce profil d'altération, on a de haut en bas :

- **Une cuirasse silico-ferrugineuse** qui est bien développée au niveau d'Abalekane. Elle est compacte et indurée, faisant 5 à 30 cm d'épaisseur. La couleur est rouge brique avec quelques vestiges d'argiles en petites taches blanchâtres. (Fig. 19)
- **Un horizon C** Granite blanc, riche en minéraux argileux (kaolinite)
- **Un horizon B** Granite gris violacé, assez riche en minéraux argileux et en oxyhydroxydes de fer
- **Un horizon A** Granite rouge violacé, dans lequel les oxyhydroxydes de fer prédominent sur les minéraux argileux. La roche y est peu dure, parsemée de taches blanchâtres (minéraux argileux). On note dans ce niveau, la présence de tubes vides cylindriques verticaux, avec des parois internes tapissées d'oxyhydroxydes de fer.

Il s'agirait de racines de nématophytes (MOKADDEM, 1980). Le quartz constitue 30 à 40% de la roche

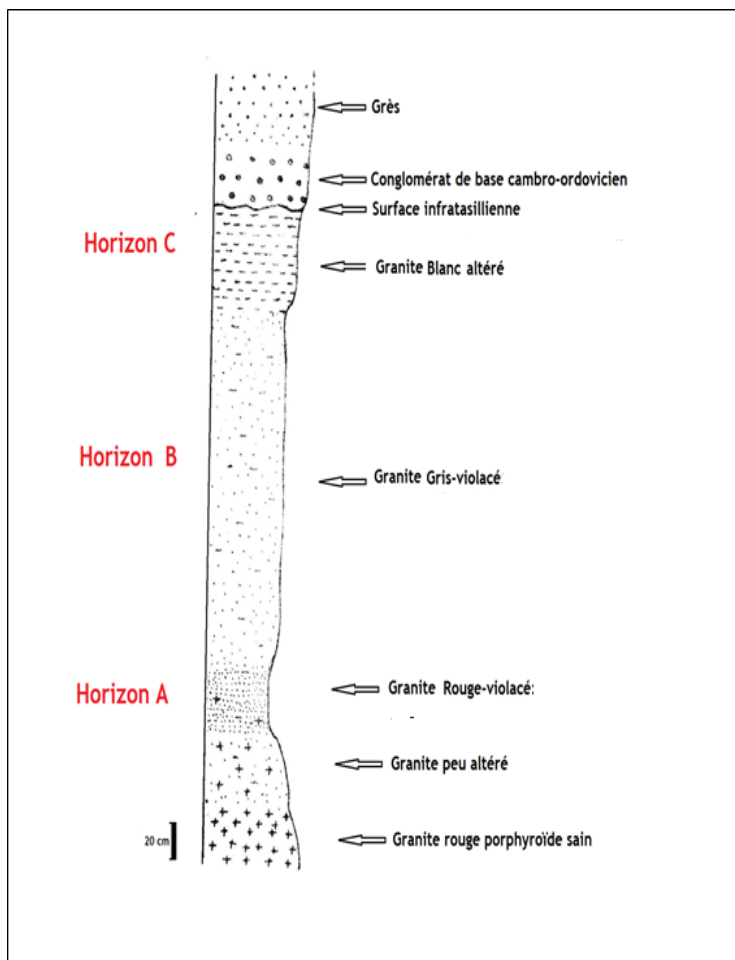


Figure 18 : Exemple de profil d'altération schématique dans la région d'abalekane (Rapport CREM inédit, 1987)

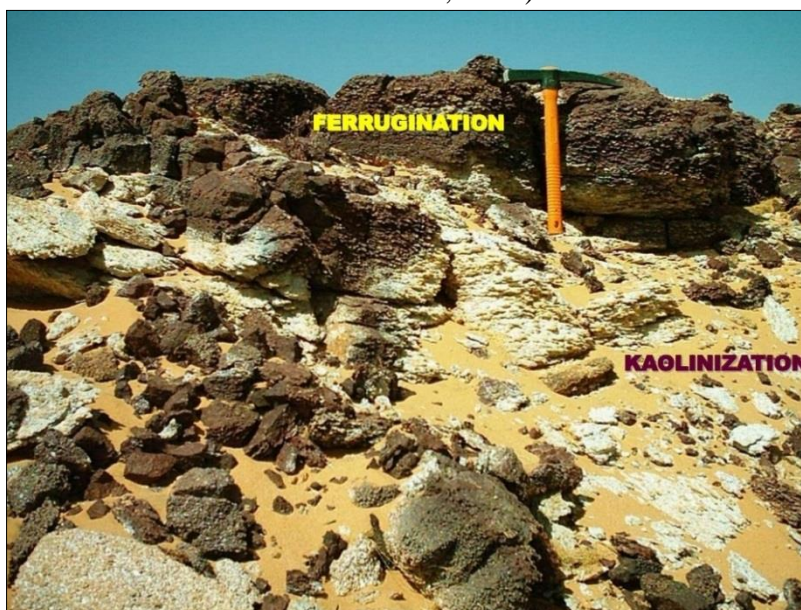


Figure 19 : Couche ferrugineuse et minéraux argileux dans la région d'Abalekane

2. La Couverture sédimentaire Cambro-Ordovicienne

La couverture sédimentaire de nature gréseuse et d'âge Paléozoïque repose en discordance sur le socle altéré et aplani. Seuls les dépôts cambro-ordoviciens ont été observés dans la région étudiée où, ils occupent la partie Ouest.

La série débute généralement par un conglomérat de base à dragées de quartz. Il est hétérométrique, monogénique (éléments de ce conglomérat) à ciment essentiellement ferrugineux. Sa puissance varie de quelques centimètres à quelques mètres. (Fig. 20)

Sur ce conglomérat de base, reposent des grès fluviatiles à stratifications obliques et entrecroisées, correspondant à « l'unité des Ajjers » (BEUF et al., 1971). De couleur jaunâtre à beige, ils sont constitués uniquement de grains de quartz avec un ciment siliceux. Ils sont chenalisés et ayant une puissance maximale plurimétrique.



Figure 20 : Conglomérat de base dans la région d'Abalekane

3. LA TECTONIQUE

a. La tectonique souple : Les plis sont droits ou déversés vers le Sud. Le déversement se fait mieux sentir dans la région nord par des plis de direction Est-Ouest.

Les axes sont généralement courbés. Ils sont orientés Est-Ouest à Nord-Est–Sud-Ouest (CREM, 1987)

b. La tectonique cassante : L'absence de végétation et la nature lithologique des formations, rend l'utilisation de la photographie aérienne très aisée. Les failles sont nombreuses (CREM, 1987) :

- Des failles Nord-Sud (N340° à N10°)
- Des failles Est-Ouest
- Des failles Nord-Est – Sud-Ouest

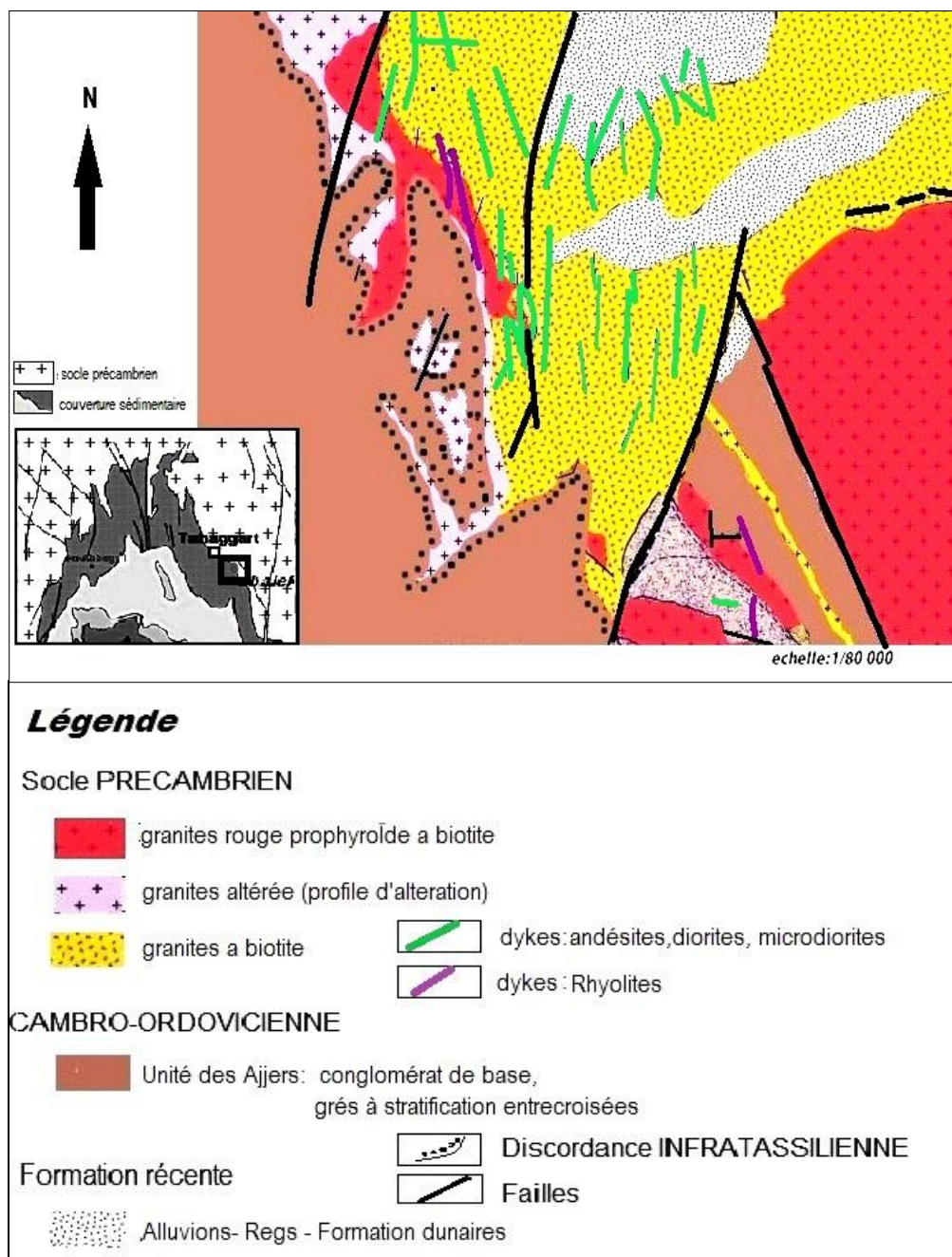


Figure 21 : Carte géologique de la région d'Abalekane (CREM, 1987 ;)

IV. CONCLUSION

Toute la superficie d'Abalekane ou presque est couverte de grès et de conglomérats de base d'âge Cambro-Ordovicien.

Au quart Nord Est, nous avons un socle altéré où persiste encore quelques lambeaux de granites rouges post tectoniques, toute l'étendue du socle est recoupée par des dykes acides et intermédiaires. Le socle est séparé de sa couverture sédimentaire par un profil d'altération.

L'importance du profil d'altération n'est plus à démontrer. Il constitue le site des minéralisations uranifères au niveau du gisement de Tahaggart et probablement dans notre région (Abalekane). Une théorie qui va être vérifiée tout au long du troisième chapitre.

TROISIEME CHAPITRE:
METHODOLOGIE
D'APPROCHE APPLIQUEE A
LA REGION D'ABALEKANE

TROISIEME CHAPITRE : METHODOLOGIE D'APPROCHE APPLIQUEE A LA REGION D'ABALEKANE

La recherche des minéralisations radioactives fait appel à un ensemble de méthodes dont la plus déterminante est la spectrométrie gamma. Elle se déroule en plusieurs phases, chacune se distinguant par l'échelle du secteur étudié.

La première phase consiste à faire des levés spectrométriques et magnétiques à grande échelle englobant de grandes surfaces allant jusqu'à des milliers de kilomètres carrés. C'est une opération qui a pour objectif de localiser des zones potentielles à l'accumulation des substances radioactives. Dans notre cas, les levés aérospectrométriques et aéromagnétiques ont été réalisés à l'échelle 1/200 000^{ème}.

La deuxième étape consiste à vérifier au sol les anomalies détectées en entreprenant des travaux géologiques et géophysiques à différentes échelles en fonction de l'étendue de l'anomalie.

Lors de la troisième étape on réalise la prospection détaillée de l'indice avec exécution des travaux miniers (tranchées et fouilles), et un échantillonnage pour différentes analyses afin de déterminer les minéraux d'uranium présents dans l'indice d'Abalekane.

I. LES LEVES AERIENS :

Toutes les séquences de traitement ont été réalisées à l'aide de procédé automatisé. Au préalable les données numériques ont été regroupées et réorganisées sous forme de fichiers spécifiques au module de traitement. Le résultat de ces travaux sont reportés sous forme de carte aérospectrométrique et aéromagnétique au 1/200 000^{ème} qui concerne la feuille Asséo là, où se trouve la région d'étude. Le support de base des données est le fond topographique réalisé à partir de la photo aérienne (Fig. 22).

1. Le levé aérospectrométrique

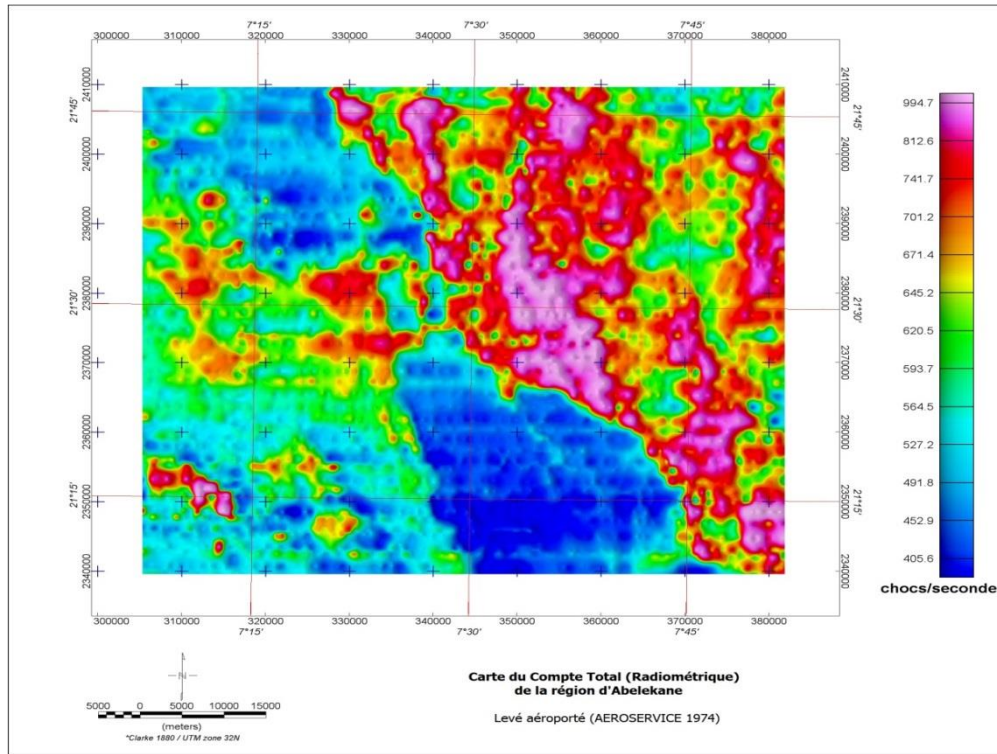


Figure 22 : Carte radiométrique de la région d'Abalekene au 1/200 000^{ème}

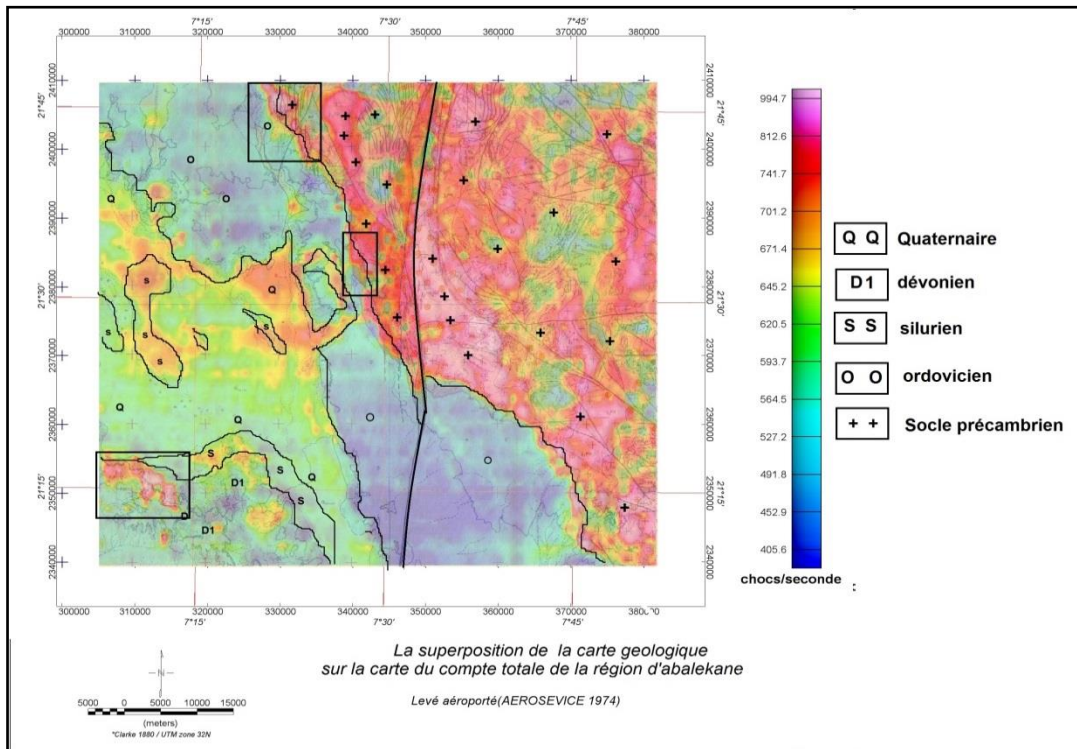


Figure 23 : Carte radiométrique superposée sur la carte géologique au 1/200 000^{ème}, avec le logiciel Global Mapper 15.

Interprétation de la carte radiométrique (Compte total) :

L'interprétation des données de spectrométrie du rayonnement gamma nécessite une bonne compréhension de la géomorphologie et de l'environnement de surface, puisque la majeure partie du rayonnement gamma mesurée provient des 30 premiers centimètres du sol.

Sur la carte (Fig. 23) il est possible de distinguer différentes anomalies radiométriques exprimés par différents taux de rayonnement, ainsi notre interprétation a discriminé trois grandes régions:

- À l'Est, des zones sur lesquelles les intensités les plus forts sont enregistrées et qui correspondent à des complexes granitiques du môle d'Issalene et une partie de la terrane Serouenout.

- À l'Ouest, des zones d'intensités radiométriques faibles à moyennes, au niveau de la couverture sédimentaire du bassin de Tin Séririne, mais dans lequel il y a présence de quelques fonds radiométriques élevés au Sud-Ouest et qui coïncident avec les grès du Tassilli.

- La limite entre le socle et la couverture, est une zone qui présente un rayonnement élevé tout au long de cette discordance. Cette anomalie nous est d'un grand intérêt puisqu'elle nous permet d'admettre une présence d'éléments radioactifs qui se situent au niveau de ce contact. Une hypothèse faite en se référant du guide de prospection du gisement de « **type Inconformité** ».

2. Levé aéro-magnétique

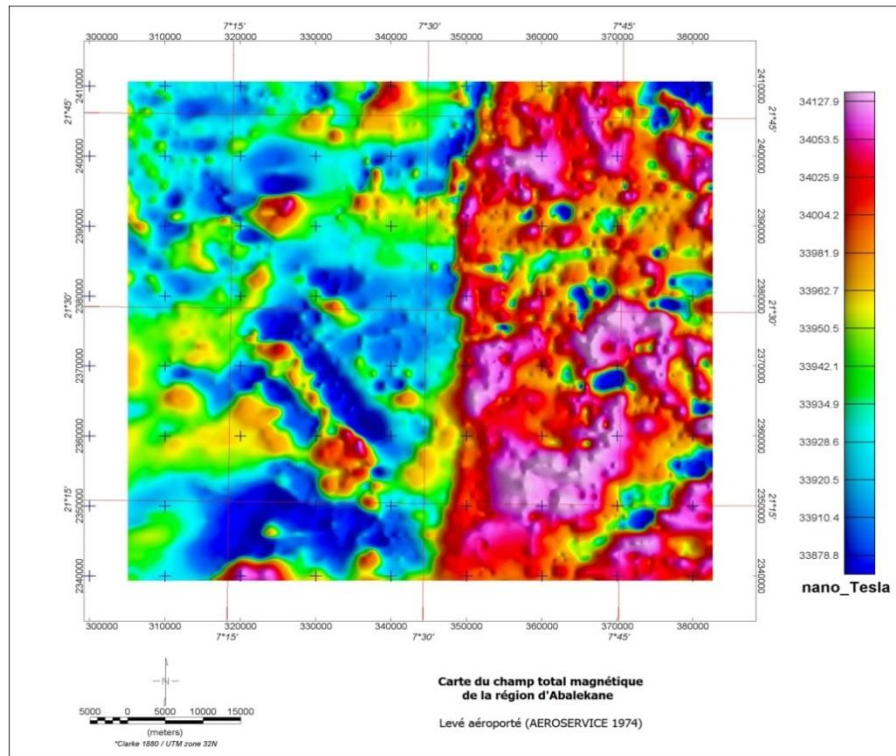


Figure 24: levé aéromagnétique de la région d'Abalekane au 1/200 000^{ème}

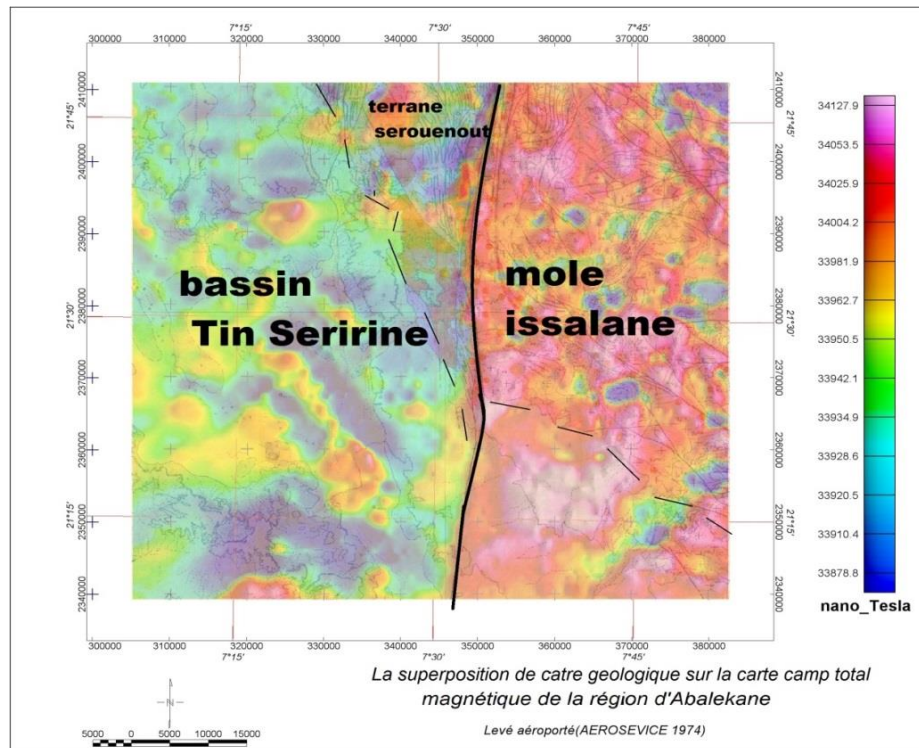


Figure 25 : Carte magnétique superposée sur la carte géologique au 1/200 000^{ème}, avec le logiciel Global Mapper 15.

Interprétation de la carte aéro-magnétique

La carte du champ total magnétique (Fig. 24) montre une distribution très variable des anomalies magnétiques, due essentiellement à la complexité géologique de la zone d'étude.

Sur cette carte on peut apercevoir deux zones distinctes (Fig. 25), d'une part par l'intensité des anomalies magnétiques et d'autre part par leurs formes, nettement séparées par le grand linéament subméridien 7°30'.

- Le Môle d'Issalane focalisé essentiellement à l'Est de la 7°30' individualisé par une importante anomalie magnétique, dû à une éventuelle présence d'un corps magnétique de composition sous le massif (Les granites n'étant pas magnétiques).

- A l'Ouest de la 7°30' on repère un magnétisme faible à moyen par endroits au niveau du contact socle/couverture. Ainsi que des taux faibles sur pratiquement toute l'étendue de la couverture sédimentaire du bassin de Tin Séririne, à l'exception quelques anomalies caractérisées par des courtes longueurs d'ondes et de petites extensions qui se manifestent.

II. TRAVAUX DE TERRAIN

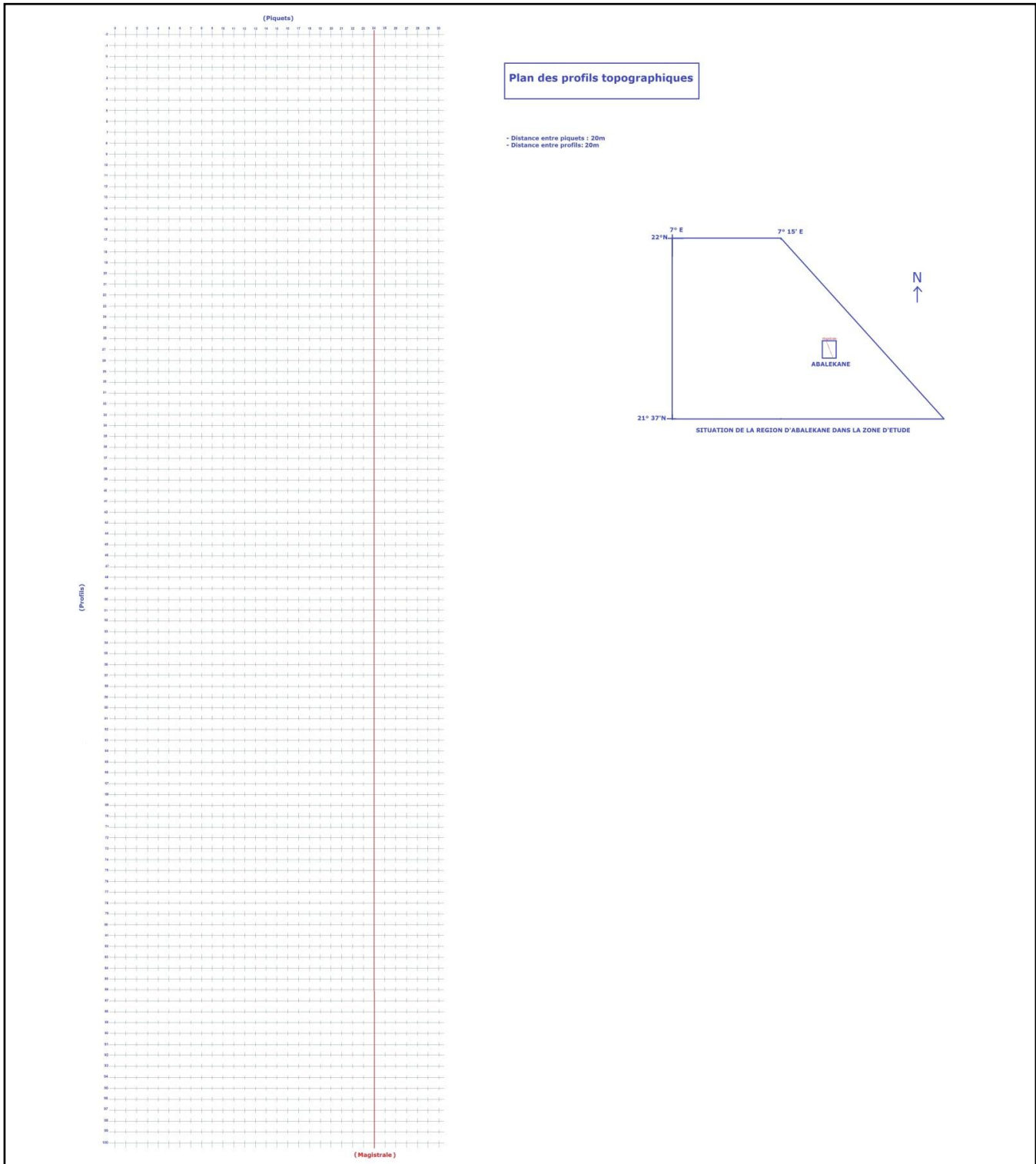
Dans le but de vérifier au sol les zones où des concentrations d'éléments radioactifs ont été soupçonnées par les levés aéro-géophysiques dans la région d'étude (Au niveau de l'interface socle couverture). On établira tout au long de cette phase de recherche un plan de profils topographiques, sur lequel des travaux géophysiques au sol (levé magnétique et radiométrique spectrométrique au 1/10.000^{ème}), des travaux géologiques et des travaux miniers (tranchées, fouilles) seront appliqués.

1. Le levé topographique

Afin de resserrer la maille et de choisir les zones perspectives pour projeter les travaux géologiques, radiométriques, spectrométriques détaillés et les travaux miniers, nous dresserons un plan de profils topographiques, qui consiste à un traçage d'une magistrale orientée Nord-Nord-Ouest à Sud-Sud-Est, par rapport à laquelle les profils topographiques seront perpendiculaires.

Ci-dessous le profil topographique qui servira comme support pour les différents travaux.

Figure 26 : Plan des profils topographiques, et situation de la magistrale de la région d'Abalekane



2. Le levé géophysique

La prospection radiométrique constitue l'étape primordiale dans la conduite des travaux de recherche détaillée des gisements uranifères. Selon la morphologie et l'accessibilité du terrain, le levé radiométrique accompagné d'un levé spectrométrique est effectué soit en autoporté soit à pied pour vérifier les anomalies détectées par l'aéroservice. Le GPS nous facilite la localisation des anomalies. Outre ces méthodes, l'application des méthodes indirectes (magnétométrie) sert de guide pour la détermination de la minéralisation uranifère.

2.1 Le Levé radiométrique

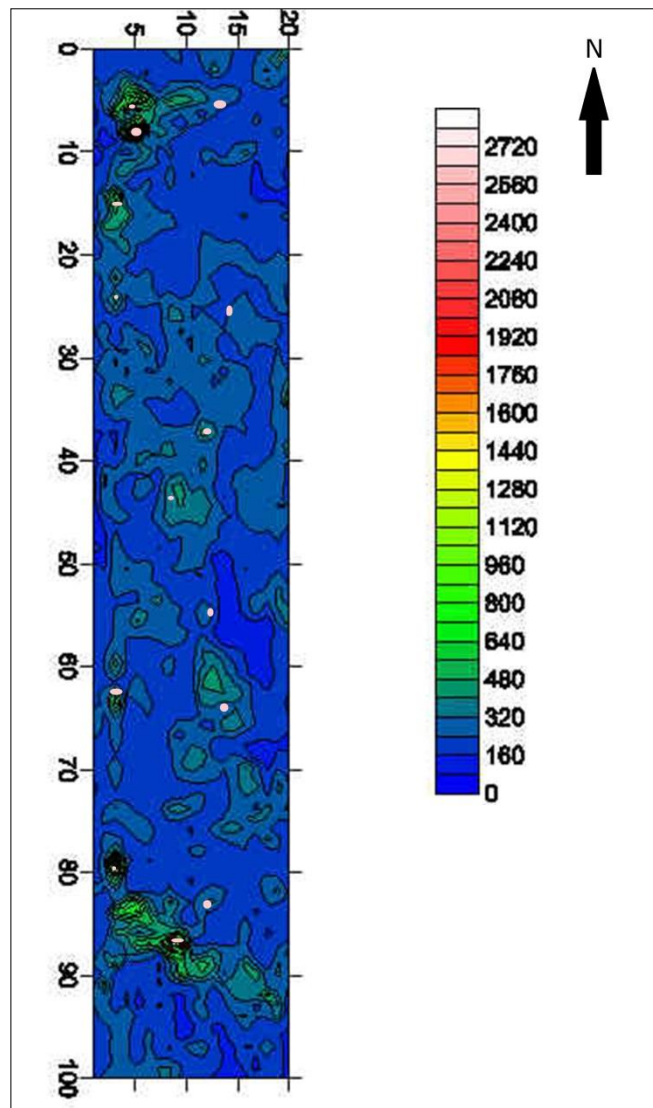


Figure 27: Carte radiométrique dans la région d'Abalekane au 1/10.000^{ème}

Interprétation de la carte radiométrique :

Sur la carte radiométrique (Fig. 17), et afin de vérifier l'anomalie relevée sur la carte aéro-spectrométrique, on note : un taux de comptage appréciable en moyenne voisin de 300cps qui est enregistré sur le socle non altéré. Il est possible aussi de déceler des zones qui présentent des taux de rayonnement élevés (Des valeurs entre 1000 cps et 2800 cps), et qui coïncident avec les zones de discordance, exactement au niveau des conglomérats de base et les granites altérés (**le profil d'altération**).

2.2 Le levé magnétique :

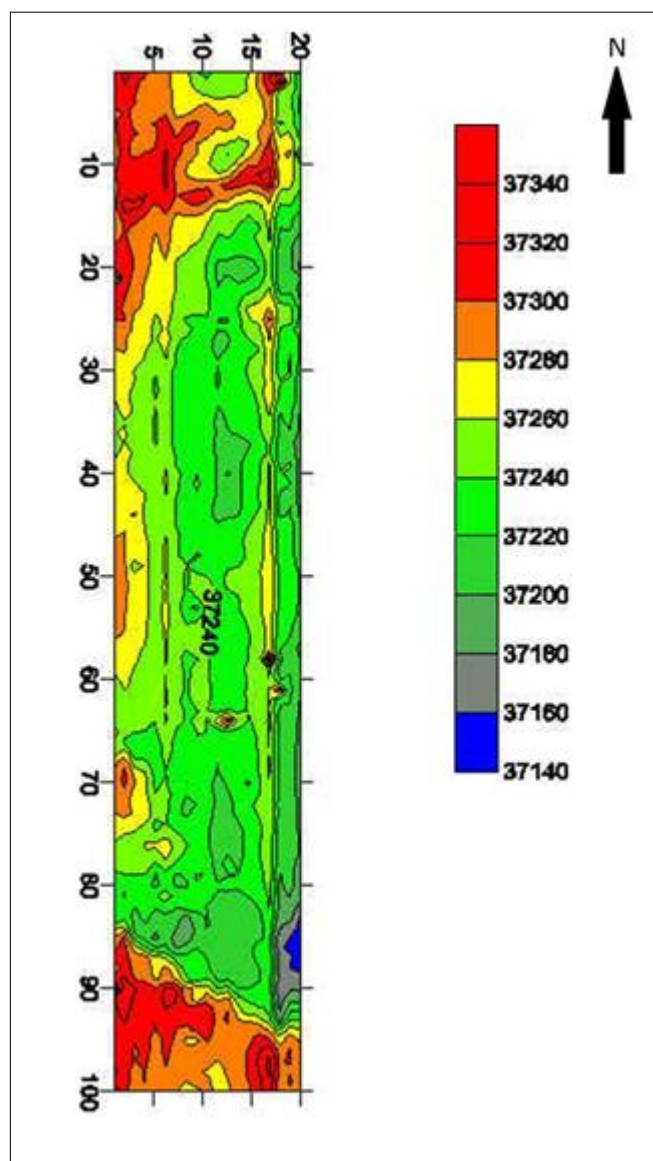


Figure 28 : Carte magnétique de la région d'Abalekane au 1/10.000^{ème}

Interprétation de la carte magnétique

Les observations magnétiques sont faites le long de la région d'Abalekane (Fig. 28) ; on peut observer une distribution très variable des anomalies magnétiques due à des complexités géologiques.

Nous avons des structures magnétiques qui suivent la discordance, comprenant les valeurs les plus élevées qui sont enregistrées sur le profil d'altération (37320 nT et plus), due certainement à des minéraux ferrugineux d'oxydation (Cuirasse ferrugineuse) et des granites altérés, on a aussi des moyennes à faibles valeurs qui sont enregistrées sur la couverture sédimentaire (37260 nT à 37240 nT) qui correspondent probablement au prolongement du profil d'altération sous la couverture.

3. Le levé géologique

Ce levé a été établi sur terrain (Fig. 29) en suivant des itinéraires correspondants au plan des profils topographiques. Il a pour but la reconnaissance des grandes structures géologiques qui constituent la région d'Abalekane, mais aussi la vérification au sol des anomalies qui sont apparues sur les différents levés géophysiques. Afin de cartographier à échelle réduite la région d'Abalekane, Ce travail a été exécuté en balayant toute la région, mais en ciblant les zones de discordance entre le conglomérat de base combro-ordovicien, et le granite altéré protérozoïque.

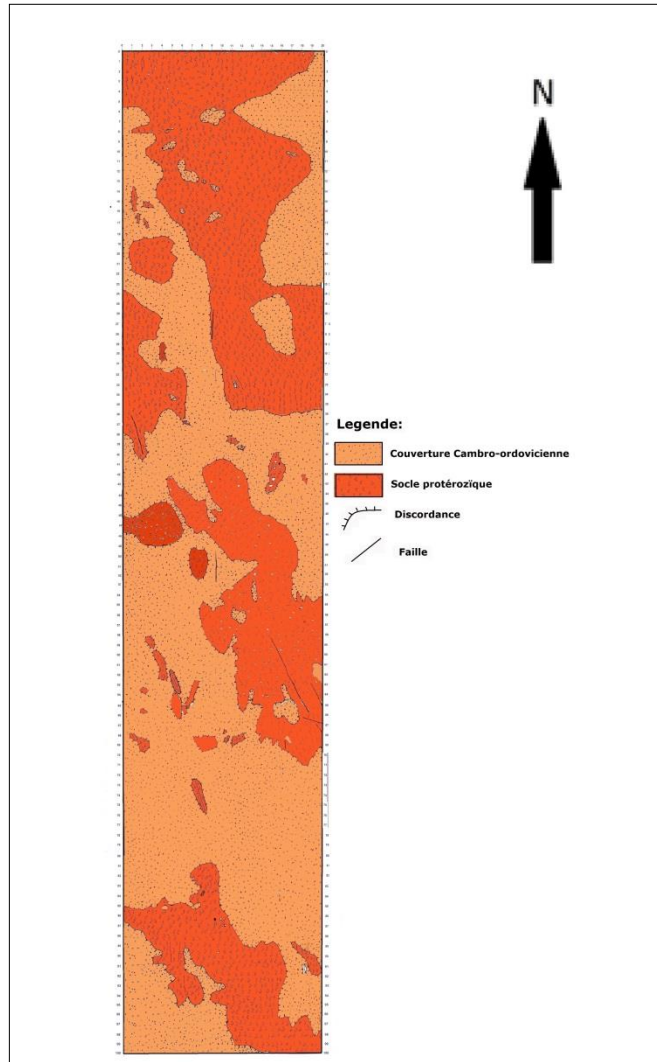


Figure 29 : Levé géologique de l'anomalie d'Abalekane au 1/10.000^{ème}

Les levés géophysiques (direct et indirect), le levé géologique et notamment la fusion entre eux, nous montre qu'il est possible de subdiviser Abalekane en trois Secteurs (Fig. 30) (Secteur Nord, Secteur Central, Secteur Sud), bien distincts par leur accumulation en éléments radioactifs, visibles sur le levé radiométrique sous forme de fortes intensités de rayonnement radioactif dues au profil d'altération, et sur le levé magnétique se traduisant par des intensité de champs magnétique élevés. Ces secteurs se distinguent sur le levé géologique puisqu'ils se localisent sur les bordures de trois blocs granitiques (Nord, Central, Sud).

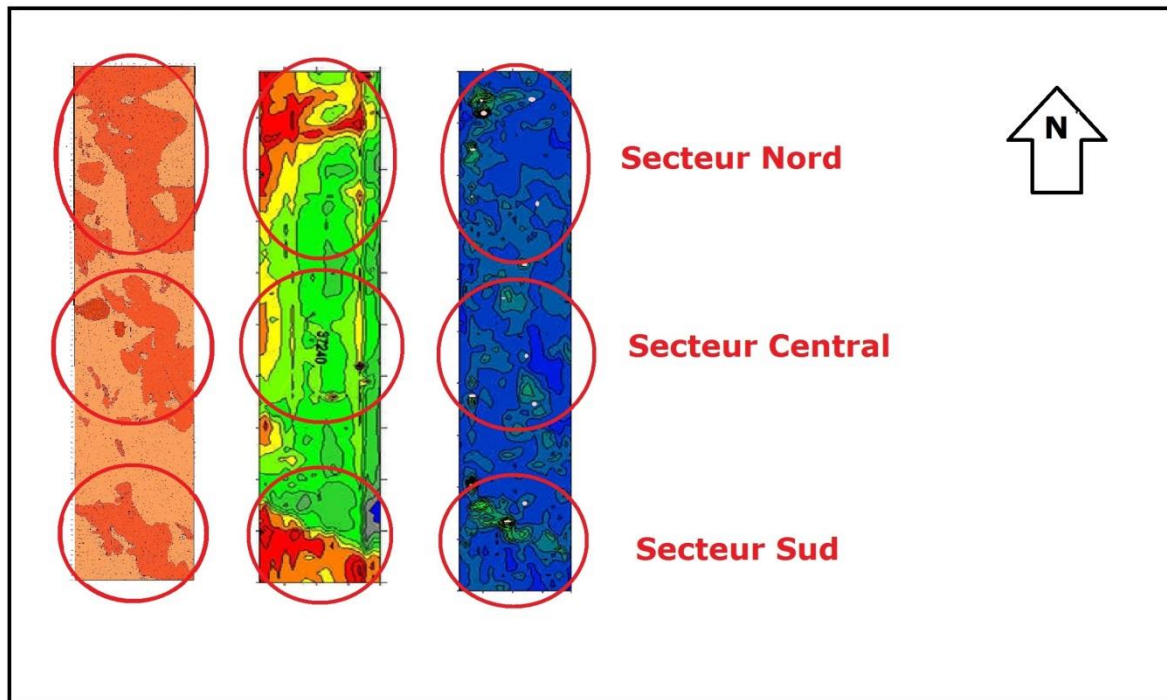


Figure 30 : Subdivision de l'anomalie d'Abalekane en trois secteurs

4. Les ouvrages miniers :

Lors de cette étape, on procède à la réalisation de fouilles et de tranchées sur les zones anormales pour permettre une estimation préliminaire de l'interface socle/couverture, au niveau des trois secteurs de l'anomalie d'Abalekane. Sur ces fouilles et tranchées, un échantillonnage et des mesures spectrométriques ont été exécutés afin de :

- Confirmer l'existence de la minéralisation, et de quel type.
- Permettre des prélèvements d'échantillons dans les formations en place, destinés à l'étude de la minéralisation et l'estimation des teneurs,
- Préciser l'allure des accidents qui déplacent les minéralisations, s'ils existent.

« Ces tranchées doivent donner toutes les précisions minéralogiques permettant d'évaluer l'anomalie et de juger si cette anomalie peut devenir indice afin de justifier la poursuite des travaux ».

Le choix des emplacements des fouilles et des tranchées dans les secteurs d'Abalekane a été adopté par rapport aux anomalies détectées au cours des travaux de terrains.

calcul des teneurs :

Pour l'étude spectrométrique, nous avons utilisé les formules suivantes pour les coefficients de **stripage**, le calcul des concentrations en teneurs et la conversion du spectre choc par seconde (cps) en teneur (partie par million):

$$Eq(Th) = 1/K1C(Th) \text{ en ppm}$$

$$Eq(U) = 1/K2 C(U) - \alpha C(Th) \text{ en ppm}$$

$$K\% = 1/K3 C(K) - \gamma C(U) - \alpha C(Th) - \beta C(Th)$$

$$\text{Avec } K1 = 0.12 \quad K2 = 0.33 \quad K3 = 3.6$$

$$\alpha = 0.722 \quad \beta = 0.914 \quad \gamma = 0.851$$

$$C(Th) = C'(Th) - b (Th)$$

$$C(U) = C'(U) - b (U)$$

$$C(K) = C'(K) - b (K)$$

$C' () =$ Valeur brute

$b =$ back ground

- Calcul des rapports spectrométriques :

Le calcul des rapports spectrométriques est indispensable pour connaître la tendance des zones anormales et ceci en calculant les rapports (U/Th, K/U, K/Th). Ce rapport joue un rôle primordial dans l'interprétation qualitative. En effet, les rapports spectrométriques offrent des informations sur la distribution du minerai radioactif dans les différents faciès de la région d'étude.

Une moyenne de cinq mesures spectrométriques sur chaque point d'observation a été effectuée et les valeurs calculées sont reportées sur les tableaux.

4.1 Tranchées et fouilles dans le secteur nord :

Dans le secteur Nord, 4 tranchées et 4 fouilles ont été réalisées. Les mesures ont été rapportées sur les tableaux (annexes)

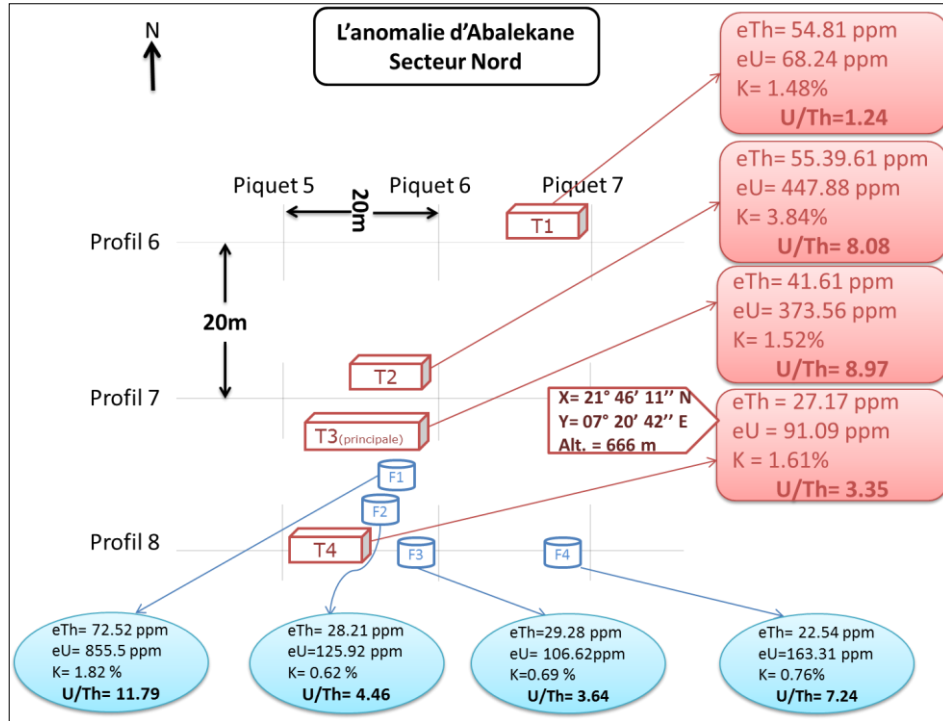


Figure 31 : Localisation des fouilles et des tranchées sur le plan des profils topographiques au secteur nord

Interprétation des rapports spectrométriques U/Th : (Rapport moyen U/Th= 6.09)

Les anomalies spectrométriques du secteur nord sont caractérisées par un rapport supérieur à un (01) ce qui signifie une tendance uranifère des indices radiométriques. Les rapports U/Th sont importants et peuvent atteindre des valeurs très élevées (U/Th= 11.79 au niveau de la fouilles1).

4.2 Tranchées et fouilles dans le secteur central :

Dans le secteur central, 5 tranchées et 6 fouilles ont été réalisées. Les mesures ont été rapportées sur les tableaux (annexes)

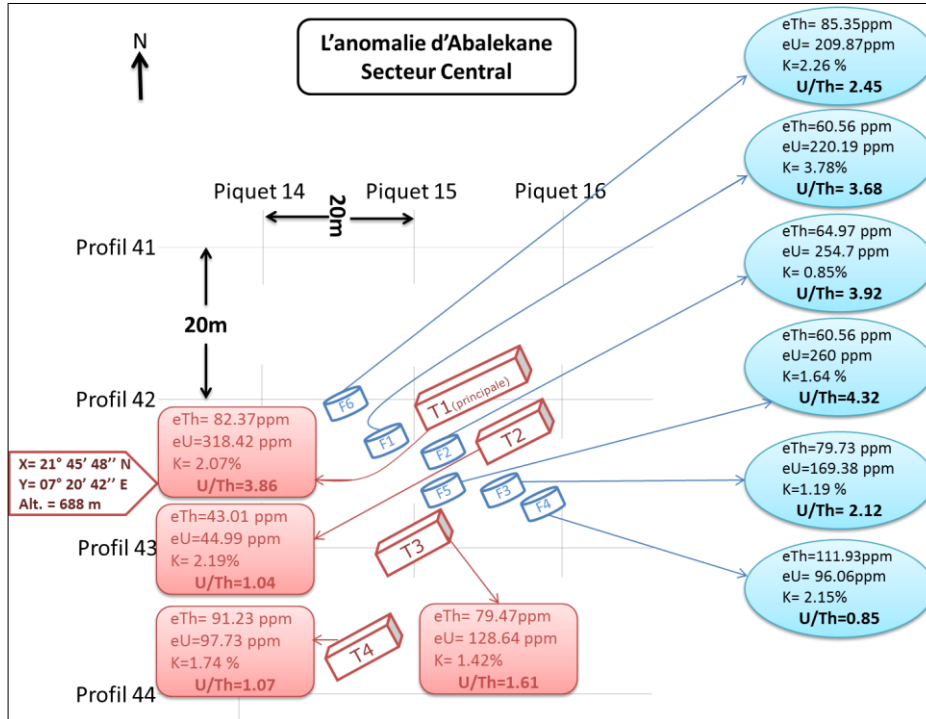


Figure 32 : Localisation des fouilles et des tranchées sur le plan des profils topographiques au secteur central

Interprétation des rapports spectrométriques U/Th :

- Secteur central : *Rapport moyen U/Th= 2.49*

La quasi-totalité de cette zone est caractérisée par un rapport supérieur à un (01) ce qui signifie une tendance uranifère prononcée. Le rapport U/Th atteint des valeurs plus ou moins élevées dans ce secteur.

4.3 Tranchées et fouilles dans le secteur sud :

Dans le secteur sud, 3 tranchées ont été réalisées. Les mesures ont été rapportées sur les tableaux (annexes)

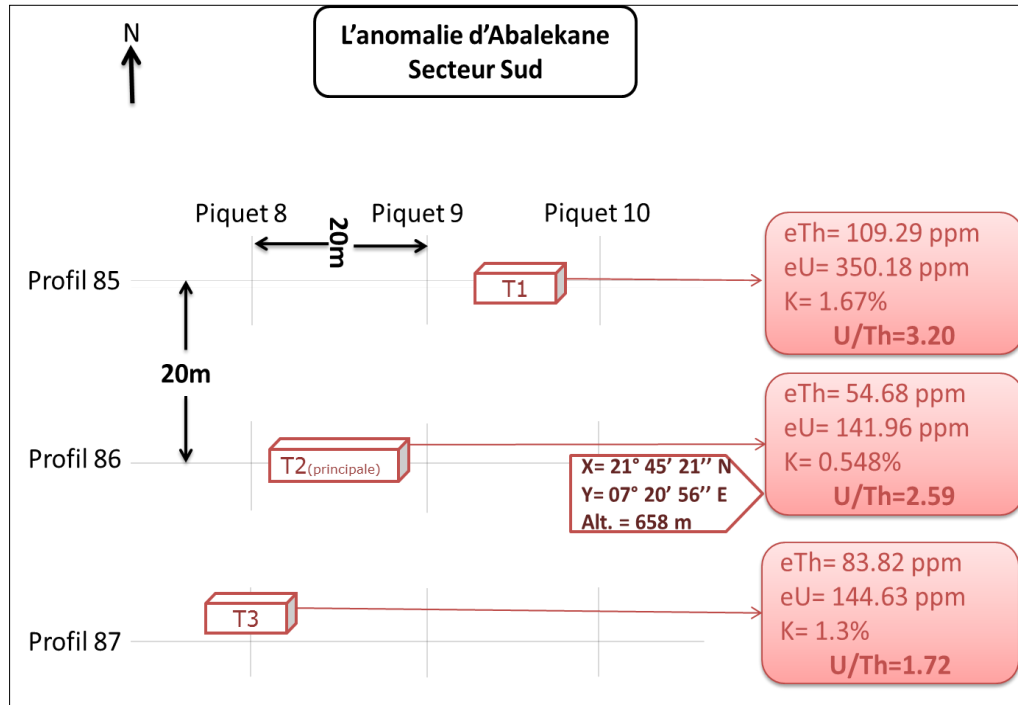


Figure 33 : Localisation des tranchées sur le plan des profils topographiques du secteur sud

Interprétation des rapports spectrométriques U/Th : Rapport moyen U/Th= 2.50

La zone sud est caractérisée par la présence d'anomalies spectrométriques importantes. Au niveau de ce secteur le rapport U/Th est supérieur à un (01), par conséquent la minéralisation de cette zone est de tendance Uranifère.

Interprétation de la concentration en Uranium dans les trois secteurs:

Dans tous les secteurs les teneurs d'uranium sont élevées (Moyenne eU au secteur nord \approx 180ppm, au secteur central \approx 280ppm, au secteur sud \approx 210ppm). Ces teneurs d'uranium nous relatent de l'état du socle cristallin qui est intensément altéré et érodé, où s'est développé un halo d'altération (profil d'altération) sur toute l'étendue du socle et où se sont encaissées les minéralisations radioactives de tendances uranifères.

Cette tendance uranifère nous révèle une caractéristique du milieu, celui de l'oxydation. En effet l'uranium est fixé dans le milieu réducteur contrairement au thorium (Moyenne eTh au secteur nord \approx 40 ppm, au secteur central \approx 75ppm, au secteur sud \approx 80ppm) qui est mobilisé dans ce genre de milieu par un lessivage jusqu'au milieu oxydant.

5. Pétrographie et Minéralogie :

Dans notre région le profil d'altération se développe sur un granite rouge porphyroïde post tectonique, le profil a une puissance de 6 mètres, il dévoile les horizons A, B, C. (CREM, 1987)

5.1 L'horizon A

Il est violacé rougeâtre friable, à l'observation on constate un développement des oxyde de fer, du quartz, de la biotite et un peu de minéraux argileux.

Au microscope on distingue :

✓ Les minéraux résiduels

- Le quartz xénomorphe a une extinction ondulante, il se présente en cristaux isolés ou en amas Polly-cristallin parcouru par de fines cassures remplies de minéraux argileux ou parfois de quartz secondaire. La diffraction aux rayons x a montré une quantité assez importante de quartz.

- Les feldspaths sont représenté par le microcline et rarement le plagioclase.

- Le microcline est sub-automorphe souvent fracturé, les fractures sont remplies par un matériel ferrugineux et par du silice secondaire. La diffraction aux rayons x a montré qu'il représente 50% de la roche.

- Le plagioclase en plages maclées polysynthétiques moins altérées est rare.

- La biotite en inclusion dans le quartz est rare.

✓ Les minéraux néoformés

- Les minéraux argileux en liaison étroite avec la séricite et la muscovite, forment la matrice de la roche, ils se présentent en masses cryptocristallines. Ils représentent 20% de la roche totale avec 75% de kaolinite et 25% d'illite.

-Les oxhydroxydes de fer sont très réponsus, ils tapissent souvent les contours des cristaux de quartz.

-La silice secondaire

5.2 L'horizon B

Il a une puissance de 2 mètres, il est gris violacé parsemé de taches blanchâtres formées de minéraux argileux. On note la présence d'empreintes de racines de végétaux sous forme de tubes cylindriques généralement verticaux. Leurs parois internes sont tapissées d'oxyde de fer (Mokaddem 1980).

A l'œil nu, il est possible de distinguer du quartz, des minéraux argileux blancs, de la moscovite et des oxyhydroxydes de fer.

L'étude microscopique a révélé l'existence de :

- Minéraux résiduels

-le quartz apparaît sous le même aspect que dans l'horizon A. Il forme 34% de l'échantillon analysé aux rayons X.

-Les feldspaths sont représentés exclusivement par le microcline, il apparaît en plages sub-automorphes souvent englobé par les oxyhydroxydes de fer.

-L'épidote en cristaux automorphes est peu fréquente dans la matrice.

- Les minéraux néoformés

-La matrice argileuse cryptocristalline est formée de 100% de kaolinite

-Les oxyhydroxydes de fer sont assez abondants, disséminés dans la matrice, formant des liserés autour des cristaux de quartz ou remplissant les fractures.

L'analyse aux rayons X révèle des traces d'hématite.

5.3 L'horizon C :

Il est blanc et assez dur, l'observation montre une fraction blanchâtre formée essentiellement de minéraux argileux avec peu de quartz.

- Les minéraux résiduels

-le quartz existe sous deux formes :

En grandes plages xénomorphes souvent fracturées.

En microcristaux disséminés dans la matrice.

Il constitue 42% de la roche totale, cet enrichissement par rapport à l'horizon B est probablement dû à une silicification secondaire exprimée par des microcristaux.

- Les minéraux néoformés

Sont essentiellement argileux. Ils forment avec la séricite et la muscovite la matrice de la roche. La kaolinite constitue 100% de l'argile. Les oxyhydroxydes de fer sont très rares.

5.4 Le conglomérat de base

Il a une puissance de 50 cm dans le profil d'altération, et repose en discordance sur le socle altéré. Il est constitué de dragées de quartz, son ciment et ferrugineux.

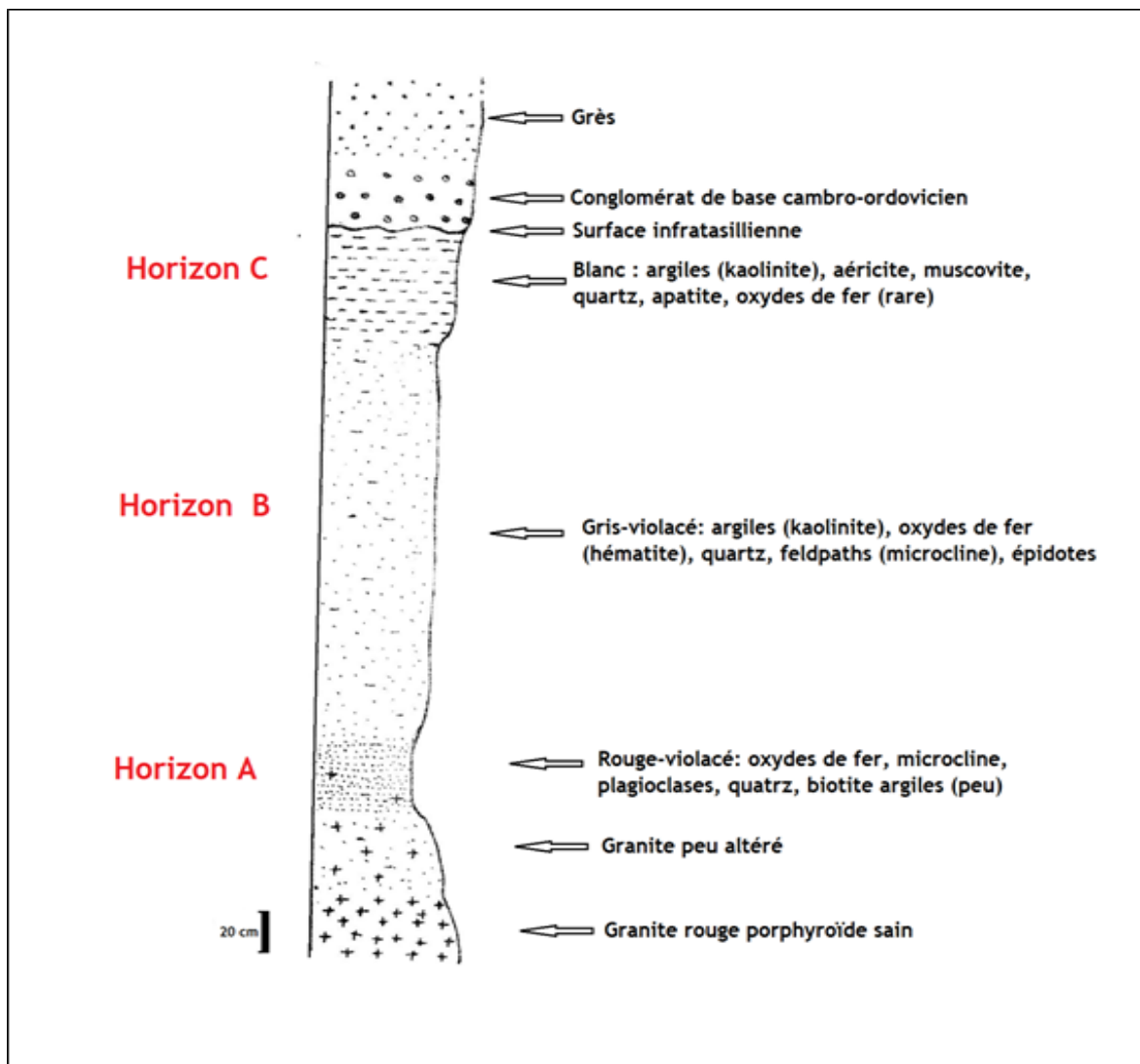


Figure 34 : Exemple de profil d'altération schématique dans la région d'abalekane (CREM, 1987)

5.5 La minéralisation uranifère :

Elle se localise dans le profil et préférentiellement dans l'horizon B. D'une manière générale, elle se répartit entre le niveau médian et le sommet du halo d'altération sur une épaisseur qui peut aller de quelques dizaines de centimètres jusqu'à plusieurs mètres. Les corps

minéralisés de tailles centimétriques à métriques sont disséminés, en poches, en cristaux allongés et en fines paillettes.

La paragenèse, caractéristique déterminée par les analyses aux rayons X des échantillons, indique qu'elle ne présente aucune prédominance minérale. L'association minérale d'uranium formée comprend :

- l'autunite: $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{-}12\text{H}_2\text{O}$;
- la torbernite : $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$;
- la carnotite : $\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 1\text{-}3\text{H}_2\text{O}$;
- la vanuralite: $\text{AlOH}(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$;
- la renardite: $\text{P}_2\text{O}_5(\text{UO}_3)_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$;
- la parsonsite: $\text{P}_2\text{O}_5(\text{UO}_3)_2 \cdot 2\text{PbO} \cdot \text{H}_2\text{O}$;
- La fourmariérite: $\text{PbO}_4(\text{UO}_3)_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$;
- l'uranophane $2\text{SiO}_2 \cdot 2(\text{UO}_3) \cdot \text{CaO} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

➤ **Relation minéralisation-encaissant**

1) La minéralisation dans le conglomérat de base : La minéralisation est bien visible à l'œil nu. Montrant l'autunite d'agrégats en lamelles jaunes, elle est aussi sous forme de poudre jaune tapissant les fissures des dragées de quartz .Elle se rencontre aussi en dissémination dans le ciment ferrugineux. Avec de rares cristaux carrés verts de torbernite.

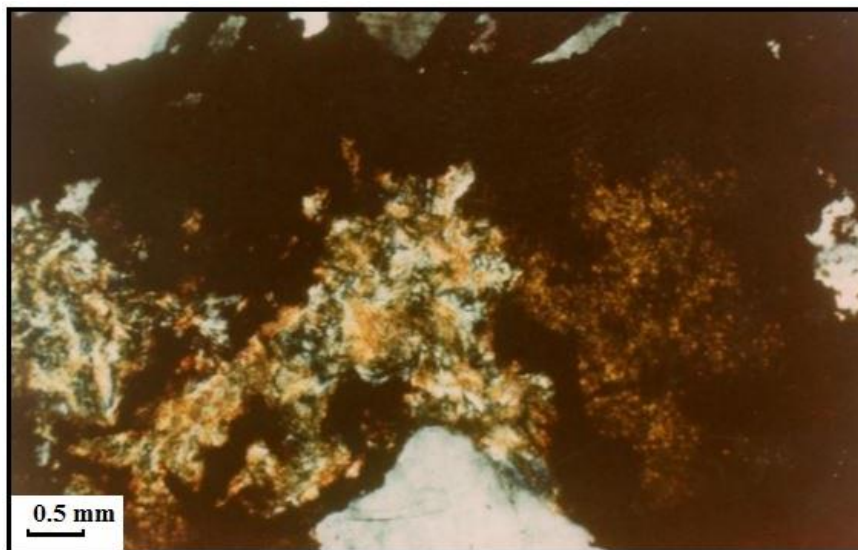


Figure 35 : Amas jaune-verdâtres d'autunite-torbernite englobés dans un ciment ferrugineux d'un conglomérat de base

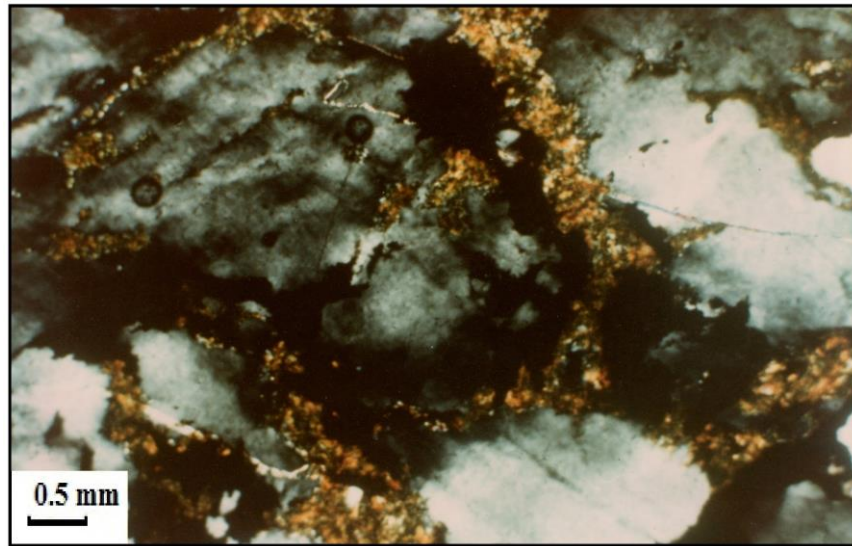


Figure 36 : L'autunite tapissant les éléments quartzeux du conglomérat de base

2) L'observation microscopique des échantillons minéralisés (le granite altéré), a permis de déduire quelques relations entre les minéraux néoformés du profil d'altération (encaissant) et la minéralisation (CREM, 1987) :

A. Relation minéralisation quartz

L'autunite est parfois observée dans l'horizon minéralisé associée aux auréoles de nourrissage du quartz. Également des cristaux de torbernite entre les grains de quartz. Elle colore celle-ci en jaune, cette association montre la contemporanéité de minéralisation avec les phénomènes paléopédogénétiques (Mokaddem, 1990)

B. Relation minéralisation minéraux argileux

La minéralisation montre une liaison étroite avec les argiles. La parsonsite et l'uranophane se présentent souvent en cristaux automorphes à xénomorphe disséminés dans la matrice argileuse. L'association autunite-torbernite et caronite donne des amas jaunes verdâtres, d'aspect trouble, diffus, au sein des géodes d'argiles.

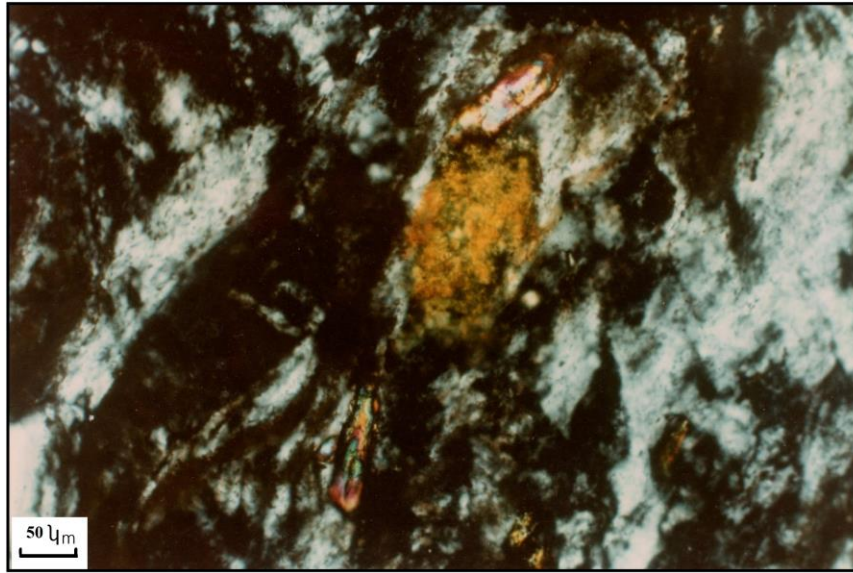


Figure 37 : Amas jaunâtre d'autunite dans une matrice argileuse d'un granite altéré

C. Relation minéralisation oxyhydroxydes de fer

Les minéraux d'uranium sont intimement liés aux oxyhydroxydes, les cristaux d'autunite sont disséminés dans les oxyhydroxydes de fer

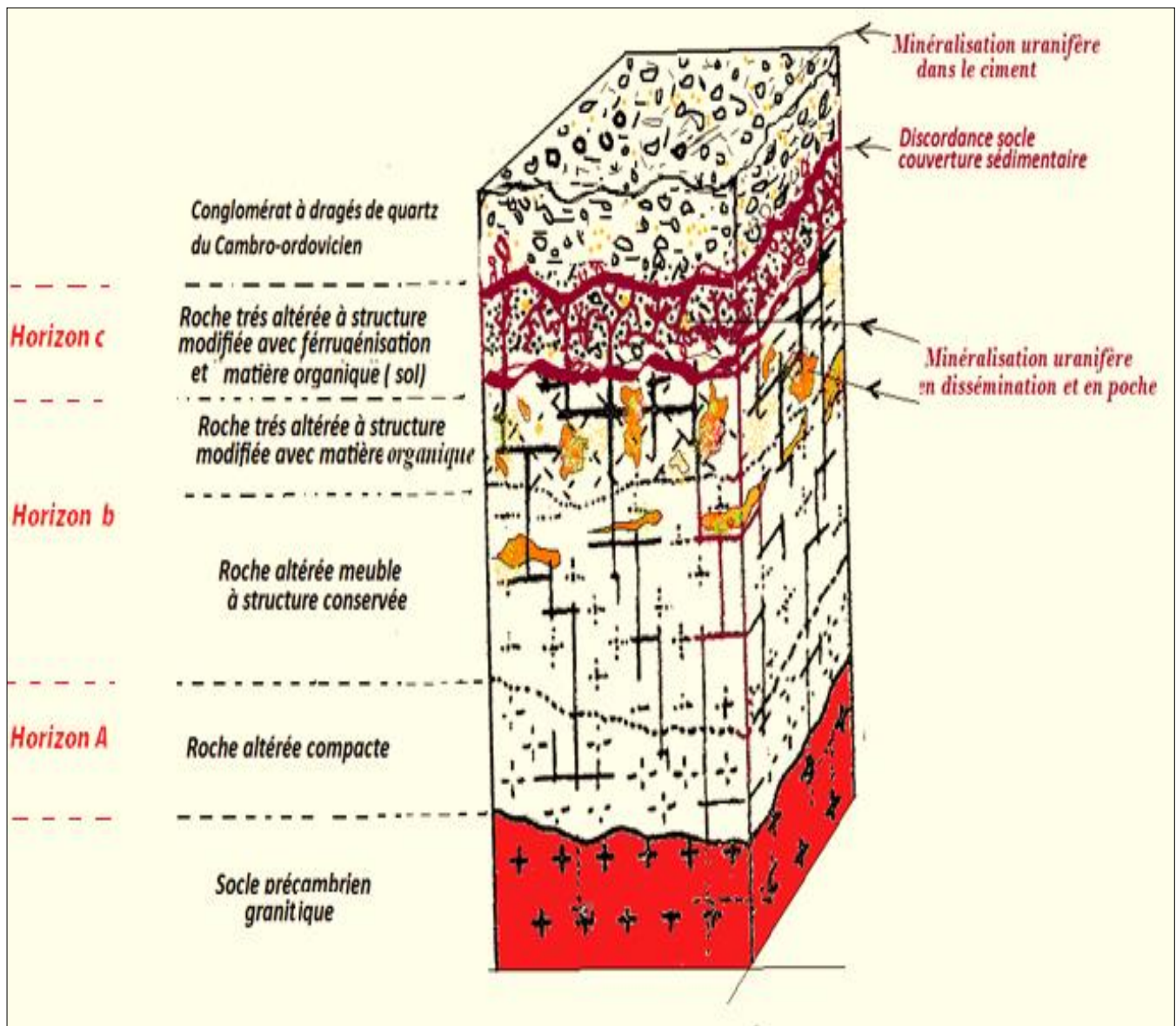


Figure 38 : Evolution d'un profil d'altération à partir d'une roche saine. (Flanc Est Bassin de Tin Seririne Ould Hamou 2011).

QUATRIEME CHAPITRE:
TRAITEMENT DES
RESULTATS

QUATRIEME CHAPITRE : TRAITEMENT DES RESULTATS

I. GITOLOGIE

L'environnement géologique des occurrences de la région d'Abalekane ainsi que les phénomènes régissant la mise en place des minéralisations, classent ce gisement dans le type « inconformity ». Ils se rapprochent ainsi des gisements de la province de l'Athabasca. La disposition d'ensemble est identique, c'est-à-dire un socle cristallophyllien et une couverture sédimentaire séparée par une discordance majeure, et un profil d'altération affectant le socle. (Ressources minérales, 2010)

La minéralisation uranifère est liée à la mise en place d'un profil, développé sous un climat tropical humide à saisons contrastées, en effet la minéralisation semble guidée par le processus d'altération, par les conditions paléoclimatiques. Cette minéralisation est fixée par les minéraux de néoformation (argiles, oxyhydroxydes de fer) et autour du quartz. Différents auteurs, notamment G. Maillot (1964) et Y. Tardy (1969) montrent que sous ce type de climat, la paléaltération libère les éléments majeurs des minéraux des roches, qui se combinent pour donner naissance à des minéraux de néoformation. Ces minéraux d'altération sont en proportion variables selon l'intensité du lessivage du milieu.

Selon D. Langmuir (1978), la gamme de Ph comprise entre 5 et 8.5 favorise la précipitation des minéraux secondaires d'uranium et correspond à leur fixation par les minéraux de néoformation (argiles, oxyhydroxydes de fer).

L'origine de la minéralisation pourrait être recherchée dans les granites à biotite (les plus radioactifs du socle précambrien), spatialement liés à la minéralisation, car ce métal radioactif existe en trace dans les minéraux accessoires des granites. (Hallalouche, 1989)

Les corps minéralisés sont, dans l'ensemble, sous forme d'amas et de lentilles centimétriques à métriques disséminés dans la matrice argileuse, argilo-ferrugineuse et sur les veines de quartz.

Dans ce profil d'altération, la mise en place de la minéralisation uranifère serait synchrone à l'altération qui a affecté la partie supérieure du socle. (Chahdane et al., 2012)

II. GUIDE DE PROSPECTION

Pour ce type d'indice, il est nécessaire de procéder à une étude géologique, géophysique et cartographique détaillée du contact socle-couverture afin de délimiter la discordance, une limite qui est généralement marquée par la présence de dépôts conglomératiques.

Les granites altérés, doivent faire l'objet d'une prospection particulièrement attentive car l'uranium s'y est fixé à de faibles profondeurs dans notre indice. On procède à l'interprétation des mesures géophysiques (radiométrique, spectrométrique, magnétique..) afin d'orienter les travaux de prospection en mettant en évidence des zones favorables à l'accumulation d'éléments radioactifs et aussi de lever le handicap des paléo-dépressions du socle, en suivant la discordance en profondeur.

Les zones favorables (anormales) localisées doivent être examinées attentivement par l'exécution des travaux miniers (fouilles et tranchées), pour procéder à des mesures spectrométriques en sub-surface, et pour un échantillonnage pétrographique, minéralogique et géochimique. Ces travaux miniers permettront de faire une étude complète de l'anomalie.

On doit aussi prévoir l'implantation de sondages de reconnaissance, dans lesquels des diagraphies seront faites au long des profils d'accumulations, vu que la minéralisation peut être masquée sous des couvertures en profondeur.

La découverte du gisement de Tahaggart a servi comme base de recherche pour orienter les travaux d'exploration et de prospection. Elle a permis de définir les conditions de mise en place de la minéralisation uranifère à la bordure Est du bassin de Tin Séririne, et a été un élément hautement favorable pendant toute l'opération de prospection.

III. RESULTATS ET PERSPECTIVES :

Durant le travail effectué tout au long de ce mémoire, nous avons pu mettre en évidence un indice uranifère situé sur la bordure Est du bassin de Tin Séririne et cela en appliquant les différentes méthodes de prospection que nous avons étudié.

Le résultat de cette recherche nous a conduit à l'existence d'un profil d'altération refermant des horizons radioactifs et surtout une croute silico-ferrugineuse qui nous sera utile durant cette étape. Ce halo d'altération se situe sur le plan de l'interface socle Protérozoïque-couverture Cambro-Ordovicienne ; une interface qui apparait en surface dans la région d'Abalekane (Sud Est du bassin de Tin Séririne) mais qui, allant vers l'Ouest, elle est recouverte par les dépôts du Paléozoïque. Ainsi les perspectives seront de tenter de suivre cette minéralisation en profondeur.

Afin de repérer ce profil d'altération enfuit sous les dépôts du Paléozoïque et de déceler sa profondeur et son épaisseur, les techniques utilisées seront les suivantes (fig. 39) :

- a) L'établissement d'un plan de profils topographiques (à mailles larges) qui aura ces caractéristiques :
 - Une étendue de 10 km allant d'Est en Ouest, depuis l'indice d'Abalekane,
 - Une distance de 1.8 km entre trois profils topographiques.
 - Un arrangement de piquets (points de mesure) chaque 100m sur les profils topographiques.
- b) L'emploi de la gravimétrie afin de repérer la profondeur de l'interface socle-couverture et de la croûte ferrugineuse. Chacun d'eux se distinguant par une densité typique ;
- c) L'utilisation de la magnétométrie pour confirmer la présence et la profondeur de la cuirasse ferrugineuse dans le profil d'altération ;
- d) La réalisation de trois forages sur chaque profil topographiques, dans lesquels on procédera à des diagraphies pour une étude complémentaire

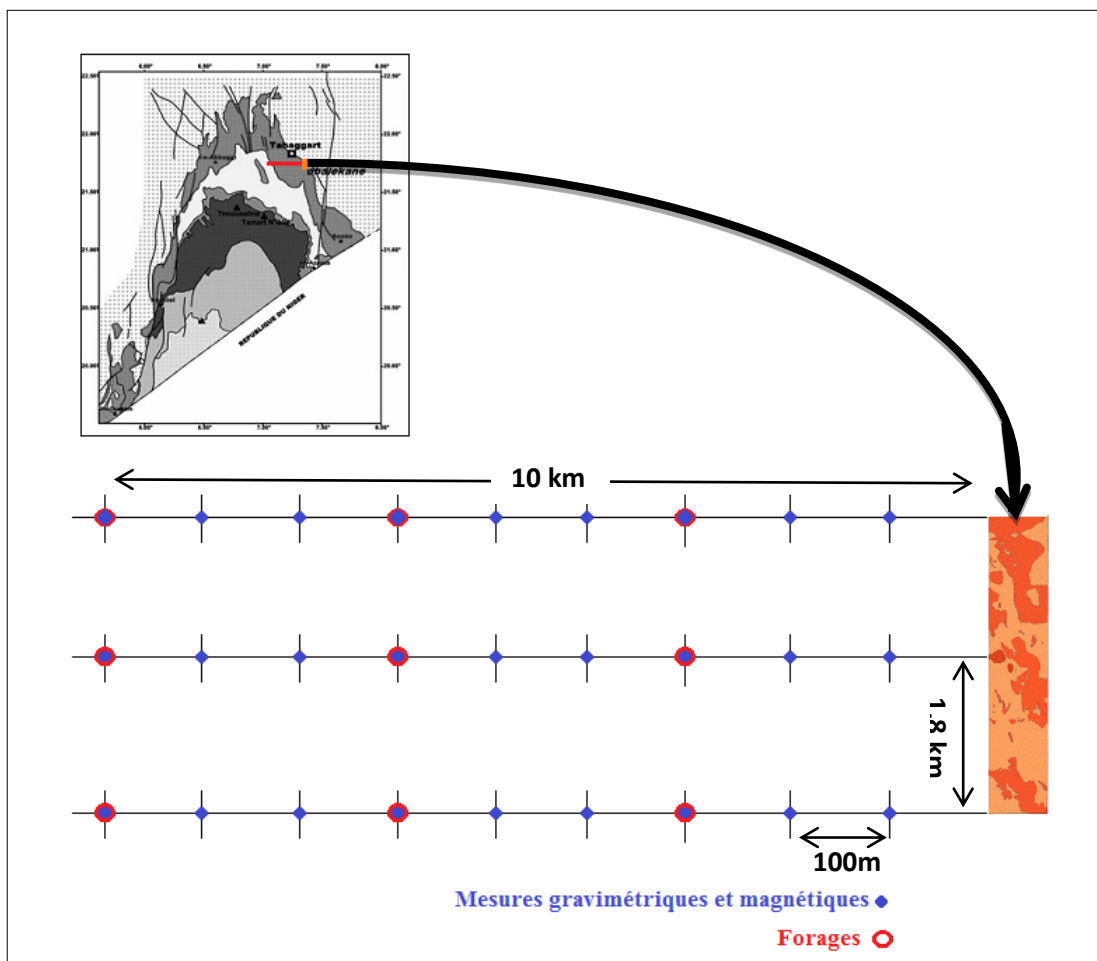


Figure 39 : Perspectives de recherche de la minéralisation uranifère en profondeur

CONCLUSION

GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Ce mémoire de fin d'études a eu pour objectif de répondre à la question de recherche, « Avec quelle méthodologie peut on procéder pour arriver à mettre en évidence un indice uranifère ? »

La méthodologie d'approche utilisée a été optimale et a pu mettre en évidence l'anomalie radiométrique d'Abalekane.

On a pu, en premier lieu, mettre l'accent sur les caractéristiques structurales et lithologiques, ainsi que les paramètres magnétiques et radiométriques de chaque domaine géologique, en utilisant la géophysique aéroporté et la cartographie géologique. Des moyens qui par la suite ont permis le positionnement des anomalies radiométrique et magnétiques au niveau du l'interface socle couverture.

En second lieu, un plan de profils topographiques a été établi, sur lequel des travaux géophysiques au sol (levé magnétique et radiométrique) et des travaux géologiques et miniers (tranchées, fouilles) ont été appliqués à échelle réduite dans les trois secteurs de la région d'Abelakane. Et qui, après interprétation, montre une concentration des anomalies radiométriques surtout dans des granites altérés, au niveau du profile d'altération, en effet les tranchées et les fouilles présentent des taux spectrométriques relativement élevés, et une tendance uranifère.

L'étude pétrographique, minéralogique indiquent que la minéralisation uranifère se localise dans le profil et préférentiellement dans l'horizon B associée au quartz, aux minéraux néoformée d'argile, et aux oxyhydroxydres de fer.

La disposition de l'ensemble des caractères géologiques et minéralogiques de l'indice d'Abalekane, autrement dit, un socle cristallophyllien, une couverture sédimentaire séparée par une discordance majeure, un profil d'altération affectant ce socle, ainsi que les phénomènes régissant sur la mise en place des minéralisations, classent cet indice dans le type «inconformity». Tout ça nous a permis d'admettre la continuité de ce profil dans les profondeurs, Les travaux projetés dans l'avenir seront de repérer et de suivre ce profil d'altération.

Cette méthode d'étude et de recherche des gisements d'uranium peut paraître lourde, cependant l'expérience a démontré que bien rares sont les cas où on peut se dispenser d'en appliquer toutes les opérations. D'ailleurs les résultats sont là pour prouver que cette méthode donne à peu près toutes certitudes de s'engager à bon escient dans la poursuite des travaux à

mesure qu'en sont atteints les différents stades : rien ne coûte aussi cher qu'une prospection incomplète ou mal faite.

Pour terminer, nous schématiserons notre pensée dans le diptyque suivant : on a coutume de dire que *Le minerai est là où on le trouve* (Ore is where you find it). Cet aphorisme correspond à une mentalité qu'il faut tenir désormais pour arriérée ; nous vivons à une époque où tous nos efforts consciemment organisés devraient tendre à *trouver le minerai là où il doit être*.

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 01 : réalisation d'un levé aérogéophysique.....	4
Figure 02 : Situation géographique du Hoggar.....	8
Figure 03 : Carte des principales subdivisions et des principaux domaines structuraux du Hoggar (D'après Caby et al, 1981).....	9
Figure 04 : Carte géologique simplifiée des différents terranes du bouclier Touareg (Black et al. 1994).....	11
Figure 05 : Carte de localisation du bassin Tin Séririne.....	12
Figure 06 : Coupe latitudinale recoupant les 3séries du socle, les accidents méridiens et les réseaux de dyke volcaniques.....	15
Figure 07 : Vue panoramique de l'interface socle/couverture.....	16
Figure 08 : Coupe schématique suivant le méridien 6°15 Est. (J.Claret et C.Tempère 1968).....	18
Figure 09 : Coupe schématique orientée WSW-ENE (Lessart, 1962).....	19
Figure 10 : Colonne lithostratigraphique du Bassin de Tin Séririne (Sud Est du Hoggar) (Rapport CREM inédit, 1990).....	20
Figure 11 : Carte géologique synthétique du bassin de Tim Mersoï / Tin Séririne (Greigert et Pougnet, 1965).....	21
Figure 12 : Carte linéamentaire du bassin de Tin Séririne, (Lazhar, 2009).....	22
Figure 13 : Province uranifère (bassin Tin Séririne-Tim Mersoï) (Rapport CREM inédit, ..1990).....	23
Figure 14 : Localisation géographique de la région d'Abalekene (BCEUF S. et al., 1971).....	24
Figure 15 : Situation de la région d'Abalekene dans le contexte géologique du bassin de Tin Séririne (LAZHAR M., 2009).....	25
Figure 16 : L'aspect des granites post-tectoniques à l'affleurement. En arrière-plan, des buttes tassiliènes....	30
Figure 17 : Granite altéré affleurant en surface, en contact avec le conglomérat de base.....	30
Figure 18 : Exemple de profil d'altération schématique dans la région d'abalekane (Rapport CREM inédit, 1990).....	31
Figure 19 : Couche ferrugineuse et minéraux argileux dans la région d'Abalekane.....	32
Figure 20 : Conglomérat de base dans la région d'Abalekane.....	33
Figure 21 : Carte géologique de la région d'Abalekane (CREM, 1987 ;).....	34

Figure 22 : Carte radiométrique de la région d'Abalekene au 1/200 000 ^{ème}	37
Figure 23 : Carte radiométrique superposée sur la carte géologique au 1/200 000 ^{ème}	37
Figure 24 : levé aéromagnétique de la région d'Abalekene au 1/200 000 ^{ème}	39
Figure 25 : Carte magnétique superposée sur la carte géologique au 1/200 000 ^{ème}	39
Figure 26 : Plan des profils topographiques, et situation de la magistrale de la région d'Abalekene.....	41
Figure 27 : Carte radiométrique dans la région d'Abalekene au 1/10.000 ^{ème}	42
Figure 28 : Carte magnétique de la région d'Abalekene au 1/10.000 ^{ème}	43
Figure 29 : Levé géologique de l'anomalie d'Abalekene au 1/10.000 ^{ème}	45
Figure 30 : Subdivision de l'anomalie d'Abalekene en trois secteurs.....	46
Figure 31 : Localisation des fouilles et des tranchées sur le plan des profils topographiques au secteur nord...	48
Figure 32 : Localisation des fouilles et des tranchées sur le plan des profils topographiques au secteur central.....	49
Figure 33 : Localisation des tranchées sur le plan des profils topographiques du secteur sud.....	50
Figure 34 : Exemple de profil d'altération schématique dans la région d'abalekene (HALLALOUCHE, 1995).....	53
Figure 35 : Amas jaune-verdâtres d'autunite-torbenite englobés dans un ciment ferrugineux d'une conglomérat de base.....	54
Figure 36 : L'autunite tapissant les éléments quartzeux du conglomérat de base.....	55
Figure 37 : Amas jaunâtre d'autunite dans une matrice argileuse d'un granite altéré.....	56
Figure 38 : Evolution d'un profil d'altération à partir d'une roche saine. (Flanc Est Bassin de Tin Seririne Ould Hamou 2011).....	57
Figure 39 : Perspectives de recherche de la minéralisation uranifère en profondeur.....	58

Annexe

TRANCHEE T1											
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th (ppm)	e U (ppm)	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	250.6	27.6	23.1	4.6		35.266667	57.175758	2.1472667	1.6212408	0.0608866	0.0375555
2	221.5	24	20.1	6.4		49.066667	43.066667	1.9304	0.8777174	0.0393424	0.0448235
3	449.9	39.8	41.5	9.9		75.9	98.157576	1.1850111	1.2932487	0.0156128	0.0120725
4	403.3	39.1	39	11.4		87.4	86.4	1.6431778	0.9885584	0.0188007	0.0190183
5	295.9	27.8	27.8	5		38.333333	70.30303	1.065	1.8339921	0.0277826	0.0151487
6	249.1	23.2	23.1	5.6		42.933333	54.387879	0.9527111	1.2667984	0.0221905	0.017517
Moyenne						54.81667	68.24848	1.487261	1.245032	0.027132	0.021792
TRANCHEE T2											
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th (ppm)	e U (ppm)	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	192.7	17.6	17.2	3		23	43.757576	0.7674444	1.9025033	0.0333671	0.0175386
2	203	18.2	16.1	3.5		26.833333	39.030303	1.2168333	1.4545455	0.0453478	0.0311766
3	383	32.2	35.8	4		30.666667	97.333333	0.304	3.173913	0.009913	0.0031233
4	4742.4	416.2	439.6	14.2	18000	108.86667	1292.5333	8.5462	11.872627	0.0785015	0.006612
5	6424.6	590	612.2	23.9	20000	183.23333	1788.5212	14.901233	9.7608944	0.0813238	0.0083316
6	346	33.1	27.9	2.5		19.166667	77.575758	2.4436111	4.0474308	0.1274928	0.0314997
7	485.9	48.4	48	2.5		19.166667	138.48485	1.7802778	7.2252964	0.0928841	0.0128554
8	405.2	36.6	38.8	4.2		32.2	105.86667	0.7984222	3.2877847	0.0247957	0.0075418
Moyenne						55.39167	447.8879	3.844753	8.085835	0.06941	0.008584
TRANCHEE T3											
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th (ppm)	e U (ppm)	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	1208.1	104	111.7	5.1	4000	39.1	324.26667	1.7255444	8.2932651	0.0441316	0.0053214
2	1853.8	168.5	191.5	4.9	6000	37.566667	566.64242	0.1300111	15.083649	0.0034608	0.0002294
3	244.1	23.9	21.5	1.6		12.266667	60.690909	1.4276	4.9476285	0.1163804	0.0235225
4	183.8	18.4	16.6	3.5		26.833333	40.545455	1.1501667	1.5110107	0.0428634	0.0283673
5	3468.9	317.2	351.2	12.2	>12000	93.533333	1030.2303	2.5997556	11.014579	0.027795	0.0025235
6	1558.9	141	149.1	6.5	3500	49.833333	433.69697	2.8998333	8.7029492	0.0581906	0.0066863
7	547.7	51.7	56.3	4.2		32.2	158.89697	0.7150889	4.9346885	0.0222077	0.0045003
Moyenne						41.61905	373.5671	1.521143	8.975869	0.036549	0.004072
TRANCHEE T4											
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th (ppm)	e U (ppm)	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	364.3	36.9	31.2	3.4		26.066667	85.066667	2.7174	3.2634271	0.1042481	0.0319444
2	389	32.7	37.3	4.1		31.433333	101.6	0.0789889	3.2322375	0.0025129	0.0007774
3	308.2	32.1	28.4	2.6		19.933333	78.812121	2.0463778	3.9537853	0.1026611	0.0259653
4	283.4	25.8	26.5	3.2		24.533333	71.381818	0.7774222	2.909585	0.0316884	0.010891
5	319.6	38.5	31.6	3.8		29.133333	85.163636	3.0751333	2.9232369	0.1055538	0.0361085
6	298.4	30.8	26.7	3.8		29.133333	70.315152	2.1340222	2.4135636	0.0732502	0.0303494
7	545.2	51.4	54.2	5.4		41.4	149.18788	1.1782889	3.603572	0.0284611	0.007898
8	338.1	35.2	32.2	3.3		25.3	88.375758	1.9979667	3.4931129	0.078971	0.0226076
9	349.3	29.8	31.8	2.3		17.633333	89.951515	0.5680778	5.1012201	0.0322161	0.0063154
Moyenne						27.17407	91.09495	1.619298	3.352274	0.05959	0.017776
Fouille 1											
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th (ppm)	e U (ppm)	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	1496.1	138.5	150.9	5.6		42.933333	441.66061	1.7404889	10.287126	0.0405393	0.0039408
2	3272.7	296.8	331.3	11.3		86.633333	972.43636	1.7726333	11.224737	0.0204613	0.0018229
3	1989.4	184.7	208.2	6.7		51.366667	612.2303	0.5975889	11.918825	0.0116338	0.0009761
4	3448	351.2	379.7	12.7	16000	97.366667	1115.2	5.0913667	11.453612	0.0522907	0.0045654
5	3710.1	337.4	385	11		84.333333	1136	-0.084556	13.470356	-0.001003	-7.44E-05
Moyenne						72.52667	855.5055	1.823504	11.79574	0.025143	0.002131
Fouille 2											
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th (ppm)	e U (ppm)	% K	U/Th	K/Th	K/U

1	1001.2	97.7	105.6	6.1		46.766667	302.99394	1.4943222	6.478844	0.0319527	0.0049319
2	329.7	32.4	31.3	3.8		29.133333	84.254545	1.4540222	2.8920325	0.0499092	0.0172575
3	343.5	30	33.9	2.8		21.466667	94.921212	0.1241333	4.4217956	0.0057826	0.0013078
4	336.1	30.1	32.9	4.3		32.966667	87.709091	0.4378556	2.6605387	0.0132818	0.0049921
5	602.9	17	21	1.4		10.733333	59.733333	-0.372378	5.5652174	-0.034694	-0.006234
Moyenne						28.21333	125.9224	0.627591	4.463224	0.022244	0.004984
	Fouille 3										
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th (ppm)	e U (ppm)	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	415.4	39.8	41.3	3.8		29.133333	114.55758	1.0651333	3.9321822	0.0365606	0.0092978
2	401.1	35.2	43	3.2		24.533333	121.38182	-0.6448	4.9476285	-0.026283	-0.005312
3	485	44.5	49.2	5.7		43.7	133.2	0.4921444	3.0480549	0.0112619	0.0036948
4	341.6	32.2	31.2	3.1		23.766667	85.90303	1.4035444	3.6144333	0.0590552	0.0163387
5	323.5	29.1	28.8	3.3		25.3	78.072727	1.1346333	3.0858785	0.0448472	0.014533
Moyenne						29.28667	106.623	0.690131	3.640668	0.023565	0.006473
	Fouille 4										
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th (ppm)	e U (ppm)	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	438.8	43.6	45.2	2.5		19.166667	130	1.1313889	6.7826087	0.059029	0.008703
2	232.1	25.4	23.9	0.9		6.9	69.915152	1.2382333	10.132631	0.1794541	0.0177105
3	264.1	24.9	26.2	4		30.666667	68.242424	0.6228889	2.2252964	0.0203116	0.0091276
4	808.7	78	90.3	3.5	2500	26.833333	263.87879	-0.309833	9.8339921	-0.011547	-0.001174
5	962.6	89.5	97.4	3.8		29.133333	284.55758	1.1573556	9.7674225	0.0397262	0.0040672
Moyenne						22.54	163.3188	0.768007	7.245731	0.034073	0.004703

Tableau n°1 : Valeurs spectrométriques mesurées dans les fouilles et les tranchées au secteur nord

	FOUILLE 1										
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th	e U	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	720.3	62.9	51.1	5.8	600	44.466667	138.67879	5.1415778	3.1187134	0.1156277	0.0370754
2	866.3	78	80.9	8.4		64.4	221.73333	2.1235111	3.4430642	0.0329738	0.0095769
3	1208.4	108.6	107.8	9.5		72.833333	300.18182	4.0783889	4.1214895	0.0559962	0.0135864
Moyenne						60.56667	220.198	3.781159	3.63563	0.06243	0.017172
	FOUILLE 2										
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th	e U	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	1259.3	93.4	105	8.6	1000	65.933333	294.20606	0.5157111	4.4621748	0.0078217	0.0017529
2	810.8	64.1	78.5	8.2		62.866667	215.01818	-1.156467	3.4202256	-0.018396	-0.005378
3	872.6	75.7	78.4	8.7		66.7	213.32121	2.1040333	3.1982191	0.0315447	0.0098632
4	1133.6	99	105.5	8.4		64.4	296.27879	1.9435111	4.6006023	0.0301787	0.0065597
Moyenne						64.975	254.7061	0.851697	3.920062	0.013108	0.003344
	FOUILLE 3										
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th	e U	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	887.6	60.2	63	10.9	500	83.566667	160.52121	1.6237889	1.9208761	0.0194311	0.0101157
2	658.1	60.3	63.4	11.1		85.1	161.17576	1.5593222	1.8939572	0.0183234	0.0096747
3	729.1	62.1	70	9.2		70.533333	186.47273	0.3934222	2.6437532	0.0055778	0.0021098
Moyenne						79.73333	169.3899	1.192178	2.124455	0.014952	0.007038
	FOUILLE 4										
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th	e U	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	508.1	48.6	46.5	15.2	300	116.53333	98.533333	2.5538667	0.8455378	0.0219153	0.0259188
2	513	46.1	46	14.8		113.46667	98.133333	1.9705778	0.8648649	0.017367	0.0200806
3	484.3	43.4	42.9	13.8		105.8	91.527273	1.9506889	0.8650971	0.0184375	0.0213127
Moyenne						111.9333	96.06465	2.158378	0.858231	0.019283	0.022468
	FOUILLE 5										
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th	e U	% K	U/Th	K/Th	K/U

1	318.9	93.6	104.3	6.7	600	51.366667	297.38182	0.6898111	5.789393	0.0134292	0.0023196
2	624	76.1	82.9	8		61.333333	228.90909	1.0957778	3.7322134	0.0178659	0.004787
3	957.5	84.2	92.7	7.9		60.566667	258.88485	0.9474556	4.2743783	0.0156432	0.0036598
4	1033.9	94.1	92.2	8.8		67.466667	254.86061	3.8445778	3.7775782	0.0569848	0.015085
Moyenne						60.18333	260.0091	1.644406	4.320284	0.027323	0.006324
FOUILLE 6											
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th	e U	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	846.6	78.2	75.5	8.8	650	67.466667	204.25455	3.5101333	3.0274883	0.0520277	0.0171851
2	911.5	77.3	85.1	12.4		95.066667	223.30909	1.0130667	2.3489736	0.0106564	0.0045366
3	857.2	75.5	77.9	12.2		93.533333	202.04848	2.2675333	2.1601762	0.0242431	0.0112227
Moyenne						85.35556	209.8707	2.263578	2.458782	0.026519	0.010786
TRANCHEE T1											
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th	e U	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	1001.9	94.1	99.9	12		92	269.27273	2.0508889	2.9268775	0.0222923	0.0076164
2	1597.8	148.8	162.2	12.6		96.6	456.38788	2.0330444	4.7245122	0.021046	0.0044546
3	1645.9	158.2	172.7	10.9		83.566667	492.94545	2.0304556	5.8988287	0.0242974	0.004119
4	713	64.2	66.3	6.9		52.9	181.67273	1.8175667	3.4342671	0.0343585	0.0100046
5	1257.3	121.6	137.5	11.8		90.466667	383.7697	0.4931333	4.2421116	0.005451	0.001285
6	751.3	68.4	65.9	11.3		86.633333	168.19394	3.2037444	1.941446	0.0369805	0.0190479
7	919.1	86.7	95.3	4.3		32.966667	276.8	0.9067444	8.39636	0.0275049	0.0032758
8	600.6	55.5	60.2	7.2		55.2	162.35152	0.9003111	2.9411506	0.01631	0.0055454
9	1064.8	103.7	105	13		99.666667	281.93939	3.4985556	2.8288234	0.0351026	0.0124089
10	696.5	66.8	69.7	6.7		51.366667	192.53333	1.7031444	3.7482154	0.0331566	0.008846
Moyenne						82.37407	318.4296	2.070843	3.865654	0.02514	0.006503
TRANCHEE T2											
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th	e U	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	250.7	27.3	20.9	4.4		33.733333	51.066667	2.5961778	1.513834	0.0769618	0.050839
2	262.3	25.9	21.6	7.5		57.5	44.545455	2.1219444	0.7747036	0.0369034	0.0476355
3	279.2	29.43	21.1	5.6		42.933333	48.327273	3.1721556	1.1256352	0.0738856	0.065639
4	240.7	28.3	24	5.2		39.866667	58.230303	2.1383111	1.4606263	0.0536366	0.0367216
5	248.73	27.3	19	5.4		41.4	42.521212	3.0882889	1.0270824	0.0745963	0.0726294
6	237.7	22.2	19.2	6.4		49.066667	40.339394	1.6504	0.8221344	0.0336359	0.0409129
7	214.3	19.6	15.4	4.5		34.5	34.121212	1.8045	0.9890206	0.0523043	0.052885
8	227.5	21.6	19.8	5.5		42.166667	44.666667	1.3121667	1.0592885	0.0311186	0.0293769
9	219.6	23	19.1	6		46	41.151515	1.886	0.8945982	0.041	0.0458306
Moyenne						43.01852	44.99663	2.19666	1.045983	0.051063	0.048818
TRANCHEE T3											
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th	e U	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	486.9	43.6	47.7	10.9		83.566667	114.15758	0.7526778	1.3660659	0.0090069	0.0065933
2	538.5	49.2	53.1	11.5		88.166667	128.84848	1.0048333	1.4614195	0.011397	0.0077986
3	623.5	56.5	58.8	11.4		87.4	146.4	1.6365111	1.6750572	0.0187244	0.0111784
4	528.7	47.8	50.8	11.5		88.166667	121.87879	1.1781667	1.3823681	0.0133629	0.0096667
5	502.7	48.6	43.5	9.7		74.366667	104.77576	3.1350333	1.4089075	0.0421564	0.0299214
6	577	55.2	54.9	9.7		74.366667	139.32121	2.1817	1.8734363	0.0293371	0.0156595
7	567.9	51.6	55.6	11.8		90.466667	135.58788	1.0686889	1.4987606	0.0118131	0.0078819
8	531	50.4	53.8	8.2		62.866667	140.1697	1.0757556	2.2296346	0.0171117	0.0076747
9	489.1	45.8	49.7	8.6		65.933333	126.6303	0.8112667	1.9205809	0.0123043	0.0064066
Moyenne						79.47778	128.6411	1.427181	1.618579	0.017957	0.011094
TRANCHEE T4											
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th	e U	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	499.6	41.5	41.1	11.7		89.7	91.927273	1.8048111	1.0248302	0.0201205	0.019633
2	503.5	42.6	44.1	12.6		96.6	98.509091	1.4019333	1.0197628	0.0145128	0.0142315
3	492.9	42.2	43.4	13.1		100.433333	94.993939	1.4757667	0.9458408	0.014694	0.0155354
4	491.4	46.2	44.2	10.2		78.2	105.50303	2.3110889	1.3491436	0.0295536	0.0219054
Moyenne						91.23333	97.73333	1.7484	1.071246	0.019164	0.017889

Tableau n°2 : Valeurs spectrométriques mesurées dans les fouilles et les tranchées au secteur central

	TRANCHEE T1										
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th (ppm)	e U (ppm)	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	516.6	44.8	50.2	13.5		103.5	114.48485	0.5468333	1.1061338	0.0052834	0.0047765
2	593.7	52.9	55.7	12.9		98.9	132.82424	1.4357889	1.3430156	0.0145176	0.0108097
3	512.1	44.8	49.1	11.5		88.166667	116.72727	0.7603889	1.3239388	0.0086244	0.0065142
4	462.5	38.9	40.4	14.3		109.63333	82.557576	1.3256333	0.7530335	0.0120915	0.0160571
5	585.4	51.7	55.6	11.3		86.633333	136.98182	1.0826333	1.5811676	0.0124967	0.0079035
6	7234.8	673.8	748.6	35.3	20000	270.63333	2170.0727	5.1521889	8.0184976	0.0190375	0.0023742
7	578.7	36.9	35.9	8.1		62.1	86.206061	1.6985444	1.3881813	0.0273518	0.0197033
8	508.3	46.9	48	11		84.333333	114.78788	1.5987778	1.3611211	0.0189578	0.0139281
9	728.4	69.9	74.6	10.4		79.733333	197.06667	1.4688444	2.4715719	0.018422	0.0074535
Moyenne						109.2926	350.1899	1.674404	3.20415	0.01532	0.004781

	TRANCHEE T2										
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th (ppm)	e U (ppm)	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	540.6	42.6	51.2	9.4		72.066667	128.94545	-0.422156	1.7892524	-0.005858	-0.003274
2	519.5	45.9	51.5	8.7		66.7	131.80606	0.4018111	1.9761029	0.0060242	0.0030485
3	826.8	79.5	88.4	4.9		37.566667	254.21818	0.6100111	6.7671211	0.0162381	0.0023996
4	443.9	40.1	42.6	5.4		41.4	114.03636	0.8749556	2.7545015	0.0211342	0.0076726
5	537	48.4	52.1	9.9		75.9	130.27879	0.9827889	1.7164531	0.0129485	0.0075437
6	725.2	39.2	41.6	6.2		47.533333	108.77576	0.8915333	2.28841	0.018756	0.0081961
7	562.3	49.3	59.1	8.1		62.1	156.50909	-0.528122	2.5202752	-0.008504	-0.003374
8	714.1	36.2	43.7	4.1		31.433333	120.99394	-0.513233	3.8492239	-0.016328	-0.004242
9	548.1	53.2	50.5	7.5		57.5	132.12121	2.6408333	2.2977602	0.0459275	0.019988
Moyenne						54.68889	141.965	0.548714	2.595865	0.010033	0.003865

	TRANCHEE T3										
	TC	K	U	Th	(cps)	e Th (ppm)	e U (ppm)	% K	U/Th	K/Th	K/U
1	506.8	44.2	49.8	10.2		78.2	122.47273	0.3866444	1.5661474	0.0049443	0.003157
2	462.55	39.9	45.4	11.5		88.166667	105.51515	0.3037222	1.1967692	0.0034449	0.0028785
3	494	43.8	47	11.6		88.933333	110.08485	0.9987111	1.2378356	0.0112299	0.0090722
4	485.9	45.1	47.7	12		92	111.09091	1.1997778	1.2075099	0.0130411	0.0108
5	441.4	40.3	40.6	8.9		68.233333	98.218182	1.5162333	1.4394458	0.0222213	0.0154374
6	1158.5	108.7	114.3	10.8		82.8	316.25455	2.5532444	3.8194993	0.0308363	0.0080734
7	625.8	57.8	60.7	11		84.333333	153.27273	1.5221111	1.8174632	0.0180487	0.0099307
8	627.6	56.2	59.3	12.5		95.833333	144.84848	1.4613889	1.5114625	0.0152493	0.0100891
9	580.6	54.3	55.3	9.9		75.9	139.97576	1.8394556	1.8442129	0.0242353	0.0131412
Moyenne						83.82222	144.637	1.309032	1.725521	0.015617	0.00905

**Tableau n°3 : Valeurs spectrométriques mesurées dans les tranchées
au secteur sud**

Références bibliographiques

AZZOUNI-SEKKAL A. (1989)- Pétrologie et géochimie des granites de type « Taourirt » : un exemple de province magmatique de transition entre les régimes orogéniques et anorogéniques, au Pan-Africain (Hoggar, Algérie). *Thèse USTHB, Alger*, 667p.

AZZOUNI-SEKKAL A., BOISSONNAS J. (1993)- Une province magmatique de transition du calcoalcalin à alcalin : Les granitoïdes Pan-Africains à structure annulaire de la chaîne pharusienne du Hoggar (Algérie). *Bulletin Société Géologique France*, 164, pp. 597-608.

AZZOUNI A. et al. (2003)- The « Taourirt » magmatic province, a marker of the closing stage of the Pan-African orogeny in the Tuareg Shield : review of available data and Sr-Nd isotopic evidence. *Journal of African Earth Sciences* 37, pp. 331-350.

BAYOU B., DERDER M.E.M., HENRY B., DJELLIT H., AMENNA M., KHALDI A., OUABADI A., BAZIZ K. (2004) - Paléomagnétisme des roches sédimentaires et magmatiques du Dévonien du bassin de Tin Seririne (Bordure Sud du Hoggar, Algérie), 20^e colloque Géol. Africaine, *Orléans*.

BERTRAND J.M.L. (1974)- Evolution polycyclique des gneiss du Précambrien de l'Aleksod (Hoggar Central, Sahara Algérien). Aspects structuraux, pétrologiques, géochimiques et géochronologiques, Thèse d'état CNRS, *Paris*, 350p.

BERTRAND J.M.L., CABY R. (1978)- Geodynamic evolution of the Pan african orogenic belt: a new interpretation of the Hoggar Shield (Algerian Sahara). *Geologische Rundschau* 67, pp. 343-362.

BERTRAND J.M.L., MERIEM D., LAPIQUE A., MICHARD A., DAUTEL D., GRAVELLE M. (1986)- Nouvelles données sur l'âge de la tectonique pan-africaine dans le rameau oriental de la chaîne pharusienne (région de Timgaouine, Hoggar, Algérie), *C.R. Acad. Sci. Paris* 302, pp. 437-440.

BIJU-DUVAL B., CHARPAL DE., ROGNON O., BŒUF S., BENACEF A. (1969)- Lithostratigraphie du Dévonien dans l'Ahnet et le Mouydir (Sahara Central), *Publ. Serv. Géol. Algérie, Nell Série, Bull. Alger* n°38, pp. 81-104.

BLACK R., LIEGEOIS J.P. (1993)- Cratons, mobile belts, alkaline rocks and continental lithospheric mantle: The Pan-African testimony. *Journal Geological Society London* 150, pp. 89-98.

BLACK R., LATOUCHE L., LIÉGOIS J. P., CABY R., BERTRAND J. M. (1994)- Pan-African displaced terranes in the Tuareg Shield (Central Sahara). *Geology* 22, v. 22, pp. 641-644.

BOISSONNAS J. (1973)- Les granites à structures concentriques et quelques autres granites tardifs de la chaîne Pan-Africaine en Ahaggar (Sahara Central, Algérie). Doc. es-sciences, *Centre de recherches sur les zones arides, Série Géologie* 16, 662p.

BŒUF S., BIJU-DUVAL B., CHARPAL DE., ROGNON O., GABRIEL P., BENACEF A. (1971)- Les grès du paléozoïque inférieur au Sahara. Sédimentation et discontinuités, Evolution structurale d'un craton, Publ. Inst. Fr. Pét., Sci. Tech. Pét., Tech-nip, Paris, 480p.

BRIEDJ M. (1993)- Etude géologique de la région de Tahifet (Hoggar Central, Algérie) Implications géodynamiques, Thèse Doc, univ Nancy 1, 189p.

CAHEN et al. (1984)- The Geochronology and Evolution of Africa. Clarendon Press, Oxford. 508p.

CHAHDANE R., KOLLI O. (2012)- Sur l'Existence d'une Minéralisation Uranifère Post-Diagénétique dans la région de Tahagart (Sud du Hoggar), Publ. 2^{ème} Colloque International Géol. Sahara, pp. 166-169.

CHAOUICHE I., TALBI M. (2012)- Etude et interprétation des données aérogéophysiques, des indices aurifères de la région de « Tesnou ». Terrane d'iskle, Hoggar occidental. Algérie, Publ. 2^{ème}, colloque international géol. Sahara, pp.117-119.

CHEILLET A., BERTRAND J.M.L., CHAROY B., MOULAHOUIM O., BOUABSA L., FERRAR E., ZIMMERMANN J.L., DAUTEL D., ARCHIBALD D.A., BOULIER A.M. (1992)- Géochimie et géochronologie Rb-Sr, K-Ar et ⁴⁰A/³⁹Ar des complexes granitiques Pan-Africains de la région de Tamanrasset (Algérie) : Relation avec les minéralisations S-W associées et l'évolution tectonique du Hoggar central. *Bulletin Société Géologique France* 163, pp. 733-750.

CREM (1987)- Travaux de cartographie de la faille Asséo. Partie nord – zone de Tahhagart. Inédit.

DJELLIT H., BELLON H., OUABADI A., DERDR M.E.M, HENRY B., BAYOU B., KHALDI A., BAZIZ K., MERAHI M.K (2006)- Age 40K/40Ar, Carbonifère inférieur, du volcanisme basique filonien au synclinal paléozoïque de Tin Séririne, Sud-Est Hoggar (Algérie).

DJELLIT H., BELLON A., OUABADI M.E.M, DERER B., HENRY B., BAYOU B., KHALDI A., BAZIZ K., MERAHI M.K (2006)- Age 40K/40Ar, Carbonifère inférieur, du volcanisme basique filonien du synclinal paléozoïque de Tin Séririne, Sud-est Hoggar (Algérie), comptes rendus Géoscience338, pp. 624-631.

GREIGERT J. ET PUGNET R. (1967)- Essai de description des formations géologiques de la république du Niger. Publ. Direction Mines Géol., *Niger*, n°3, 273 p.

GROUNE D. (2009)- Analyse magneto- Spectrométrique des données Aéorogéophysiques du Grand Fossé Pharusien (Hoggar Occidental, masiter, univ. M'hamed Bougara, *Boumerdes*, 141p.

HALLALOUCHE D. (1995)- Etude de l'altération du socle précambrien à la périphérie du bassin de Tin-Séririne (hoggar-sud, algerie) et minéralisations uranifères et thonières associées, Thèse doc. Univ *Rennes1*, 278p.

HENRY B., DJELLIT H., BAYOU B., DERDER M.E.M., OUABADI A., MERAHI M.K., BAZIZ K., KHALDI A., HEMMI A. (2004)- Emplacement and fabric-forming conditions of granites close to the borders of the Tin Seririne/Tin Mersoï basin (Algeria): magnetic and visible fabrics analysis, 20^e colloque Géol. Africaine, *Orléans*.

KHALDI A., NACER JE., BADANI A., MOKHTAR SA. (2012)- Paleozoic sequence stratigraphy of the southern margin of the Hoggar (Tassili Oua N'Ahaggar) Application to the Tin Séririne Basin uranium occurrence exploration, Technical meeting on origin of sandstone uranium deposits, IAEA, *Vienn*, 51p.

KONATE M., DENIS M., YAHAYA M., GUIRAUD M. (2007)- Structuration extensive et transtensive au dévono-dinantien du Bassin de Tim Mersoï (Bordure

Occidentale de l'Aïr, Nord Niger), Publ. Annales univ. *Ouagadougou*, Série C, Vol. 005, 32p.

LANGMUIR D. (1978)- Uranium solution-mineral equilibria at low temperatures with applications to sedimentary ore deposits. *Geoch. Geosmoch. Acta.*, 42, 6, pp. 547-569.

LAZHAR M., KAMEL AMRI M. (2009)- Contribution des images Landsat 7 ETM+ à la cartographie géologique et structurale du Bassin de Tin Séririne (Tassilis Oua - N – Ahaggar. Hoggar) Algérie, Publ. Journée d'Animation Scientifique (JAS09) de l'AUF, *Alger*. 6p.

LELUBRE M. (1952)- Recherches sur la géologie de l'Ahaggar central et occidental (Sahara central), Bull. Serv. Carte. Géol. Algérie, 2ème série, n°22, 2 tomes.

LESSARD L., BERTRAND J.P. (1958)- Sur l'existence d'une discordance dans le Cambro-Ordovicien au Sahara Central, C. R. somm. Soc. Géol. Fr., 72p.

LESSARD L., JOULIA F. (1959)- Note préliminaire sur la géologie des Tassilis Oua n'ahaggar, C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., *Paris*, Fasc. n°6, pp. 151-155.

LESSARD L. (1961)- Les séries primaires des Tassilis Oua n'ahaggar, au Sud du Hoggar entre l'Aïr et l'Adrar des Iforas, Bull. Soc. Géol. Fr., *Paris*, vol 7, t III, pp. 501-513.

LIEGEOIS J.P., BLACK R., NAVEZ J., LATOUCHE L. (1994)- Early and late Pan-African orogenies in the Aïr assembly of terranes (Touareg shield, Niger), *Precambrian Research* 67, pp. 59-88.

LIEGEOIS J. P., LATOUCHE L., BOUGHRARA M., NAVEZ J., (2003)- The LATEA metacraton (Central Hoggar, Tuareg shield, Algeria): behaviour of an old passive margin during the Pan-African orogeny, *Journal of African Earth Sciences*, vol 37 (2003), p 133-159.

MAILLOT G. (1964)- La géologie des argiles, *Masson edit., Paris*, Tome 7, pp. 303-325.

MICHEL C., KURT K. (2008)- Recent and not-so-recent developments in uranium deposits and implications for exploration, edit. *Robert Raeside*, 258p.

MOREAU C., DEMAIFFE D., BELLION Y., BOULLIER A.M. (1994)- A tectonic model for the location of Paleozoic ring complex in Air (Niger, North Africa). *Tectonophysics* 234, pp. 129-146.

MOKADDEM M. (1990)- Le bassin de Tin Séririne et ses minéralisations uranifères (Hoggar, Algérie), Publ. Office Nat. Géol., Mémoires n°2, *Alger*, 127p.

NICOLAS T. A., CLEMENT G. (2010)- Ressources minérales origine, nature et exploitation, edit *Dunod*, 169p.

OULD HAMOU A., LARBI BOUAMRANE S., KABECHE A., KACEMI A. (2012)- Provinces uranifères du Hoggar cristallin et ses Bordures sédimentaires Hoggar, Algérie, Publ. 2^{ème} Colloque International Géol. Sahara, pp. 82-88.

REBOUL C., MOUSSU H., LESSARD L. (1962)- Notice explicative de la carte géologique au 1/500 000 du Hoggar (Sahara central), Bur., Publ., Géol., Min., Paris, 104p.

SAAD A.Z., MESBAH C. (2003)- Remote sensing and geology of In-Azzaoua – Contribution of Landsat- TM images to the spectral characterization of the alteration profile with uranium mineralisation, Publ. Geoinformation for European-wide Integation, Benes, *Rotterdam*, pp. 617- 619.

TARDY Y. (1966)- Géochimie des altérations. Etude des arènes et des eaux de quelques massifs cristallins d'Europe et d'Afrique. Mém. Serv. Carte. Géol. Als-Lorr.n° 3, *Strasbourg*.

Résumé :

La recherche des minéralisations radioactives au Bassin de Tin Séririne situé au Sud Est du Hoggar, s'est déroulée en plusieurs phases suivant une méthodologie de prospection, chaque phase se distinguant par les techniques d'investigation et l'échelle de la région étudiée. En premier lieu, un levé aérospéctrométrique et aéromagnétique au 1/200.000^{ème} a pu révéler de nombreuses anomalies et notamment celle d'Abalekane (bordure Est du bassin de Tin Séririne) cette anomalie se localise au niveau de l'interface socle protérozoïque-couverture paléozoïque, que nous avons entretenue. En second lieu, on a procédé à un levé radiométrique, magnétique et géologique afin de vérifier au sol cette anomalie d'Abalekane. Ces levés ont permis de subdiviser Abalekane en trois secteurs (Nord, Central, Sud) et des ouvrages miniers ont été réalisés au niveau de chaque secteur pour une prospection détaillée des anomalies qui se sont manifestées sur les levés au sol. Le résultat de ces travaux nous indique une tendance uranifère dans toute l'étendue de la région et des teneurs en uranium considérables. Ensuite des analyses au laboratoire, et entre autres la pétrographie et la minéralogie, employées sur les échantillons prélevés lors des travaux miniers, témoignent de la présence d'un profil d'altération comportant des horizons. Un profil qui se développe sur un granite rouge porphyroïde post tectonique, et qui est à l'origine des minéralisations uranifères. Et en dernier lieu, il est conclu que l'indice est de type Inconformity contenant essentiellement de lautunite, de la torbernite et de la carnotite.

Mots clés : prospection, uranium, méthodologie, bassin de Tin Séririne, Abalekane, profil d'altération, Hoggar.

المخلص :

استغرق البحث تمعدن المشعة في حوض تين سيريرين (Tin Séririne) جنوب شرق الهقار عدة مراحل، وفقاً لمنهجية تنقيب و تتميز بتقنيات التحقيق وحجم منطقة الدراسة : أولاً، المسح الجوي المشع والمسح الجوي المغناطيسي في 1/200.000 كشف عن العديد من الأماكن غير العادية بما في ذلك ابالكان في (Abalekane) في الطرف الشرقي من حوض تين سيريرين الذي يقع في قاعدة البروتروزويك- واجهة الغلاف الترسوبات ، أجرينا المسح المغناطيسي والإشعاعي الارضي والجيولوجي ، من أجل تبيان الحقائق من أرض في مكان غير العادي ابالكان ، تسمح هذه الدراسات أيضا إلى تقسيم لثلاثة قطاعات (الشمال، وسط ، جنوب). تم إجراء أعمال التعدين المنجمية في كل قطاع لاستكشاف مفصلة من مكان غير العادي التي نشأت على المسوحات الأرضية، ونتائج هذا العمل يدل على محتوياتها اليورانيوم في الكامل للمنطقة ، والتي هي كبيرة. والتحليل المخبرية، و دراسة الصخور ، والمعادن، التي استخدمت عينات أخذت خلال عمليات التعدين المنجمية ، و اثبات وجود التجوية تحتوي في الجرانيت أحمر بورفيرى ، الذي هو أصل تمعدن اليورانيوم. وأخيرا، تم التوصل إلى أنه لدينا مؤشر هو نوع فالق « inconformity » وأنه يحتوي أساسا autunite ، torbernite و .carnotite.

الكلمات الرئيسية: التنقيب عن اليورانيوم، منهجية تنقيب ، التجوية ، حوض تين سيريرين ، ابالكان، الهقار

Abstract:

Research radioactive mineralization at Tin Seririne Basin (South Eastern Hoggar) took place in several phases, each prospection methodology, distinguished by the investigative techniques and scale of the study area. First, a aérospéctrométrique and aeromagnetic survey in 1/200.000ème could reveal many abnormalities including that of Abalekane (eastern edge of the basin Tin Séririne) which locates at the base Proterozoic-Paleozoic cover interface, an anomaly on which it was floored. Second, we conducted a magnetic and radiometric survey Geological, in order to ground-truthing of the anomaly Abalekane, these surveys also permit Abalekane subdivide into three sectors. Then mining works have been made in each sector for a detailed exploration of anomalies which have arisen on the ground surveys, the results of this work indicates a uranium trend of the full extent of the region and contents uranium, which are considerable. And laboratory analysis, and among other petrography and mineralogy, used on samples taken during mining operations, demonstrate the presence of a weathering profile containing horizons. Profile that grows on a red porphyritic granite post tectonics, which is the origin of uranium mineralization. And finally, it was concluded that our index is unconformity type and it contains mainly autunite, the torbernite and carnotite. But it is possible to use geophysical tools to try to follow our weathering profile westward under the Paleozoic cover, and this in order to discover possible reserves of radioactive materials.

Keywords: prospection methodology uranium, profile weathering, basin Tin Seririne, Abalekane, Hoggar.