



Année Universitaire : 2014-2015



Licence Sciences et Techniques :Géoressources et Environnement

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

# Impact Environnemental des mines d'Etain : cas de la mine d'Achammach (région d'Agourai)

**Présenté par:**

**Khelifi Taghzouti Oumaima, Nabil Khawla**

**Encadré par:**

**Pr. Mme Naoual Rais  
Dr. Mr Nourredine Serghini**

**Soutenu Le16/06/2015 devant le jury composé de:**

- **Pr. Naoual Rais**
- **Pr. Abdelkader El Garouani**
- **Pr Raouf Jabrane**

**Stage effectué à :ABHS**

**Logo**





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

**Khelifi Taghzouti Oumaima , Nabil Khawla**

**Année Universitaire: 2014/2015**

**Titre: Impact Environnemental des mines d'Étain : cas de la mine d'Achammach (région d'Agourai)**

### Résumé

Le projet Étain d'Achmmach, qui vise à la mise en place de mine pour exploitation d'étain dans la région d'Achammach, a reçu l'acceptabilité de l'étude d'impact Environnement et Social (EIES) du ministère chargé de l'environnement le 22 décembre 2014.

Le site du projet Étain d'Achmmach est situé à environ 15 km au sud –ouest d'Agourai . Ce projet minier englobe des permis d'exploitation PE2912 et PE193172 à Sidi Addi. Ce projet a pour objectif l'extraction d'un million de tonnes de minerai par an, par des méthodes d'exploitation souterraine, et la production de 6.880 tonnes d'étain sous forme de concentré dans une installation de traitement moderne.

L'étude d'impact d'un projet de la prospection d'Étain à Achmmach sur les ressources hydriques de la région a montré que ; vu que la nature de terrain est favorable à la mise en place d'aquifères fissurés déconnectés alimentés par l'infiltration saisonnière de pluies et qui sont typiquement limités en taille et isolés, la mise en place de ce projet n'aura pas d'impacts négatifs importants sur les ressources en eaux souterraines de la région d'Achmmach. Plus encore, l'étude EIES montre que les impacts sociaux positifs auront un bénéfice très remarquable sur la région.

Mots Clés

EIES : étude d'impact environnemental et social

PE : permis

# Sommaire

<b>Sommaire.....</b>	<b>1</b>
<b>Liste des figures :.....</b>	<b>3</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>5</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>6</b>
<b>Présentation de l'Agence du Bassin Hydraulique .....</b>	<b>6</b>
<b>1- Activités :.....</b>	<b>7</b>
<b>2- L'organisme structural de l'ABHS.....</b>	<b>8</b>
<b>Chapitre I : Les Mines d'Étain .....</b>	<b>9</b>
<b>1- Définition .....</b>	<b>9</b>
<b>2- Le but de l'exploitation minière.....</b>	<b>10</b>
<b>3- Les déchets miniers .....</b>	<b>11</b>
<b>Chapitre II: caractérisation de site d'étude.....</b>	<b>12</b>
<b>1- Localisation du projet Étain d'Achmmach .....</b>	<b>12</b>
<b>2- Cadre géologique .....</b>	<b>13</b>
<b>3- Cadre Climatologique :.....</b>	<b>15</b>
<b>4- Cadre Hydrologique .....</b>	<b>15</b>
<b>5- Cadre hydrogéologique .....</b>	<b>17</b>
<b>Chapitre III : Impact des projets miniers sur l'Environnement.....</b>	<b>20</b>
<b>I- Définition et généralité sur l'EIE (Etude d'impact environnemental).....</b>	<b>20</b>
<b>1 – Définition :.....</b>	<b>20</b>
<b>2 - Impact d'étain sur les écosystèmes.....</b>	<b>21</b>
<b>II- Impacts environnementaux et mesures d'atténuation.....</b>	<b>22</b>
<b>1 - Impact sur l'Occupation des Sols.....</b>	<b>22</b>

<b>2 -Impact sur les ressources en eau.....</b>	<b>22</b>
<b>3 - Impact sur l’habitat naturel .....</b>	<b>24</b>
<b>4 - Impact sur la végétation.....</b>	<b>24</b>
<b>5 - Impact sur la faune.....</b>	<b>24</b>
<b>6 - Impact sur la qualité de l’air .....</b>	<b>25</b>
<b>7 - Impact sur le niveau du bruit ambiant .....</b>	<b>26</b>
<b>8 - Gestion et sécurité de la population.....</b>	<b>26</b>
<b>9 - Impacts socio-économiques positifs .....</b>	<b>26</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## Liste des figures :

<b>Figure 1 :</b> localisation des deux permis d'exploitation du projet Etain d'Achammach.....	12
<b>Figure 2 :</b> Carte géologique du district El Hammam-Achmmach (Article Mr Boushaba) .....	14
<b>Figure 3 :</b> Coupe interprétative du District El Hammam-Achmmach (Barodi & Chbihi, 1998).....	15
<b>Figure 4 :</b> Délimitation du Bassin Oued Beht région Achmmach (Arcgis Mai 2015).....	16
<b>Figure 5 :</b> les cours d'eau intermittents de la zone d'étude (Arcgis mai 2015).....	17
<b>Figure 6 :</b> principaux aquifères du bassin sebou .....	18

# Dédicaces

## **À ma mère**

-Pour l'éducation qu'elle m'a prodiguée, avec tous les moyens et au prix de tous les sacrifices qu'elle a consentis à mon égard, pour le sens du devoir qu'elle m'a enseigné depuis mon enfance. À qui m'adresse à mon dieu les vœux les plus ardents pour la conservation de sa santé et de sa vie.

## **À mon père,**

Grand Homme de valeurs et de principes, merci pour ton soutien infini et tes encouragements durant toutes ces années. Nul sentiment ne peut exprimer ma reconnaissance envers toi.

## **À mes frères et ma sœur**

J'espère atteint le seuil de vos espérances en moi. Que ce travail soit l'expression de ma profonde affection Je vous remercie pour le soutien moral et l'encouragement que vous m'avez accordés .je vous souhaite tout le bonheur que vous méritez ainsi qu'un brillant avenir.

## **À mes très chers amis,**

Je remercie tous ceux qui ont su m'apporter de l'aide et soutien aux moments propices, Je dédie ce travail, reconnaissant et remerciant chaleureusement.

## Remerciements

-La réalisation de ce travail n'aurait pas eu lieu sans l'intervention des personnes qui ont placé en nous une grande confiance et qui nous ont soutenues.

-À tous nos Enseignants de la FST-Fès, on vous remercie des efforts considérables que vous avez déployés durant notre formation.

- Nos vifs remerciements à **Mme El Houat Samira**, directrice de l'**ABHS** pour nous avoir donné l'opportunité d'effectuer ce stage au sein de l'Agence du Bassin Hydraulique Sebou.

-L'expression de notre haute reconnaissance à **Mr.Serghini Nouredine** qui n'a épargné aucun effort pour mettre à notre disposition son savoir-faire et les explications nécessaires

- Nous remercions à **Pr. Naoual Rais** pour son encadrement et son soutien durant la durée du stage, pour ces précieux conseils et ces efforts permanents dans le but d'assurer le bon déroulement de ce stage.

- Nos remerciements aux membres de jury **Prs Abdelkader El Garouani et Raouf Jabrane** pour avoir accepté de juger notre travail.

## **Introduction**

Au Maroc, durant ces dernières années les exploitations minières sont devenues plus récurrentes et plus importantes. Cependant même si elles génèrent des bénéfices économiques conséquents, elles peuvent infliger d'importants dégâts à l'environnement.

Parmi les grandes mines au Maroc, on peut citer :

- Les prospects d'Uranium dans les Provinces du Sud au Maroc
- Minéralisations en Cu et Or du secteur de Taghdout (Anti-Atlas central, Maroc)
- Hassiane Diab (W-Cu-Au) (Région de l'Oriental, Maroc)
- Secteur d'Oulmès (Sn-W) (Massif Hercynien Central, Maroc)

Le projet d'Achmmach a pour objectif l'extraction d'un million de tonnes de minerai par an, par des méthodes d'exploitation souterraine, et la production de 6.880 tonnes d'étain sous forme de concentré dans une installation de traitement moderne.

Notre projet vise l'étude d'impact environnemental d'un projet de la prospection d'Étain à Achmmach sur les ressources hydriques de la région.

## **Présentation de l'Agence du Bassin Hydraulique**

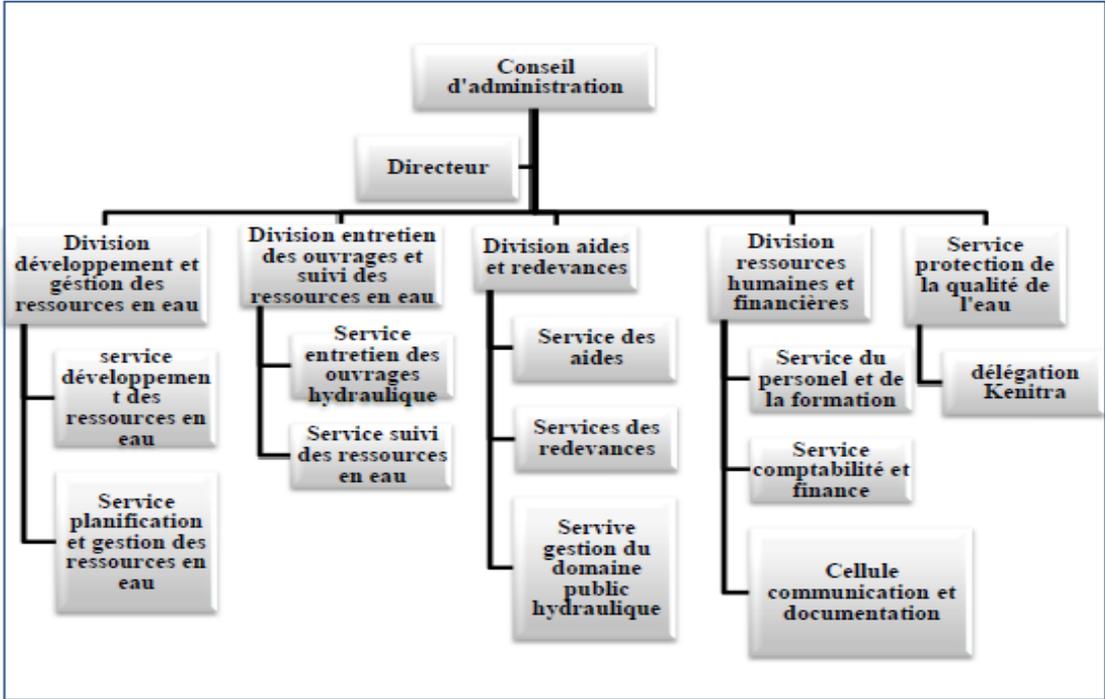
La Stratégie nationale de l'Eau a été approuvée par les pouvoirs publics en 2010. Elle considère que la réutilisation des eaux usées constitue une importante ressource en eau non conventionnelle, et sa valorisation doit être placée dans le cadre de la gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle nationale. De nombreux intervenants sont impliqués directement ou indirectement dans le secteur de l'épuration et la réutilisation des eaux usées : Il s'agit particulièrement de l'ABHS. Chaque ABHS intègre les potentialités de valorisation des eaux usées dans le Plan directeur d'Aménagement intégré des Ressources en Eau (PDAIRE). La loi sur l'eau autorise les ABHS à accorder des subventions, à hauteur de 20% du cout d'investissement, en faveur des actions visant des économies d'eau et de protection des ressources en eau.

## 1- Activités :

L'agence de bassin hydraulique est chargée :

- d'élaborer le plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau relevant de sa zone d'action ;
- de veiller à l'application du plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau à l'intérieur de sa zone d'action ;
- de délivrer les autorisations et concessions d'utilisation du domaine public hydraulique de sa zone d'action ;
- de fournir toute aide financière et toute prestation de service, notamment d'assistance technique, aux personnes publiques ou privées qui en feraient la demande, soit pour prévenir la pollution des ressources en eau, soit en vue d'un aménagement ou d'une utilisation du domaine public hydraulique ;
- de réaliser toutes les mesures piézométriques et de jaugeages ainsi que les études hydrologiques, hydrogéologiques, de planification et de gestion de l'eau tant au plan quantitatif que qualitatif ;
- de réaliser toutes les mesures de qualité et d'appliquer les dispositions relatives à la protection des ressources en eau et à la restauration de leur qualité;
- de proposer et d'exécuter les mesures adéquates, d'ordre réglementaire notamment, pour assurer l'approvisionnement en eau en cas de pénurie d'eau ...ou pour prévenir les risques d'inondation ;
- de gérer et contrôler l'utilisation des ressources en eau mobilisées ;
- de réaliser les infrastructures nécessaires à la prévention et à la lutte contre les inondations.

2- L'organisme structural de l'ABHS



# Chapitre I : Les Mines d'Étain

## 1- Définition

L'étain est un élément naturel de l'écorce terrestre. Il peut être retrouvé dans l'air, l'eau et les sols où il est naturellement présent dans les roches, ou près des lieux où il est extrait, produit, ou utilisé.

**L'étain**, du latin *stannum*, est un élément chimique de la famille du carbone, moins couramment appelée famille des cristallogènes, de symbole **Sn** et de numéro atomique 50. De même que l'élément germanium situé juste au-dessus dans la classification périodique, l'étain existe aux trois états d'oxydation 0, +2 et +4. Il existe 10 isotopes stables de l'étain, principalement de masses 120, 118 et 116. Il est extrait essentiellement d'un minéral appelé **cassitérite** où il se trouve sous forme d'oxyde  $\text{SnO}_2$ . Il est connu depuis l'antiquité où il servait pour protéger la vaisselle de l'oxydation et pour préparer le bronze. Il est toujours utilisé pour cet usage et pour la soudure. Cet élément est peu toxique.

Une **mine** est un gisement exploité de matériaux (par exemple d'or, de charbon, de cuivre, d'étain, de diamants, de fer, de sel, d'uranium, etc.).

Elle peut être à ciel ouvert ou souterrain. Dans les années 1980, environ 20 milliards de tonnes de matériaux étaient extraites annuellement des seules mines à ciel ouvert dans le monde, dont plus de la moitié des minerais alors que plus de six milliards de tonnes de charbon, 1,6 milliard de tonnes de minerai de fer, 190 millions de tonnes de minerai d'aluminium sont présumés extraits du sous-sol par des galeries et puits au début du XXI<sup>e</sup> siècle.

La distinction entre mine et carrière tient à la nature du matériau extrait (stratégique ou précieux pour la mine, de moindre valeur pour la carrière).

**Numéro atomique** 50 **Masse atomique** 118, 69 g.mol<sup>-1</sup>

**Électronégativité de Pauling** 1, 8 **Masse volumique** 7, 3 g.cm<sup>-3</sup> à 20°C (beta) et 5,77 g.cm<sup>-3</sup> (alpha)

**Température de Fusion** 232 °C

**Température d'ébullition** 2270 °C

**Rayon atomique (Van der Waals)** 0,162 nm

**Rayon ionique** 0, 112 nm (+2) ; 0,070 nm (+4)

**Isotopes** 10 **Configuration électronique** [Kr] 4d<sup>10</sup> 5s<sup>2</sup>5p<sup>2</sup>

**Énergie de première ionisation** 708, 4 kJ.mol<sup>-1</sup>

**Énergie de deuxième ionisation** 1411, 4 kJ.mol<sup>-1</sup>

**Énergie de troisième ionisation** 2942, 2kJ.mol<sup>-1</sup>

**Énergie de quatrième ionisation** 3929, 3kJ.mol<sup>-1</sup>

**Potentiel standard**- 0,136 V (Sn<sup>2+</sup> / Sn)

## 2- Le but de l'exploitation minière

Le but de l'exploitation minière est de satisfaire la demande de ressources en métaux et en minéraux afin de développer, entre autres, les infrastructures et d'améliorer la qualité de vie de la population, étant donné que les substances extraites constituent bien souvent les matières premières destinées à la fabrication de nombreux biens et matériaux.

Il s'agit, par exemple, de minéraux métallifères ou de métaux, de charbon, de minéraux industriels employés dans le secteur chimique ou dans la construction, etc.

L'exploration concerne la recherche de ressources. L'exploration minérale est l'activité clé qui mène à l'ouverture d'une mine. En fait, l'exploitation minière serait impossible sans l'important travail préparatoire d'exploration. Le but principal de l'exploration est de trouver de nouvelles sources de métaux communs et de métaux précieux comme le nickel, le cuivre, le zinc et l'or et des

métaux de spécialité comme le césium. De plus, l'exploration peut mener à la découverte de minéraux industriels\*, comme la dolomite, le spodumène, l'argent, le gypse, le sel, le granite, le calcaire, la chaux, le sable et le gravier. Les ressources minérales du Manitoba qui pourraient faire l'objet d'un développement économique à l'avenir comprennent les diamants, les métaux du groupe du platine\*, les métaux des terres rares, le titane, le vanadium, la chromite, la silice et la potasse.

Les géologues et les prospecteurs cherchent des preuves de la présence de ces matières. Une fois évaluées, ces ressources minérales pourraient avoir le potentiel d'être développées et constituer un gisement rentable pouvant être exploité ou extrait.

### 3- Les déchets miniers

Les déchets miniers (ou «déchets d'extraction») issus des activités d'exploration, d'extraction et de transformation du charbon ou de minerais non énergétiques.

Des centaines de millions de tonnes de ces déchets provenant de **zones minières** existantes ou désaffectées ont été stockées, ou sont en cours de stockage sans traitement préalable, à proximité plus ou moins importantes de communautés locales.

Les déchets de l'industrie métallurgique (scories, boues et poussières) sont issus de la transformation des métaux non-ferreux, par exemple, peuvent comprendre des métaux lourds susceptibles d'avoir un impact négatif sur l'environnement, s'ils ne sont pas traités de manière appropriée.

Le principal but du traitement des déchets miniers est d'éviter leur mise en décharge.

Les défis qui se posent, comme la **pollution environnementale**, les **risques sanitaires** et la **défiguration des paysages**, doivent être considérés de manière responsable et en tant qu'éléments prioritaires.

Aucun pays ne peut se permettre aujourd'hui d'ignorer le **potentiel de recyclage** que présentent les déchets produits après l'utilisation de matières premières primaires.

- Les enjeux environnementaux associés à l'exploitation minière sont nombreux. Il est important de noter que le minerai extrait d'une mine n'est pas vendu tel quel au client.
- Souvent, il subit plusieurs étapes de concassage et concentration à même le site pour répondre aux spécifications de ce dernier.

De ce fait, toutes les étapes de l'aménagement du complexe et du traitement sont susceptibles de provoquer un impact environnemental

Un second enjeu à l'égard des aires protégées est le processus qui mène à leur création. Les zones qui représentent un potentiel intéressant à la constitution d'une aire ne sont pas toujours libres d'autres usages. Ainsi, des claims miniers peuvent se trouver à un endroit d'intérêt pour la conservation. Il se peut donc que les limites des aires soient révisées afin de concilier avec les usages du territoire.

# Chapitre II: caractérisation de site d'étude

## 1- Localisation du projet Étain d'Achmmach

Le projet Étain d'Achmmach est situé à environ 15 km à vol d'oiseau au sud-ouest d'Agouraï (Fig. 1).

Il est formé des permis d'Exploitation PE2912 et PE193172 (fig. 1). Sidi Addi est le sommet le plus haut de la région et culmine à une altitude de 1235 m, véritable point de repère, il se trouve sur le quart sud-ouest du PE2912.

Le trajet par voiture depuis Meknès aux PE2912 et PE193172 dure environ 1 heure en passant soit par Ras jerri par Agouraï. Les 20 derniers kilomètres prennent la forme d'une piste de graviers qui est praticable en toutes saisons en véhicule ordinaire

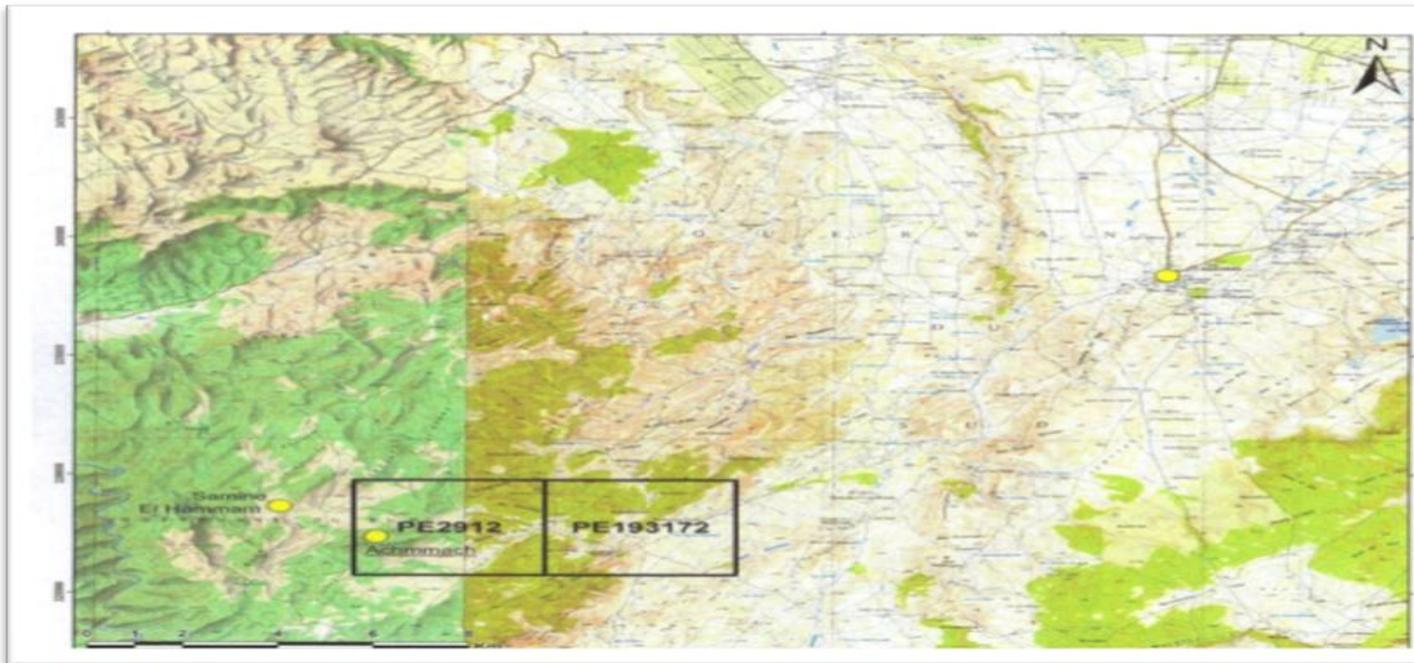


Fig. 1 : localisation des deux permis d'exploitation du projet Etain d'Achammach

## 2- Cadre géologique

Le district d'El Hammam-Achmmach s'étend au toit d'un monzogranite presque entièrement caché sous des séries plissées paléozoïques.

Des skarns et filons stannifères sont présents dans tout le district. Les filons de calcite-fluorine d'El Hammam sont associés à des failles SSW-NNE, à jeu transtensif dextre.

La minéralisation stannifère d'Achmmach (cassitérite) est localisée dans des failles WSW-ENE à remplissage bréchique, tourmalinisées et solidifiées. La minéralisation stannifère est antérieure à la minéralisation fluorée épithermale ; cette dernière a été datée à  $205 \pm 1$  Ma ; l'âge de la première serait proche de 290 Ma.

Le district Achmmach se présente près du bord nord du Massif Central hercynien, sur le prolongement NE de la faille des Smaala, accident Tectonique majeur limitant à l'est de l'anticlinorium Khouribga-Oulmes.

Ce couloir de failles SW-NE, chevauchant vers le NE, se manifeste dans le district d'El Hammam-Achmmach par une structure en lames extrusives et chevauchantes. Les terrains présents vont de l'Ordovicien supérieur au Viséo-Namurien et westphalien inférieur probable (fig.2).

L'essentiel des minéralisations économiquement exploitables est encaissé dans les séries Gréco-pélimitiques du Viséen supérieur-Namurien. Intrusif dans ces terrains, le granite monzonitique Tardi hercynien d'El Hammam apparaît dans les fonds de vallée de la région d'El Hammam, et il a été localement retrouvé en sondage (Zerdane & Yousmi, 1991).

Il développe une vaste auréole de métamorphisme thermique, ou logent une cohorte de filons de fluorine, dont celui de la mine, mais également ceux d'étain-tungstène du secteur Bou Eljaj (7km au sud de la mine), suggérant que le pluton se prolonge largement à faible profondeur. Le pluton se prolonge vers l'est (fig. 3) sous le gîte stannifère d'Achmmach, comme la montre l'extension de l'auréole thermique (skarns) et la multiplicité des dykes microdioritiques ou doléritiques sub parallèles à la schistosité régionale NE-SW (S1) et de puissance métrique à décamétrique.

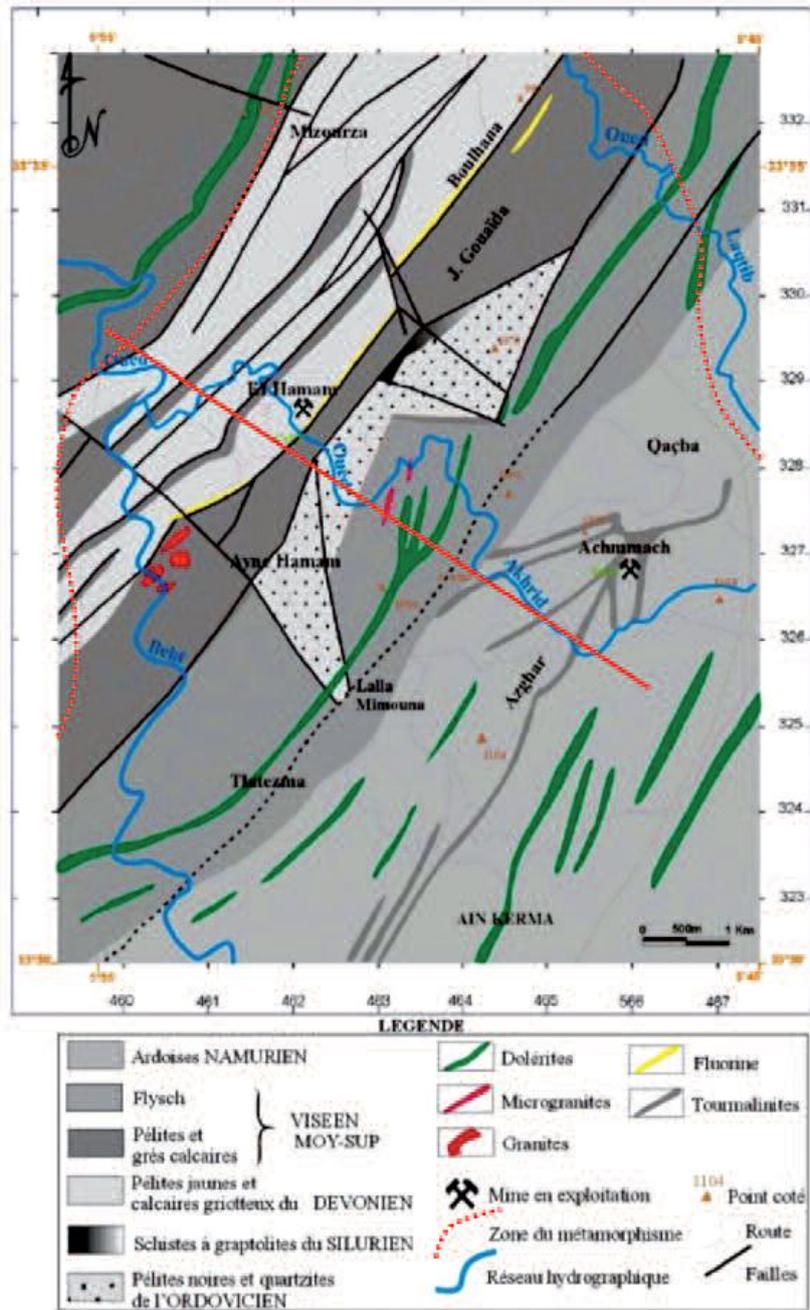


Fig.2 : Carte géologique du district El Hammam-Achmmach (Article Mr Boushaba)

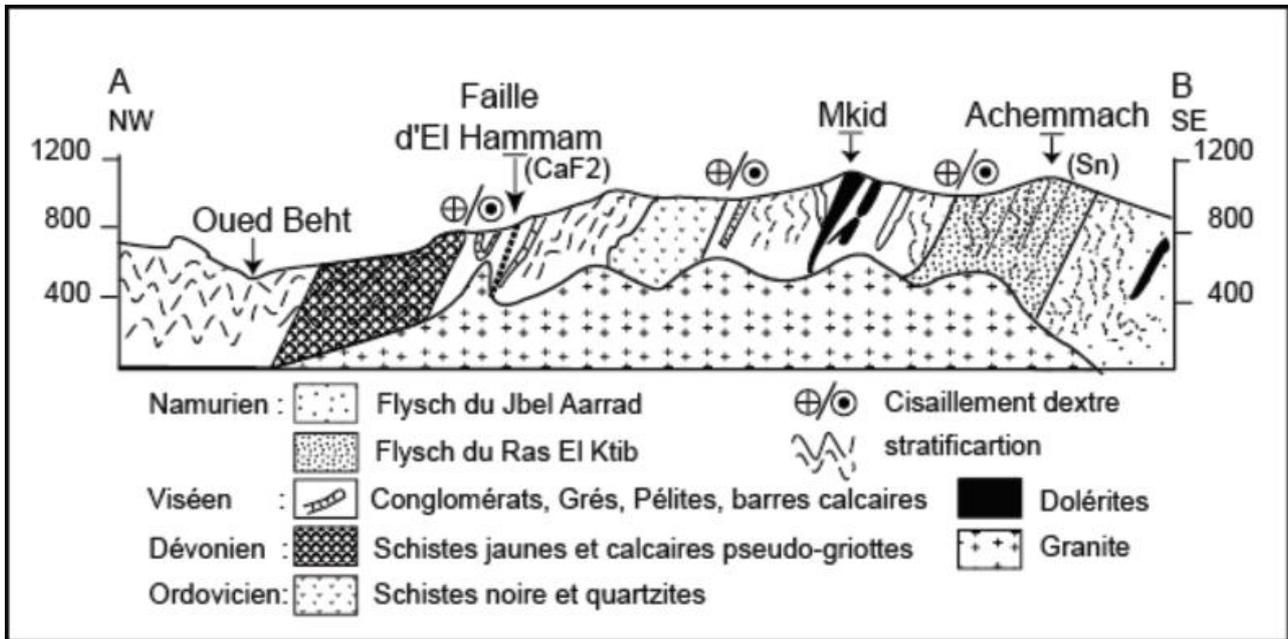


Fig.3 : Coupe interprétative du District El Hammam-Achmmach  
(Barodi&Chbihi, 1998).

### 3- Cadre Climatologique :

Le projet se situe dans une région à climat semi-continentale méditerranéenne. Les hivers sont froids et humides et les étés secs et chauds. La température moyenne annuelle est de 23°C avec un maximum à 43°C et un minimum à -2°C. D'après le haut Commissariat eaux et forêts et à la lutte contre la Désertification, les précipitations annuelles cumulées dans les zones montagneuses du projet sont d'environ 1,000 mm avec 80 à 100 jours de pluie par an.

Depuis septembre 2014, une station météorologique a été installée sur le site même d'Achmmach pour permettre l'enregistrement en continu des variables de température, précipitation, vitesse et direction des vents, pression, rayonnement, humidité et point de rosée.

### 4- Cadre Hydrologique

Le projet d'Achmmach se situe dans le bassin versant d'Oued Sebou. Le débit annuel moyen du bassin versant du Sebou est de 5,600Mm<sup>3</sup> c'est le plus riche en eau du Maroc. Véritable château central, le bassin Sebou forme une cuvette entre le Rif au nord, le Moyen Atlas et la Meseta au sud, le couloir Fès Taza à l'Est et l'océan Atlantique à l'Ouest.

Le bassin du Sebou représente 30 % des eaux de surface au Maroc et il est subdivisé en 6 sous bassins dont le bassin du Beht dans lequel le projet d'Achmmach se situe. Le débit annuel du sous-bassin du Beht est de 363Mm<sup>3</sup>, i.e.7% de l'eau totale drainée par le bassin Sebou.

L'Oued Beht trouve son cours 4 km à l'ouest de la frontière occidentale du PE2912. Au niveau du projet d'Achmmach et de ses environs, le ruissellement se fait vers le nord et le nord-ouest en contribution au sous-bassin de l'Oued Beht qui à son tour se verse dans le Sebou au niveau des plaines du Gharb.

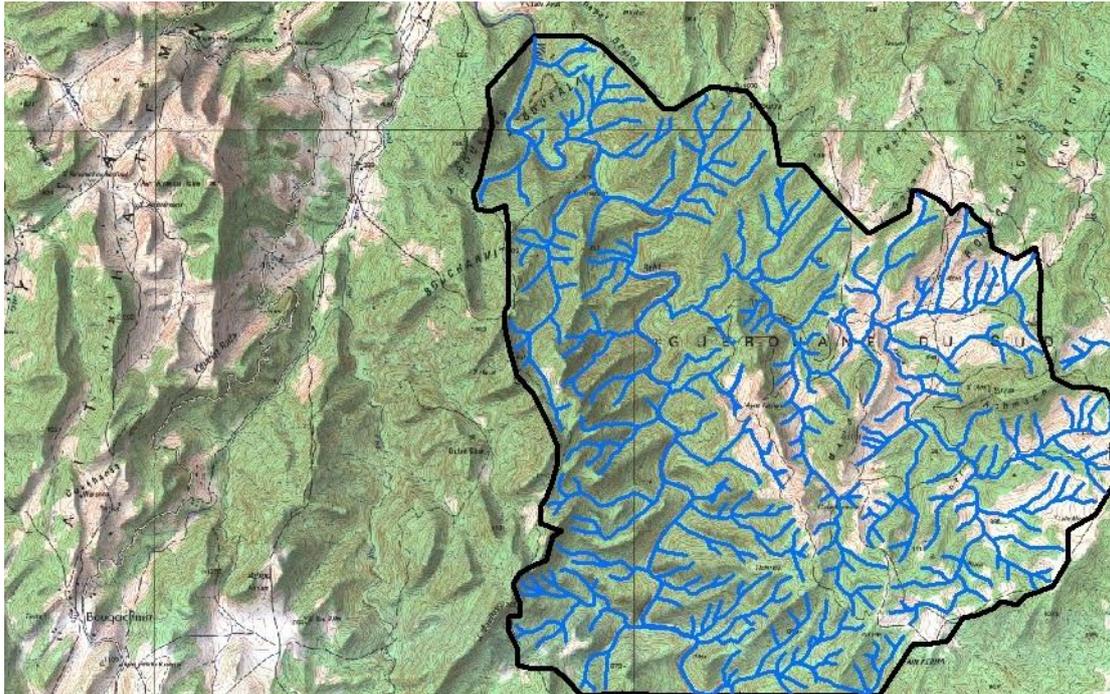


Fig. 4 : Délimitation du Bassin Oued Beht région Achmmach (Acgis Mai 2015)

Au niveau de la région des 2 permis du projet minier d'Achmmach, un certain nombre de cours d'eau prennent naissance (Fig. 5):

1. Trois cours d'eau intermittents en partie occidentale du PE2912 se joignent formant l'Oued Akhrid qui à son tour se jette dans l'Oued Beht 2km en aval de la samine
2. Quatre cours d'eau intermittents au nord-est des PE et à écoulement nord convergent formant l'oued Bergamou qui se jette dans l'oued Boumiya 12 km plus au nord d'Achmmach se jetant à son tour dans l'oued Beht 3 km en aval.
3. Deux cours d'eau intermittents au nord-est des PE à écoulement nord se rejoignent formant l'oued Abdallah qui à son tour prend une direction d'écoulement nord-ouest jusqu' à sa confluence avec l'Oued Beht 25 km au nord d'Achmmach

4. Deux cours d'eau intermittents en partie sud des PE à écoulement sud-ouest forment l'Oued Rwad qui rejoint l'Oued Beht 8km au sud du site du projet de permis d'Achmmach.
5. Un cours d'eau intermittent l'Oued Kerfane recoupe le coin sud-est du PE193172 en s'écoulant vers le nord-est. Le cours d'eau s'incurve ensuite vers le nord-ouest et rejoint l'Oued Beht 25 km au nord du site du projet de PE.

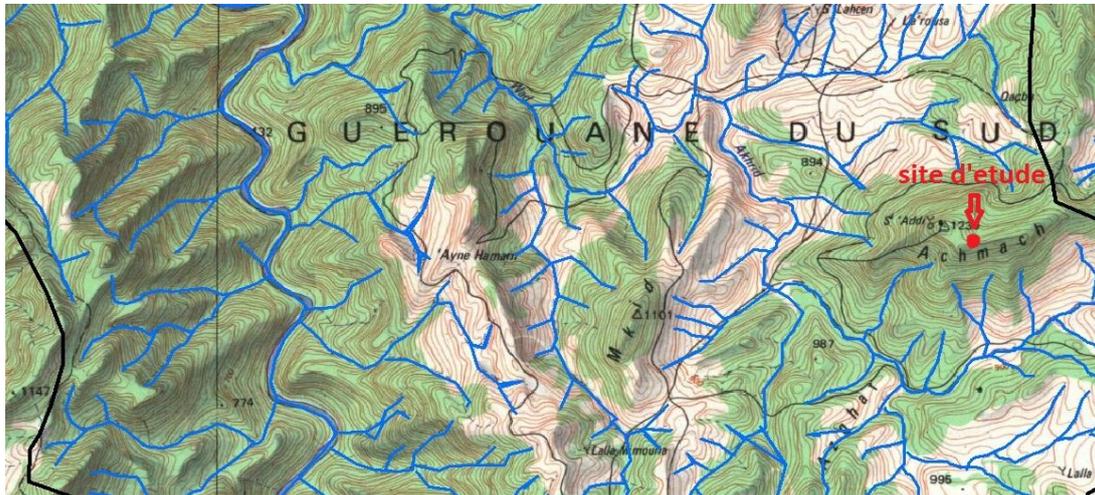


Fig. 5 : les cours d'eau intermittents de la zone d'étude (Arcgis mai 2015)

En dehors des cours d'eau saisonniers dont la source se situe dans la zone du Projet et qui ont été précédemment décrits, il existe des sources d'eau superficielle plus ou moins aménagés et qui, constituent des accès à l'eau pour les habitants de la région.

Au sein du PE2912 et dans la vallée amont de l'Oued Akhrid, une source principale a été identifiée : Ain HamoLkabir. Elle est utilisée par moment pour l'abreuvement du bétail.

## 5- Cadre hydrogéologique

Les ressources en eau souterraine du bassin constituent une part importante du patrimoine hydraulique du bassin du Sebou et représentent 20% environ du potentiel national.

A l'échelle du bassin versant du Sebou, on peut distinguer plusieurs unités hydrogéologiques recelant une douzaine de nappes dont les principales sont : système aquifère du Saiss, complexe des nappes Maamora - Gharb, nappe des causses moyens Atlasiques, nappe de Bou Agba, nappe du couloir Fès –Taza, la nappe du moyen Atlas plissé et la nappe de Taza.

Ces nappes renferment une ressource renouvelable de l'ordre de 800 Mm<sup>3</sup> par an. Ces ressources contribuent au développement économique et social du bassin en assurant l'approvisionnement en

eau potable d'une grande partie des centres urbains et ruraux et la mise en valeur de grandes superficies irriguées.

Ces nappes productives sont vulnérables à la sécheresse, à la surexploitation et à la pollution. Bien gérées et protégées, elles représentent des atouts majeurs pour le développement socio-économique du bassin.

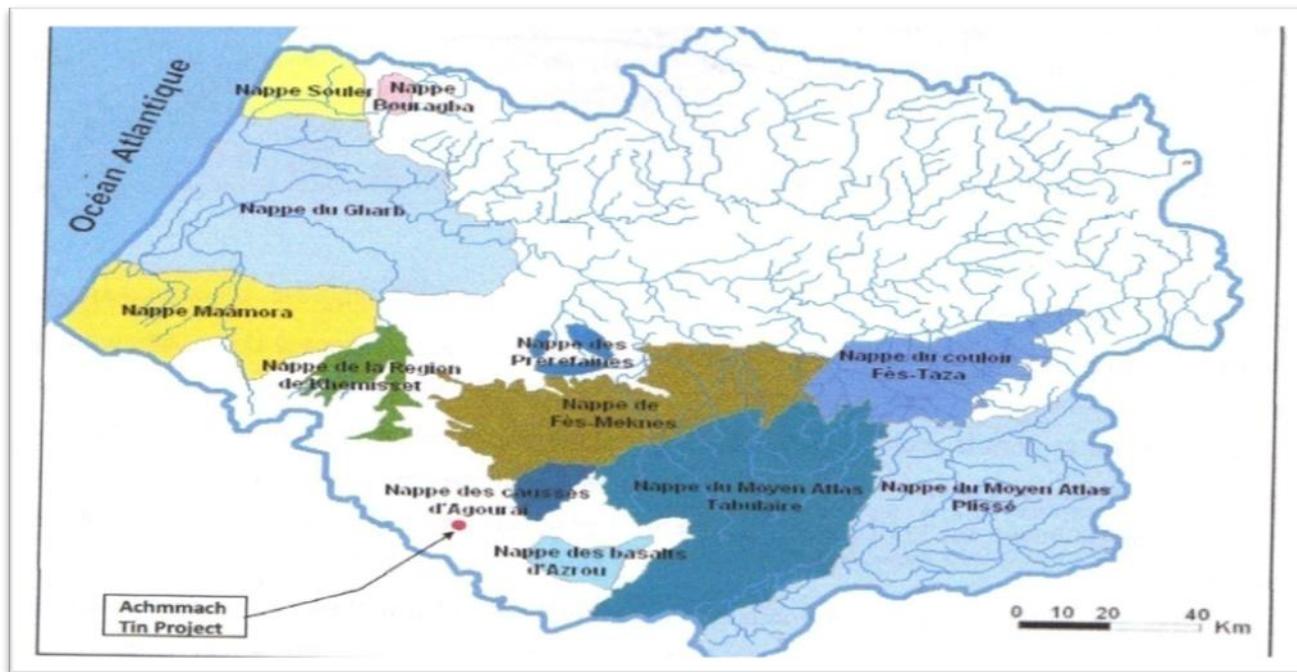


Figure 6: principaux aquifères du bassin sebou

La vaste majorité des accès à l'eau prend la forme de puits, là encore avec différent degré d'aménagement. Ils se trouvent typiquement dans les vallées des cours d'eau saisonniers à proximité des habitations. Ils sont utilisés pour la consommation des ménages et pour alimenter le bétail.

Une soixantaine de puits de fabrication artisanale et dont la profondeur se répartit entre 0.5 et 3 mètres ont été recensés dans la zone du projet (ABHS 2014). Onze puits ont été recensés sur le PE2912 et se trouvent principalement dans la vallée au sud de la colline d'Achmmach.

Au sud-est du gisement un puits a été aménagé par la commune d'Ait Ourkhalf pour subvenir aux besoins des populations un autre puits a été aménagé par l'ONHYM vers le nord-est dans la Vallée de Bouffoulous pendant la campagne préliminaire d'exploration d'Achmmach en 1990.

L'alimentation en eau des sondages de délimitation de la ressource en étain du Projet d'Achmmach a été permise par un forage mis en place en 2012 au sud de la colline d'Achmmach à proximité du puits d'exploration établi par le BRPM. Ce forage nommé Piezo—01 d'une profondeur de 110m est

équipé d'une pompe immergée à 80m de profondeur qui permet d'extraire l'eau dans des cuves de stockage avant d'être acheminée par pompage en haut de la colline de Sidi Addi. L'eau est ensuite distribuée par gravité jusqu'au site de sondage. L'image ci-dessous présente la tête de forage de Piezo-01 et son infrastructure de pompage associée (Fig.7) Piezo-01 joue à la fois le rôle de piézomètre et de forage d'alimentation en eau, d'où son ambivalence de piézomètre et de forage d'eau.

# Chapitre III : Impact des projets miniers sur l'Environnement

## I- Définition et généralité sur l'EIE (Etude d'impact environnemental)

### 1 – Définition :

**L'impact environnemental** désigne l'ensemble des modifications qualitatives, quantitatives et fonctionnelles de l'environnement (négatives ou positives) engendrées par un projet, un processus, un procédé, un ou des organismes et un ou des produits, de sa conception à sa "*fin de vie*".

**L'étude d'impact sur l'environnement** est un document scientifique et une procédure juridique d'évaluation des effets dus à certaines activités et projets de l'homme sur l'environnement. Elle est une politique et un instrument de gestion dans le cadre des projets et des prises de décisions.

En tant qu'instrument scientifique, elle permet d'identifier, de prévoir et d'évaluer les conséquences dommageables sur l'environnement des projets de développement, constructions.

C'est une évaluation effectuée a priori qui porte nécessairement sur une activité de l'homme qui n'est pas encore réalisée. Elle se distingue ainsi des audits d'environnement qui, eux, vérifient l'impact de certaines activités après leur réalisation. L'EIE est considérée comme un instrument utile voire indispensable à la préparation d'un projet susceptible de porter atteinte à l'environnement, par exemple, en cas de changement d'alignement d'autoroute, de réduction de la hauteur d'un barrage, ou de construction d'un port. Elle peut également porter sur des lois, plans et programmes relatifs à la protection de l'environnement.

Il faut souligner que l'EIE ne dicte pas de décisions quant à la réalisation des projets, mais qu'elle fait partie des procédures d'autorisation, et qu'elle est essentielle aux prises de décisions futures.

Elle s'inscrit dans le principe du développement durable, principe selon lequel chaque habitant de la Terre a le même droit aux ressources naturelles qui doivent être garanties pour le long terme dans le

cadre d'une gestion rationnelle. De ce concept, trois facteurs peuvent être dégagés : les facteurs écologiques, économiques et sociaux. C'est la synergie entre ces trois piliers qui permet la mise en œuvre de la politique du développement durable. L'EIE est l'un des outils de mise en œuvre de cette politique.

Il s'agit, dans ce cadre, de fournir des informations complètes à ceux qui vont élaborer l'EIE. De nombreux acteurs vont entrer en jeu, car l'EIE exige un long travail de recherche qui implique différentes disciplines à la fois, et qui exige une bonne connaissance du milieu. La présence d'experts et de scientifiques est souvent requise.

En effet, la procédure doit être rigoureuse et employer des méthodologies et des techniques complexes pour aborder les problèmes liés au climat, à la faune et à la flore spécifiques, aux populations locales, etc. La préparation de l'EIE va donc se faire sur la base des informations récoltées. Son aboutissement doit permettre à celui qui prend la décision finale de déterminer si le projet peut être exécuté et sous quelle forme. Dans certains cas, un projet peut être modifié, réduisant ainsi les effets nuisibles à l'environnement, dans d'autres cas, il peut être tout simplement abandonné.

## **2 - Impact d'étain sur les écosystèmes**

L'étain en tant qu'atome seul ou molécule n'est pas très toxique, la forme toxique est la forme organique de l'étain. Les composés organiques de l'étain peuvent rester dans l'environnement pendant de longues périodes. Ils sont très résistants et peu biodégradables. Les micro-organismes ont beaucoup de mal à décomposer les composés organiques de l'étain qui se sont accumulés dans les sols pendant des années. De ce fait, la concentration de ce type de composé ne cesse d'augmenter.

Ces composés peuvent se diffuser dans les étendues d'eau quand ils sont adsorbés sur des particules de boue. Ils sont connus pour provoquer beaucoup de mal à l'écosystème aquatique, car ils sont toxiques pour les Mycètes, les algues et le phytoplancton. Le phytoplancton est un lien très important dans l'écosystème aquatique, car il fournit l'oxygène aux autres organismes de l'eau. C'est aussi une partie importante de la chaîne alimentaire aquatique. Il y a beaucoup de types différents de composés organiques avec de l'étain et ils peuvent beaucoup varier en toxicité. Le tributylétain est le plus toxique pour les poissons et les Mycètes, tandis que le

triphénylétain est beaucoup plus toxique pour le phytoplancton. Les composés organiques avec de l'étain sont connus pour perturber la croissance, la reproduction, les systèmes enzymatiques, des organismes aquatiques. L'exposition a lieu en général dans la couche supérieure de l'eau, car c'est là que les composés organiques de l'étain s'accumulent. Les impacts défavorables de la conception et de la gestion de l'eau des sites miniers comprennent des niveaux élevés inacceptables de solides en suspension (résidus non filtrables) et solides dissous (résidus filtrables) dans les eaux de ruissellement.

## **II- Impacts environnementaux et mesures d'atténuation**

### **1 - Impact sur l'Occupation des Sols**

Pendant la phase de construction, l'aménagement des installations minières va modifier l'occupation des sols sur une zone couvrant 73.88 ha (2.3M de la zone de concession). Les installations seront construites sur des zones actuellement utilisées essentiellement pour le pâturage saisonnier (70,35 ha), une petite zone boisée de pins d'Alep (2.26 ha d'habitat modifié) et une petite zone boisée (1.27 ha) de chênes-lièges (habitat naturel), pendant la phase d'exploitation, il n'y aura pas d'autres impacts sur l'utilisation des sols. Les impacts environnementaux et socio-économiques relatifs à l'utilisation des sols sont respectivement analysés dans les sections ci-dessous sur la flore et l'environnement humain.

### **2 -Impact sur les ressources en eau**

Quatre risques d'impact sur les ressources en eau ont été identifiés :

- (i) réduction de la disponibilité des ressources en eau pour les populations locales en raison de l'extraction d'eau souterraine
- (ii) risque de contamination des ressources en eau du fait du rejet des eaux usées sanitaires, domestiques et industrielles
- (iii) risque de contamination des eaux souterraines par les lixiviats issus de l'installation de traitement des déchets.
- (iv) turbidité accrue dans les ruisseaux saisonniers.

Les moyens d'approvisionnement en eau de la mine seront établis en collaborations avec, et approuvés par l'agence hydraulique du Sebou (ABHS), il est prévu que la consommation annuelle en eau se situera autour de 500 000 mètres cubes , équivalent à environ 57 mètres cubes par heure .

Un bilan Hydraulique a été calculé qui a montré que bien que le bilan hydrique soit de nature cyclique, sur une base annuelle le bilan sera excédentaire. Il y aura cependant un déficit saisonnier pendant les mois d'été, quand il sera nécessaire d'obtenir l'eau d'appoint à partir de sources externes.

La région est caractérisée par l'absence d'aquifères sous-jacents continus et l'eau souterraine présente est recueillie par les failles de la configuration géologique sous-jacente.

L'approvisionnement en eau du projet se fera avec l'une ou la combinaison des solutions suivantes :

- (i) La collecte et le stockage du ruissellement pluvial pendant l'hiver
- (ii) L'extraction d'eau souterraine à partir de forages dans une zone située 4 à 5 km au Sud-est

Il est possible que l'extraction d'eau souterraine réduise la disponibilité en eau pour les populations locales qui utilisent les puits et les sources à proximité des zones susceptibles d'être utilisées pour les forages d'eau du projet. Ce risque est considéré comme étant faible parce que les détenteurs du projet minier s'efforceront d'extraire de l'eau à partir de structures isolées et non reliés aux structures peu profondes qui servent à l'approvisionnement local en eau.

Les forages du projet seront réalisés à une profondeur de 100 mètres ou plus, alors que la population utilise des puits qui ne dépassent pas les 15 mètres de profondeur, les détenteurs du projet minier mettra la sa disposition de la population locale l'eau extraite grâce a ses forages

Les eaux usées sanitaires et domestiques seront traitées dans une installation de traitement des eaux usées et pendant la phase de construction, les eaux usées traitées seront jetés via un drainage de lixiviation, conventionnel, ce pendant , cette solution ne sera utilisée qu'à court terme , et une fois que la mine sera mise en exploitation , les eaux usées traitées seront réutilisées dans l'unité de traitement des minerais . Ainsi, aucune eau usée ne sera rejetée dans l'environnement durant la phase de fonctionnement.

Le processus d'extraction du minerai est un processus physique impliquant des techniques de broyage, de meulage et de flottation. Il sera nécessaire d'utiliser des petites quantités de produits chimiques dans le processus de flottation. De l'eau est nécessaire pour le processus d'extraction, mais ce processus maximise le recyclage, donc aucune eau traitée ne sera rejetée dans le milieu naturel.

### **3 - Impact sur l'habitat naturel**

L'implantation des installations du projet a été conçue de manière à éviter les zones d'habitat naturel (forêt de chênes-lièges) on a été coupés cependant une zone de 1.27 ha de forêt de chênes-lièges et de 2.26 ha de pins d'Alep devra être déboisée tout le déboisement sera réalisé en collaboration et avec l'approbation préalable du haut-commissariat aux eaux et forêts et à la lutte contre la désertisation

### **4 - Impact sur la végétation**

Les installations liées au projet seront construites sur des terres qui sont actuellement utilisées pour le pâturage saisonnier des animaux et qui sont constituées de broussailles la plupart de l'année. Ces terres sont le type d'habitat qui est le moins sensible dans la concession il faut aussi noter que les forêts de chênes-lièges sont l'habitat naturel de la zone mais que la plupart des chênes ont été coupés par la population locale. La construction des installations aura donc un impact direct sur la végétation dans cette zone mais cette dernière présente une faible sensibilité environnementale

### **5 - Impact sur la faune**

La modification de l'occupation des sols résultant de la construction des installations et de l'élimination de certaines terres de pâturage/broussailles va impliquer une perte d'habitat pour une partie de la faune. La faune qui va être impactée par ce changement est constituée de mammifères présents dans ce type d'habitat c'est-à-dire de petits rongeurs, de lapins et de lièvres.

On prévoit que l'impact soit négligeable sur ces animaux car ils peuvent se déplacer vers d'autres zones similaires et proches. La perte d'habitat ne devrait pas avoir d'impact perceptible sur les oiseaux ou les reptiles. L'impact sera effectif durant les travaux et aucun impact supplémentaire n'est à prévoir durant l'exploitation de la mine.

## **6 - Impact sur la qualité de l'air**

La concession se situe dans une zone montagneuse éloignée de toute source majeure pollution de l'air. L'étude de l'état initial a évalué la qualité de l'air et a confirmé qu'il n'y a pas de signes de pollution dans l'air.

Durant les travaux de construction il y aura probablement de la poussière générée par les camions roulant sur la route accès, la quantité de poussière sera minimisée grâce à une régulation de la vitesse de circulation et si nécessaire l'arrosage périodique de tronçons sensibles de la route avec de l'eau et un abat-poussière de marque déposée approprié.

Dans le Cadre de l'étude d'état initial social, des mesures de concentration de poussière ont été réalisées à proximité des habitations situées le long de la route d'accès il s'avère que les concentrations de poussières sont bien inférieures aux valeurs seuil d'exposition aux particules indiquées dans la législation marocaine. Dans des conditions ambiantes et lorsque des véhicules passent le long de la route d'accès près des maisons. Cela indique que la poussière créée par l'augmentation de la circulation le long des routes ne devrait pas avoir d'impacts significatifs.

Les travaux de terrassement sur le site généreront des émissions de poussière localisées qui ne devraient pas représenter une gêne pour la population locale il faut noter que les travaux de terrassement auront lieu dans une vallée et que la région est caractérisée par une faible vitesse des vents en général la vitesse du vent est inférieure à 3 m par seconde ce qui correspond à force de 1 sur l'échelle de Beaufort (très légère brise ) les ménages à proximité du site seront déplacés mais les habitats les plus proches se trouvent à au moins 2Km du site de l'autre côté d'une petite crête .

Des émissions de gaz d'échappement résultant de la consommation de carburant se produiront mais elle ne devrait induire que des changements de la qualité de l'air localisés pendant la phase d'exploitation. Il continuera d'y avoir potentiellement des émissions de poussières liées à la circulation et ces émissions seront gérées de la même manière que pendant la phase de travaux.

Les émissions de gaz d'échappement résultant de la combustion de diesel ne devraient pas entraîner un changement perceptible de la qualité de l'air à l'extérieure de la concession. Par ailleurs l'utilisation de broyeurs et de concasseurs pourrait entraîner l'émission de poussières dans l'atmosphère. Ces installations seront capotées et équipées de dispositif d'abattage de la poussière.

## **7 - Impact sur le niveau du bruit ambiant**

Le niveau du bruit ambiant a été mesuré dans le cadre de l'étude d'état initial : un niveau de 42 décibels a été enregistré, ce qui correspond à un niveau normal pour un environnement de campagne.

Pendant les travaux de construction, le bruit sera généré par les machines de terrassement sur le site et la circulation des véhicules sur la route d'accès. Le bruit causé par la circulation peut être limité en instaurant une limite de vitesse près des fermes et des hameaux. Pendant l'exploitation de la mine, le bruit sera généré par divers types de machines et de véhicules sur le site de la mine mais ce bruit ne devrait pas être perceptible à plus de 2 ou 3 kilomètres du site, Le bruit généré par la circulation sur la route sera géré de la même manière que pendant la phase de construction mais, par rapport à la phase de construction, il y aura probablement une réduction du volume de la circulation. L'exploitation de la mine nécessitera l'utilisation d'explosifs, mais comme la mine est souterraine, toutes les explosions auront lieu sous terre et leur bruit ne sera pas perceptible à la surface.

## **8 - Gestion et sécurité de la population**

Les déchets générés pendant la phase de construction devraient comprendre des déchets verts issus du défrichage des déchets de construction inertes, des déchets non dangereux et de petites quantités de déchets dangereux tels que des huiles usagées, des batteries usagées, des chiffons huileux et des bennes vides. Les déchets générés pendant la phase d'exploitation devraient inclure des déchets non dangereux (déchets alimentaires et emballages, déchets de bureaux) et une petite quantité de déchets dangereux comme pour la phase de construction. Tous les déchets seront gérés par un sous-traitant local d'évacuation des déchets certifié.

## **9 - Impacts socio-économiques positifs**

Le Projet devrait contribuer à l'amélioration des conditions générales de vie et de santé des populations locales, les impacts sociaux positifs comprennent :

- Création d'emplois directs : les activités de construction auront un impact direct sur l'emploi. En effet, il est prévu qu'environ 230 travailleurs marocains qualifiés et 114 travailleurs marocains non qualifiés soit employés sur le site ; soit un total de 344 personnes.

- Pendant la phase d'exploitation il est prévu qu'environ 215 travailleurs marocains qualifiés et 75 travailleurs marocains non qualifiés soient employés sur le site, soit un total de 290 personnes. il est important de souligner que ce chiffre a été estimé lors de l'étude de faisabilité et peut éventuellement changer au fur et à mesure de l'avancement du projet
- Paiement d'un loyer pour l'utilisation des terres collectives dont la valeur ne variera pas avec la qualité du pâturage et le rendement des cultures ce loyer devrait contribuer à compenser les mauvais rendements,
- Aujourd'hui les jeunes ont tendance à quitter leurs districts pour aller chercher du travail ailleurs. La création d'emplois liés à la mine pourrait réduire cet exode et ainsi créer un impact positif sur la structure sociale et les familles dans les districts situés a proximité de la mine.
- Les entreprises et les populations locales auront l'opportunité de proposer différents types de services. On estime à ce stade que les contrats avec des entreprises et populations locales représenteront entre 25 et 35 millions de dirhams par an.
- Pendant la phase de construction, certaines sections de la route d'accès à la mine seront maintenues. Cette action sera bénéfique pour les populations locales utilisant la route,
- Un service de bus sera mis à disposition des travailleurs devant faire l'aller-retour vers le site depuis Meknès et d'autres villages, Les populations locales ayant des besoins spécifiques et habitant dans la concession pourront bénéficier du service de bus et ainsi se rendre dans les villages à proximité ou à Meknès.
- La mine comprendra une clinique, mise à disposition des travailleurs. Les populations se trouvant à proximité pourront bénéficier des soins prodigués à la clinique en cas d'événements ou d'accidents nécessitant des soins immédiats. La mine peut également assurer le transport de blessés ou de personnes malades vers la clinique située à proximité.
- Pour les besoins du Projet, de nouveaux forages seront créés pour permettre l'alimentation en eau de la mine La population accédera a l'eau plus facilement, et ce grâce à la mise a disposition de réservoirs où elle pourra tirer l'eau, et à l'installation d'abreuvoirs pour les animaux.

# Conclusion

On ne peut parler de nos jours, d'une exploitation minière sans un impact sur l'environnement, dans le cas de notre travail, qui a été fait sur la mine d'Achmmach située à à environ 15 km à vol d'oiseau au sud-ouest d'Agourâf et qui a été réalisée pour l'exploitation d'étain, on a pu relever les importants impacts que peut avoir une telle exploitation sur l'environnement biologique, géologique et social ainsi qu'économique. Ces impacts sont :

- 1-Impact sur l'Occupation des Sols
- 2-Impact sur les ressources en eaux
- 3-Impact sur la végétation
- 4-Impact sur la faune
- 5-Impact sur la qualité de l'air
- 6-Impact sur le niveau du bruit ambiant
- 7-Gestion et sécurité de la population
- 8-Impacts socio-économiques positifs

Vu que l'exécution n'a pas encore pris fin (elle a commencé en année 2014 et prendra fin à l'année 2016), on ne peut pas estimer exactement les dégâts qui peuvent contaminer la région donc ces résultats estimés par "Kasbah Ressources" restent jusqu'à présent proportionnels

## **Bibliographie :**

-Article Pr Boushaba, 2014.

-Etude d'impact environnemental et social : Projet de Kasbah Ressources sur la région achmmach El Hajeb,2014.

-Guide du processus d'approbation des activités minières, au Nouveau-Brunswick.

-Mémoire sur l'étude d'impact environnementale de la mine d'Imiter (comparaison avec la mine D'Achmmach).

-rapport de l'agence hydraulique du bassin de Sebou P 7 8 9 10