

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
سكيكدة - 1955 أوت 20 جامعة
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et environnement

Option: Protection des écosystèmes

Intitulé

**Contribution à l'étude d'impact environnemental de
l'exploitation minière d'une carrière à ciel ouvert (carrière de
Marbre de Fil-fila).**

**Présenter par : Saad Guermeche Alia, Saad Djaballah Yasmine , Salmi
Rimah, Niat Hadjer.**

Membre de jury :

Sakhraoui. N	MCB	Présidente	Université 20 Août 1955- SKIKDA
Boudries. A	MCB	Directrice du mémoire	Université 20 Août 1955- SKIKDA
Nouasria. J	MCB	Examinatrice	Université 20 Août 1955- SKIKDA

Année universitaire 2021/2022

Remerciement

Nous remercions tous d'abord Allah tous puissant qui nous a donné la santé, le courage et la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

*Nos vifs remerciements s'adressent tout d'abord à notre promotrice : **Mme.***

***BOUDRIES Amel**, pour l'honneur qu'elle nous a fait de nous encadrer, pour ses orientations, remarques et corrections qui ont permis l'élaboration de ce travail.*

*Nous exprimons toute notre gratitude à, **Mme .Sakhraoui** d'avoir acceptée de présidé le jury et de juger notre travail et pour les conseils qu'elle nous a*

Donnés durant toutes ces années. Pour sa participation à notre formation.

*Nous exprimons nos remerciements et notre profonde gratitude à **Mme. Nouasria** d'avoir accepté d'être parmi le jury et d'examinée notre travail.*

A tous les enseignants du département de science de la nature et de la vie et

Spécialement les enseignants de l'écologie et l'environnement, université 20Aôut 1955 SKIKDA, qui ont contribués à notre formation dès notre première année à ce Jours.

Enfin, nous voudrions remercier nos camarades de promotion du Master protection des écosystèmes promotion 2021/2022, pour leur bonne humeur permanente et le soutien qu'ils nous ont a apporté.

Et tous ceux qui ont d'une manière ou d'une autre participé à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Dieu tout puissant merci d'être toujours auprès de moi.

Je dédie ce travail à ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui

A mon très cher père

Pour être le bon exemple de père par son soutien, ses encouragements et aides dès mes premiers pas d'études jusqu'à ce jour.

AU meilleur de toutes les mères

Qui m'a soutenu durant toute ma vie, qui m'a aidé durant mes années d'études, qui m'a appris à aimer le travail et le bon comportement, pour son amour infini et sa bienveillance jour et nuit.

A ma chère est unique sœur KAWTHER merci d'être toujours à mes coté à me soutenir et m'encourager.

A la mémoire de ma chère grand-mère.

A Toutes les membres de ma famille.

Ainsi que mes chère amies et collègues Rimeh, Yasmine, hadjer, et tout particulièrement ZAHRA ET MANEL.

A mon professeur encadrent Mme : Boudries Amel pour ses précieux conseils tout au long de l'élaboration de ce travail de fin d'étude qui n'aurais jamais vu le jour sans son aide.

A Tous ceux que j'aime.

ALIA .S.G.

Dédicace

Je remercie tous d'abord Allah qui ma donné la santé, la puissant, le courage, et la patience pour réaliser ce travaille.

Je dédie ce travail :

A mon exemple, mon grand père` Omar`, qui je suis fier d'être sa petite fille

A la reine de la famille `maman Salouh` qui attendait ce jour avec impatience

A ma mère, pour son amour, ses encouragements et ses sacrifices qui attend les fruits de sa bonne éducation

A mon père pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'accordé

A mes frères` MOHAMED`, ` YASSINE` et` TAHA`

A mes adorables` NESRINE` et `CHAIMA`

A mes chaires `MINA`, `CHAHRA`

A mes oncles qui m'encourager toujours

A ma chère cousine `NOUR`

A Ma chaire amie `ALYA`

Enfin, a toute ma famille `SAAD DJABALLAH` et `GUERFT`

Dédicace

A l'aide de Dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai

Pu réaliser ce travail, que je dédie:

A celle qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, à toi chère maman «Nadjet», l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Toutes mes joies, mon amour et ma reconnaissance Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

*A la mémoire de mon cher père «Aissa», qui reste toujours dans mon cœur et
Ma mémoire, tes conseils ton amour me suit et m'encourage toujours.*

A mes chères sœurs «Rawia», «Maram», «Oulfa», son mari et ma petite adorable «Dania Layane ». Pour leur soutien et encouragement et leur amour.

A toute la famille «Salmi» et la famille «Medjadoub ».

*A mes Chères amies « Alia», «Yasmine », «Hadjer» que j'estime beaucoup et
Ces familles.*

A mes très chères amies «Amira», «Ryem», «Souha » qui m'ont partagé les plus beaux moments et souvenirs et que j'aime beaucoup.

A tous ceux qui me sont chers, et qui trouvent leurs places dans mon Cœur.

Rimeh

Dédicace

Avant tout, je remercie Dieu le tout puissant qui m'a donné l'envie et la force pour mener à terme ce travail.

Je dédie ce travail de fin d'étude à ma famille au sens large et à tout mon entourage mais tout particulièrement

A

Ma mère et mon père, pour leur patience, conseils, aident et aussi de m'encourager à la réalisation de ce modeste travail.

Mon oncle Hocine et sa femme Wahiba

Mon mari OMAR BOUATIT

Mes sœurs ; Soumia, Fatima Zohra, Zeineb, Oumaima

Mes frères ; Fares, Abd Enour

Mon amie intime Besma

Mes amies ; Meriem, Hadjer, Hala Djoumana, Narimen, que nous avons adoptées un bon moment certains événements.

Pleins de bonheur et joie et je ne pas oublier les bons souvenirs dans les 5 années que n'oublierai pas.

HADJER

Résumé

Le secteur minier joue un rôle majeur dans l'économie et le développement de plusieurs communautés. Cependant, l'exploitation minière elle influence négativement sur l'environnement.

La carrière de marbre de Filfila est située au niveau de Djebel Filfila à 25km à l'Est de Skikda. elle est considérée comme le gisement le plus actif du pays, compte tenu de sa potentialité en marbre et sa position géographique. Le marbre de Filfila est classé le meilleur en l'Afrique.

La présente étude s'inscrit dans une démarche d'appréciation et d'analyse des impacts possibles de l'exploitation de la carrière de marbre de Filfila sur l'environnement et de chercher des solutions pour atténuer ses impacts.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que les travaux de la carrière affectent, l'air, le sol, l'eau, la faune, la flore et la santé humaine.

Mots clés : Carrière, Marbre, Impacts, Environnement, Filfila, Skikda.

المخلص.

يؤدي قطاع المناجم دورا رئيسيا في اقتصاد وتنمية العديد من المجتمعات المحلية. ومع ذلك، فان له تأثير سلبي على البيئة. يقع مقلع فلفله الرخامي على مستوى جبل فلفله على بعد 25 كيلومترا شرق سكيكدة، وأكثر الرواسب نشاطا في البلاد، نظرا لإمكاناته الرخامية وموقعه الجغرافي. يحتل رخام فلفله المرتبة الأفضل في إفريقيا.

هذه الدراسة هي جزء من نهج لتقييم وتحليل الآثار المحتملة لاستغلال محجر رخام فلفله على البيئة والبحث عن حلول للتخفيف من آثاره.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة إن عمل المحاجر يؤثر على الهواء والتربة و الماء و الحيوانات و النباتات وصحة الإنسان.

الكلمات الرئيسية: محجر، رخام، تأثيرات ، بيئة، فلفله، سكيكدة .

Abstract

The mining sector plays a major role in the economy and development of many communities. However, mining has a negative impact on the environment.

The Filfila marble quarry is located at the level of Djebel Filfila 25km east of Skikda , it is considered the most active deposit in the country, given its marble potential and its geographical position. the marble of Filfila is ranked the best in Africa

This study is part of an approach to assess and analyze the possible impacts of the exploitation of the Filfila marble quarry on the environment and to seek solutions to mitigate its impacts.

The results obtained in this study show that quarry work affects air, soil, water, fauna, flora and human health.

Keywords: Quarry, Marble, Impacts, Environment, Filfila, Skikda.

Table Des Matière

Table des Matières

Remercîment

Dédicaces

ملخصI

Resume II

AbstcatIII

Table Des Matière IV

Liste Des tableaux V

Liste des figures VI

liste des abréaviation VII

Introduction Générale 1

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I.GENERALITE 2

I.1.Généralité sur le marbre 2

I.1.1 défiition du marbre 2

I.1.2 differents gisements en algérie 2

I.1.3 Les différentes utilisations de marbre 3

I.2 Généralité sur l'exploitation minière et ses impacts sur l'environnement 3

I.2.1 Définition de l'exploitation minière 3

I.2.2 Les étapes de l'exploitation minière 3

I.2.3. les impacts de l'exploitation minière sur l'environnement 5

CHAPITRE II : Matériels et méthode

I. cadre géographique de la région de Fil-fila	8
I.1. la situation géographique	8
I.2. le climat	8
I.3. le réseau hydrologique	9
I.4. la végétation et le relief	10
I.5. la biodiversité	10
I.6 la population et activités économique	11
II. Géologie de gisement	11
II.1. Structure géologique du gisement	11
II.2. Genèse du gisement	11
III. Méthode d'exploitation de la carrière	12
IV. Démarche d'étude	16
IV.1. Les travaux de terrain	16
IV.1.1 Les techniques de prélèvement des échantillons	17
IV.2.1. le protocole d'analyse	18
a) L'analyse Physico-chimique	18
b) L'analyse bactériologique	24

CHAPITRE III : Résultats et discussion

I. Les impacts des activités de la carrière sur l'environnement	30
I.1 Impact sur le milieu physique	30
I.2. Impact sur le milieu biologique	55
I.3. Impact sur le milieu humain	55
II. Mesures D'atténuation des impacts	56
II.1. Sur les eaux	56
II.2. Sur les sols	56
II.3. Sur l'air	56
II.4. Sécurité et hygiène	57
CONCLUSION GENERALE	58
BIBLIOGRAPHIE	59

Liste Des Tableaux

Liste Des Tableaux

Tableau (1) : résultats obtenus des analyses physico-chimique	30
Tableau(2) : résultat du test de présumptif d'eau de carrière	48
Tableau(3) : résultat du test de présumptif d'eau de source	48
Tableau(4) : résultat du test de confirmatif d'eau de carrière	49
Tableau(5) : résultat du test de confirmation d'eau de source	51

Liste Des figures

Liste Des figures

Figure	Les titres	page
01	Carte de situation du massif de Fil-fila	08
02	Le réseau hydrographique de la région de fil-fila	09
03	Position des deux massifs granitique dans le gisement de Fil-fila	12
04	Les gradins d'exploitation dans la carrière de Fil-fila	12
05	Le marteau pneumatique	13
06	La haveuse	13
07	Le fil diamanté	14
08	La machine diamantée lors de travaille	14
09	La préparation du matelas	14
10	Abattage de la masse	14
11	Traçage masse	15
12	Débitage des masses	15
13	Le transport des blocs vers le milieu du traitement	16
14	Localisation des sites de prélèvements des échantillons	17
15	Technique d'échantillonnage	18
16	Le thermomètre	19
17	Conductimètre	19
18	PH mètre	20
19	Dosage de la matière en suspension	24
20	Bouillon BCPL (S/C)	25
21	Bouillon BCPL (D/C)	25
22	Milieu Schubert	26
23	Kovacs	26
24	Bouillon Rothe (S/C)	27
25	Bouillon Rothe (D/C)	27
26	Milieu Eva litsky	28
27	Tableau NPP	29
28	Vidange des huiles des engins	30
29	Résultats de la température (eau de la carrière)	32
30	Résultats du PH (eau de carrière)	33
31	Résultats de la conductivité (eau de carrière)	33
32	Résultats du chlorure (eau de carrière)	34
33	Résultats de magnésium (eau de carrière)	34
34	Résultats du résidu sec (eau de carrière)	35
35	Les résultats des hydrocarbures (eau de carrière)	35
36	Les résultats du calcaire (eau de carrière)	36
37	Les résultats du plomb (eau de carrière)	37
38	Les résultats du zinc (eau de carrière)	37
39	Les résultats du cuivre (eau de carrière)	38
40	Les résultats de l'ammonium (eau de carrière)	38
41	Les résultats du sulfate (eau de carrière)	39
42	Les résultats de la dureté totale (eau de carrière)	39

43	Les résultats de l'alcalinité (eau de carrière)	40
44	Les résultats du nitrate (eau de carrière)	40
45	Les résultats du nitrite (eau de carrière)	41
46	Les résultats du TDS (eau de carrière)	41
47	Les résultats de la température (eau de source)	42
48	Les résultats du Ph (eau de source)	42
49	Les résultats de la conductivité (eau de source)	43
50	Les résultats du chlorure (eau de source)	43
51	Les résultats du magnésium (eau de source)	43
52	Les résultats du calcium (eau de source)	44
53	Les résultats du résidu sec (eau de source)	44
54	Les résultats du sulfate (eau de source)	45
55	Les résultats de l'alcalinité (eau de source)	45
56	Les résultats du nitrate (eau de source)	46
57	Les résultats du nitrite (eau de source)	46
58	Les résultats de l'ammonium (eau de source)	47
59	Les résultats de cuivres (eau de source)	47
60	Les résultats du zinc (eau de source)	47
61	Les résultats du plomb (eau de source)	48
62	Les résultats des hydrocarbures (eau de source)	48
63	Le tassement des sols	53
64	Érosion des sols	53
65	Foration des trous	54
66	Le déplacement des engins	54
67	Station de concassage	54
68	Stock des produits fins	54
69	Chute des blocks extraits	54
70	L'impact des poussières sur la flore	55

Liste Des Abréviations

Liste Des Abréviations

N-W	Nord-ouest
BAIONI	Blooming Admirable imagine open hearted neoteny innovative
ALGRAN	Société algérienne des granulats
PH	Potentiel d'hydrogène
DMS	Diagnostic Médical System
SONATRO	Société nationale des travaux routiers
SOTRAMEST	Société nationale des travaux maritimes de l'Est
ENAMARBRE	Entreprise national de marbre
M.D	Machine Diamanté
UTEDESALADORA SKIKDA	Station de dessalement de Skikda
EDTA	Acide éthylène diamine tétra acétique
EBT	Electronic benefits transfer
NPP	Nombre le plus probable
BCPL	Bouillon lactose pourpre de bromocrésol
S/C	Simple concentration
D/C	Double concentration
ROTHER	Bouillon à l'acide de sodium
TDS	Solides dissous totaux

INTRODUCTION
GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

L'exploitation minière représente une activité économique très importante au niveau mondial. L'augmentation de la population mondiale et l'importance accrue du système capitaliste, sur lequel reposent les bases de la plupart des sociétés d'aujourd'hui, et en conséquence le développement économique et technologique global, font en sorte que nos besoins en minéraux et métaux ne cessent de s'accroître. Par conséquent, l'activité minière demeure une composante essentielle de l'économie de divers pays. L'exploitation d'une ressource minérale, comme celle de toutes ressources naturelles, comportent de nombreux risques pour l'environnement, lorsqu'elle n'est pas accompagnée par une étude sur l'impact environnemental. C'est pour cela qu'il faut chercher un moyen d'équilibre entre le besoin de la production tout en assurons la préservation de l'environnement.

La présente étude a pour objectif l'évaluation des effets de la carrière de marbre de Fil-fila sur le milieu environnant. A cet effet nous avons effectué des sorties sur terrain durant lesquelles, nous avons rassemblé les informations nécessaires sur la carrière, nous avons aussi effectué des prélèvements des échantillons d'eau afin de voir le risque de contamination des eaux existantes.

Notre mémoire est structuré en trois grands chapitres, qui sont les suivants :

- le premier chapitre comprend des généralités sur le marbre, ensuite nous avons réalisé une synthèse bibliographique sur les étapes de l'exploitation minière et son impact sur l'environnement.
- le deuxième chapitre matériels et méthodes qui comporte une description du cadre géographique de la région de Fil-fila, la présentation de la carrière, les méthodes et les étapes d'extraction du marbre dans la carrière, ainsi que les protocoles d'analyses physico-chimique et bactériologiques.
- Le troisième chapitre résultats et discussion comprend une présentation et interprétation des résultats obtenue, sur les impacts de l'exploitation de la carrière de Fil-fila sur l'environnement ainsi que des suggestions des mesures d'atténuation de ces impacts.

On a clôturée notre mémoire par une conclusion générale.

***Chapitre 1 : Synthèse
bibliographique***

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

I.GENERALITE

I.1. Généralité sur le marbre

I.1.1. Définition du marbre

Un marbre est un calcaire ayant subi un faible métamorphisme qui a entraîné une recristallisation plus ou moins complète des minéraux notamment la calcite. La densité d'un marbre est élevée (en moyenne 2,7). Cette roche est parmi les plus résistantes. Leur charge de rupture est de 1,2 à 1,5 t/cm. Les marbres existent dans une grande diversité de coloris. Les variations de couleurs dans le marbre sont fonction des proportions de substances organiques et minérales présentes dans les calcaires initiaux : un calcaire blanc peut naturellement donner naissance à un marbre blanc non veiné. Si le calcaire d'origine comporte des éléments constitutifs foncés, ceux-ci se retrouvent dans le marbre, par exemple sous la forme de veines foncées ou d'une teinte nuageuse.

En effet, les intercalations argileuses, organiques, les minéraux détritiques ou les oxydes minéraux présents dans le carbonate originel donnent alors au marbre des colorations diverses et veinages polychromes du plus grand effet esthétique.

Pour l'industrie de la pierre, le terme marbre désigne toutes les roches de dureté comparables aux calcaires susceptibles de prendre un beau poli. C'est ainsi qu'en plus des marbres au sens pétrographique strict, le terme englobe aussi des calcaires et dolomies cristallines, les serpentines, les onyx, les travertins ainsi que certaines roches vertes (roches ignées basiques métamorphisées) utilisées en décoration. (Henri-Louis, 1990).

I.1.2. Différents gisements en Algérie

L'Algérie possède plusieurs gisements de marbre dont les plus importants sont :

- Gisement de Filfila (Skikda, Nord-est algérien) : marbre blanc de grande qualité avec des réserves de 6 Millions de m³, c'est le gisement qui est en grande activité.
- Gisement de Kristel (Oran, N-W Algérien) : marbre rouge, jaune et rose (7 millions de m³).
- D'autres gisements peuvent être cités : Amal, Guendou, Honain et Aïn Defla. (Bououden, 2014).

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

I.1.3. Les différentes utilisations de marbre

Le marbre est très utilisé en construction, en décoration ou en sculpture. On peut s'en servir comme dessus de comptoirs pour la salle de bains, mais n'est pas recommandé comme surface de comptoirs pour la cuisine car il est très poreux, et le contact avec certaines substances alimentaires provoquant sa détérioration. L'utilisation du marbre comme matériel décoratif a été vue pour les premières fois dans la construction intérieure des églises.

Le marbre est aussi massivement utilisé pour la fabrication du dentifrice, certaines variétés des marbres sont utilisées dans la construction, la décoration intérieure et la création d'ornement, tel que les pieds de la lampe, les plateaux de table ou les parures de bureaux.

Finalement, On peut dire que le marbre est l'une des substances utiles les plus courantes et les plus utilisables dans plusieurs domaines (architecture, sculpture...). (Monneaux,2021).

I.2. Généralité sur l'exploitation minière et ses impacts sur l'environnement

I.2.1. Définition de l'exploitation minière

L'exploitation minière est l'ensemble des activités socioéconomiques qui sont menées pour obtenir/extraire des ressources d'une mine (un dépôt de minéraux). C'est une activité qui peut générer de graves problèmes environnementaux et de santé aux employés. Les mineurs souffrent souvent de problèmes respiratoires causés par l'inhalation constante des poussières de la fumée ou par le contact avec des substances toxiques. Les activités de l'exploitation minière peuvent être divisées en deux types majeurs : les mines à ciel ouvert ou les mines souterraines.

- Dans les mines à ciel ouvert, l'extraction est effectuée avec de grandes machines sur la surface du sol.
- Dans les mines souterraines, cependant, le travail est effectué sous la surface, lequel est essentiellement manuel étant donné que les grosses machines ne peuvent pas entrer dans les tunnels. (Coulibaly, 2013).

I.2.2. Les étapes de l'exploitation minière

Les étapes de l'exploitation sont nombreuses et cohérentes, elles sont entre autres :

- **Le décapage du sol :** Il s'agit des opérations de destruction du couvert végétal et de toute l'épaisseur d'altérite qui recouvre la roche. Ces travaux sont réalisés à l'aide de la pelle

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

mécanique et les matériaux creusés sont transportés par des camions dumpers vers un point de dépôt prévu à cet effet au sein de la carrière.

- **La forassion :** Elle consiste à percer les trous verticaux d'environ 10 cm de diamètre dans la roche selon un écartement (la "maille") bien déterminé, une moyenne de cent trous d'une profondeur variant entre 10 m et 14 m de profondeur et 10 cm de diamètre sont creusés en moyenne deux fois par semaine selon un plan de forassions précis.
- **Le minage :** Les trous de forassions sont remplis d'explosifs. L'explosion successive des trous fragmente grossièrement (< 800 mm) la roche et l'abat. Ces explosifs sont constitués de différents produits notamment la dynamite, le nitrate et des détonateurs électriques. Il s'agit des éléments, dont la nature et la puissance sont adaptées à l'opération et donc disposés suivant une logique bien précise. Au fond du trou, est placé le détonateur, à 6m on place le nitrate d'ammonium, puis, au centre de la dynamite, on connecte des détonateurs électriques réglés à l'aide des micros-retards. Au sommet, on constitue le bourrage avec la terre précédemment creusée. A l'aide d'un déclencheur, on procède au tir de mines. Cette période est suivie d'un dégagement de gaz assez important qui vont s'engouffrer dans les fissures et abattre la roche par effondrement des fragments. Ce processus est répété en tir mineur sur les fragments de roches trop grosses jusqu'à l'obtention des plus petites dimensions appelées moellon.
- **Le scalpage :** Optionnel, les matériaux avancent sur des rails écartés d'environ 200 mm Les plus petits passent à travers. Les matériaux fins sont souvent impropres aux usages nobles des granulats. , le scalpage les élimine à l'exemple des argiles.
- **Le concassage :**
 - **Concassage primaire :** les matériaux grossiers sont cassés par une action mécanique directe, par exemple la fermeture de deux mâchoires verticales ou la projection violente sur un écran métallique. On cherche généralement à obtenir des matériaux allant de 0 à 250 mm
 - **Le criblage :** le criblage primaire : à l'issue du concassage primaire, les matériaux sont envoyés par des convoyeurs à bande sur une série de grilles vibrantes. La taille des trous dans les grilles 101 permet de trier les matériaux. Ceux suffisamment petits pour être commercialisés sont mis en stock,
 - **Mise en pré-stock:** optionnelle, la mise en stock et la reprise des autres partent vers le broyage secondaire. Les matériaux destinés à un traitement ultérieur permettent de donner une

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

souplesse de fonctionnement à l'usine. La partie primaire peut ainsi fonctionner séparément du reste de l'installation.

- **Le broyage secondaire** : Les matériaux trop gros sont cassés par une action mécanique souvent indirecte utilisant l'attrition. Les broyeurs coniques verticaux giratoires sont courants. On cherche alors à réduire la taille des plus gros à 50 mm
- **Criblage secondaire** : même principe que précédemment, mais les matériaux trop gros repassent dans le broyeur secondaire, les autres partent soit vers le broyage tertiaire, soit vers les stocks commercialisables. Dans le Broyage tertiaire : on cherche à obtenir des matériaux inférieurs à 14 mm de diamètre.

- **Criblage tertiaire** : Plusieurs cribles en séries finissent de séparer les granulats en "coupures" de plus en plus fines. (revue Espace géographique et société Marocaine, 2022).

- **Le transport a bande** : Le transport des produits fragmentés à l'aide des convoyeurs à bandes ou bandes transporteuses assure de grandes débits d'une façon continue.

L'état vétuste de la station, ne nous permette pas de réaliser les objectifs assignés, elle nécessite la rénovation de certains organes. Pour assurer la production de 100000 tonnes prévue en (2014), en prévoit la mise en service de la station BAIONI récupérée d'ALGRAN.

- **Stockage du produit** : Les produits obtenus (poudre, poussière, granulats) sont stockés soit dans des sacs ou silos ou soit sous forme de tas à l'aire libre. (Bououden, 2014).

I.2.3. Les impacts de l'exploitation minière sur l'environnement

L'exploitation minière est en pleine explosion au niveau des pays africains. Cette exploitation se fait de façon industrielle et artisanale. À tous les niveaux, les effets sur l'environnement sont perceptibles. Ces exploitations présentent des risques sur l'environnement et sur la société. L'exploitation minière a des effets néfastes sur l'environnement en provoquant une perte de biodiversité, l'érosion des sols et la contamination des eaux de surface, des eaux souterraines et des sols.

Les fuites de produits chimiques des sites miniers peuvent également avoir des effets néfastes sur la santé de la population vivant sur le site minier ou aux alentours. Dans certains pays, les compagnies minières sont censées adhérer à des codes de réhabilitation et d'environnement pour garantir que la zone exploitée soit finalement transformée dans son état d'origine. Toutefois, les

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

violations de ces règles sont assez courantes. Les activités minières peuvent nuire à l'environnement de plusieurs façons :

- **Pollution de l'air :** La qualité de l'air est affectée par les opérations minières. Des matériaux non raffinés sont libérés lorsque des gisements de minéraux sont exposés à la surface par l'exploitation minière. L'érosion éolienne et la circulation automobile à proximité font que ces matériaux s'envolent. Le plomb, l'arsenic, le cadmium et d'autres éléments toxiques sont souvent présents dans ces particules. Ces polluants peuvent nuire à la santé des personnes vivant à proximité du site minier. Des maladies du système respiratoire et des allergies peuvent être déclenchées par l'inhalation de ces particules en suspension dans l'air.
- **Pollution de l'eau :** L'exploitation minière entraîne également une pollution de l'eau qui comprend la contamination par les métaux, l'augmentation des niveaux de sédiments dans les cours d'eau et le drainage minier acide. L'eau peut être souillée par des polluants rejetés par les usines de traitement, les bassins de décantation, les mines souterraines, les zones de dépôt de déchets, les routes de surface ou de transport actives ou abandonnées. Les eaux usées sont les principales sources de pollution de l'eau. Les sédiments libérés par l'érosion du sol provoquent l'envasement ou l'étouffement des lits de cours d'eau. Elle a des répercussions négatives sur l'irrigation, la natation, la pêche, l'approvisionnement en eau domestique et d'autres activités qui dépendent de ces masses d'eau. De fortes concentrations de produits chimiques toxiques dans les masses d'eau constituent une menace pour la survie de la flore et de la faune aquatique et des espèces terrestres qui en dépend pour leur alimentation. L'eau acide libérée par les mines de métaux ou de charbon s'écoule également dans les eaux de surface ou s'infiltré sous terre pour acidifier les eaux souterraines. La perte du pH normal de l'eau, un des effets néfastes de l'industrie minière, peut avoir des effets désastreux sur la vie que cette eau peut entretenir.
- **Domages à la terre :** La création de taches dans le paysage, comme les fosses à ciel ouvert et les amas de stériles, due à l'exploitation minière peut entraîner la destruction physique des terres du site minier. De telles perturbations peuvent contribuer à la détérioration de la flore et de la faune de la région. Il est également fort possible que de nombreux éléments de surface qui étaient présents avant les activités minières ne puissent être remplacés après la fin du processus. L'enlèvement des couches de sol et le creusement

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

souterrain profond peuvent déstabiliser le sol, ce qui menace l'avenir des routes et des bâtiments dans la région.

➤ **Perte de la biodiversité** : Souvent, les pires effets des activités minières sont observés après la fin du processus d'extraction. La destruction ou la modification drastique du paysage pré-mine peut avoir un impact catastrophique sur la biodiversité de cette zone. L'exploitation minière entraîne une perte massive d'habitat pour une diversité de flore et de faune allant des micro-organismes du sol aux grands mammifères. Les espèces endémiques sont les plus gravement touchées par les effets néfastes de l'industrie minière, car la moindre perturbation de leur habitat peut entraîner leur extinction ou les exposer à un risque élevé d'extinction. Les toxines libérées par l'exploitation minière peuvent anéantir des populations entières d'espèces sensibles. Dans l'historique environnemental d'un site minier, on peut distinguer deux principales phases inter reliées, soit la phase opérationnelle et la phase post-fermeture. Durant la phase opérationnelle, les principales préoccupations environnementales sont associées à la stabilité des ouvrages et au respect des normes environnementales. (Anonyme).

○ **La phase opérationnelle** : Durant l'opération d'une mine, on retrouve différentes sources de contaminants pouvant affecter l'environnement. Dans certaines situations, des contaminants atmosphériques peuvent être générés. Les rejets solides produits directement du processus d'extraction des minéraux économiques ou du métal précieux peuvent être également une source de contamination importante pour l'eau et les sols. Les rejets liquides sont une autre source de préoccupation lorsque l'on aborde la problématique environnementale liée à la phase de l'opération de la mine. Enfin, on retrouve divers types de déchets de toutes sortes (vieux équipements électriques et mécaniques, lubrifiants, produits chimiques, etc). Tous ces rejets doivent être gérés adéquatement, en minimisant leur volume, leur degré d'exposition et leur impact

○ **La phase de fermeture** : À la fin de la vie d'une mine, il est nécessaire de restaurer le site où s'est déroulé l'ensemble des opérations. Le problème de la génération d'acide provenant de rejets miniers est considéré actuellement comme le principal problème environnemental relié à la fermeture et la restauration de sites dans plusieurs pays du globe.

La responsabilité environnementale d'une exploitation minière ne s'arrête pas à la fin de la période d'exploitation. Elle demeure bien présente après la fermeture du site. À la fin de la vie de la mine, il faut remettre le site en bon état en procédant au démantèlement des infrastructures et à la restauration des aires d'entreposage (Aubertin et al, 2002).

***Chapitre 2 : Matériels et
méthode***

I. Cadre géographique de la région de Filfila

I.1. La situation géographique

La région de Filfila se localise dans le Nord-est Algérien ; se trouve a 25km a l'Est de Skikda et a 530km a l'Est d'Alger (Fig.1) ; elle fait partie du domaine interne de la chaîne Alpine d'Algérie Nord-Orientale ; elle appartient au massif de la petite Kabylie ; le massif est reconnu par son gisement qui est limité à l'Ouest par la plaine de Skikda–Larbi ben Mhidi ; qui vient se terminer au village des Platanes ; donnant suite au Massif de Filfila au sens strict ; à l'Est par la vaste plaine de Sanhadja et au Nord par la mer Méditerrané et enfin au Sud par le massif d'El-Alia. Les coordonnées géographiques du djebel Fil-fila sont 36° ; $53'35''N$ et $7^{\circ}5'52''E$ (en DMS). (Bououden, 2014).

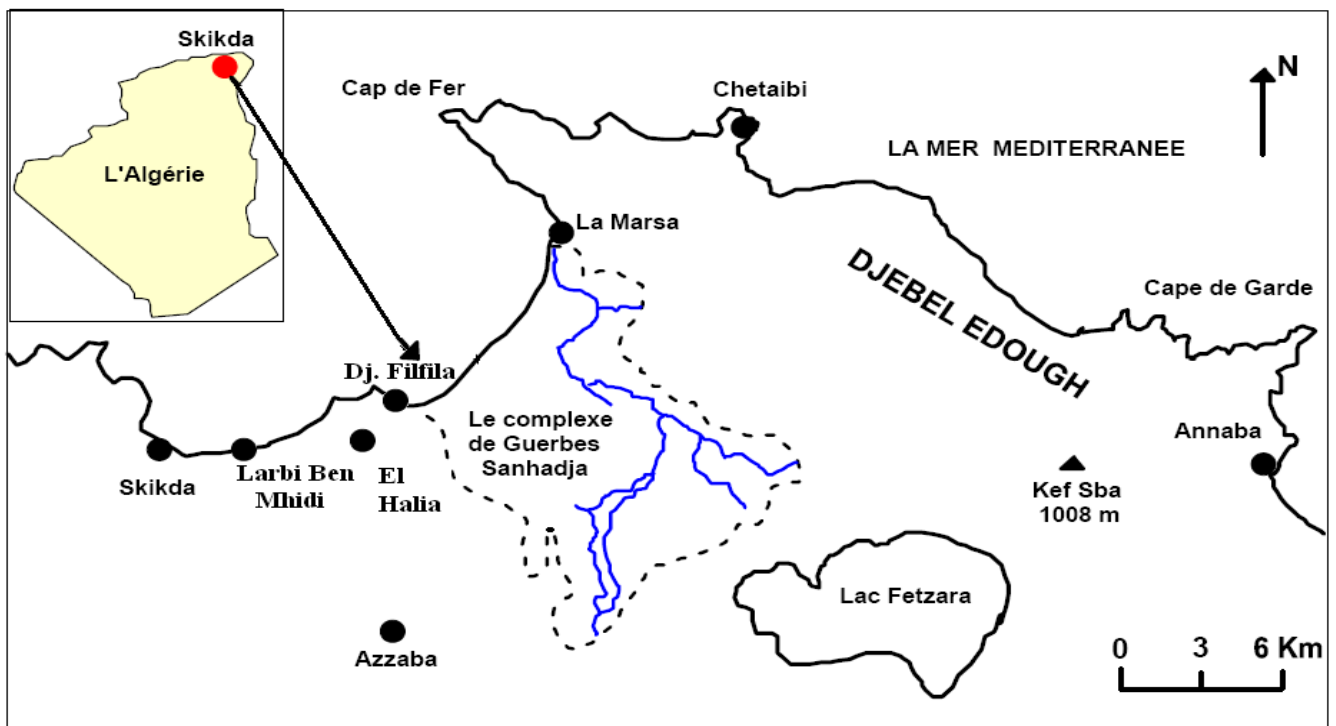


Figure 1. Carte de situation du massif de Filfila (Toubal et al, 2014).

I. 2. Le climat

Le climat de la région du Filfila est typiquement méditerranéen (type de climat tempéré ou tempère chaud ou subtropical), il est influence par la proximité de la mer et se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. La région est très pluvieuse en hiver, le volume des précipitations est relativement élevé au nord et sur les plus hauts sommets, il dépasse 800mm /an. Les différences de température sont grandes, les températures d'hiver les plus basses sont de $9^{\circ}C$ et en été elles dépassent $35^{\circ}C$. (Bououden, 2014).

I.3. Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est un peu dense ; il se caractérise par des oueds profonds et étroits (Fig.2); dont les plus importants sont l'oued Sabaoun et l'oued Riga ,Ce dernier ceinture en gros le Djebel Filfila. Il est d'orientation Est-Ouest d'abord puis vers le Nord-ouest et Sud-est. (Medroua et saadallah, 2017).

Les sources sont assez nombreuses dont les plus importantes sont celles de la région de Dar-Taleb, de Marbouba et celle de mine du Fendeck. (Semassel et souilah, 2018).

Le drainage des eaux s'effectue par un ensemble des affluents qui recourent le site en direction SUD-Nord et envoient les eaux de surface vers la mer méditerranéenne au Nord. (Medroua et saadallah, 2017).



Figure 2. Le réseau hydrographique de la région de Filfila. (La carte topo N°15 au 1/50000).

I.4. La végétation et le relief

La végétation du Djebel Filfila est constituée par un maquis très dense dont la pénétration est localement très difficile. On note des broussailles, de chaîne liège, oliviers, herbes, etc. Le secteur d'étude est recouvert par des broussailles très denses qui rendent parfois l'accès très difficile, mais au niveau des carrières la végétation est insignifiante à l'exception de la périphérie orientale et septentrionale de site, qui est couverte par la chaîne liège, les affleurements sont observés essentiellement dans les régions des lignes de partage des eaux. En ce qui concerne le relief, le secteur d'étude est caractérisé par un relief Montagneux partiellement très accidenté, il se caractérise aussi par des vallées profondes et des sommets arrondis, parfois rocheux. Dans les Zones d'affleurement, il existe un relief karstique caractérisé par l'apparition des sommets rocheux et des collines. (Bououden, 2014).

I.5. La biodiversité

La région de Filfila constitue un véritable réservoir pour biodiversité vue sa très grande productivité et sa très grande richesse faunistique et floristique.

La flore

Dans le massif de Filfila à l'Est cette richesse est constituée principalement par les formations du chaîne liège ; le chaîne zen ; chaîne kermès ; le pin maritime ; les maquis d'Oléo-lentisque ; les maquis de Bruyères et Myrte ; les formations des ripisylves et les reboisements.

Un maquis très dense dont la pénétration est localement très difficile.

Le cortège floristique est constitué de : *Quercus coccifera* L., *Erica arborea* L., *Myrtus communis* L., *Plagiumaghrebinus* Vogt & Greuter, *Genista ulicina* Spach, *Clematis flammula* L., *Polypodium cambricum* L., *Lavandula stoechas* L., *Ferula communis* L., *Medicago littoralis* Loisel., *Pistacia lentiscus* L., *Helminthotheca aechioides* (L.) Holub, *Pulicaria odora* (L.) Rchb., *Micromeria graeca* (L.) Benth. ex Rchb., *Cistus salviifolius* L., *Scolymus hispanicus* L., *Phillyrea latifolia* L., *Olea europaea* L., *Lagurus ovatus* L., *Cistus halimifolius* L. *Verbascum sinuatum* L. et *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf. (Hamel et al, 2020).

La faune

On retrouve les espèces suivantes : Lièvres ; sanglier ; chacal ; porc épic ; renard roux ; rat rayé, Souris, Outarde, Perdrix, Oiseau migrateur, Faisan, Goéland d'audouin. (Souilah, et semassel, 2018).

I.6. La population et les activités économiques

Le Djebel du Filfila est assez peuplé, les habitants sont concentrés dans plusieurs villages. Les centres principaux sont Dar-Taleb doté d'une école, Ain Marbouba autour de la source, El-Alia au voisinage de la mine, mais les habitants sont surtout concentrés sur le versant Sud du Djebel Filfila, l'essentiel de la population travaille à la marbrerie.

Le massif de Filfila était surtout connu pour son ancienne mine de pyrite D'El-Alia, mais aujourd'hui sont les carrières qui présentent un intérêt économique, on y trouve :

- ❖ Carrière à bloc de marbre de Filfila (Skikda).
- ❖ Carrière de dérivés de marbre d'El-Chatte (Filfila- Skikda).
- ❖ Une sablière située à proximité de l'ancienne mine d'El-Alia (fermée récemment). La carrière du granite de SONATRO (carrière de la société nationale des travaux routiers), aujourd'hui il est abandonné, elle se situe à proximité de la route Skikda–Filfila (W12). La carrière de SO.TRA.M.EST (Société des Travaux Maritimes de l'Est) pour l'exploitation du gravier de granite. (Semassel et souilah, 2018).

II. Géologie de gisement

II. 1. Structure géologique du gisement

Le gisement du Filfila est monoclinale direction NW-SE avec un angle de pendage variant de 20 à 40 vers l'est. Les affleurements de marbre peuvent atteindre une longueur de 1100 m pour une largeur de 300 m. (Boudries et mezghache, 2019).

I.2. Genèse du gisement

Selon les données présentées par Lemoy (1969) et les études partielles minéralogiques des calcaires cristallins (marbre) de Djebel Fil-fila il en résulte que les calcaires initialement sédimentaires ont été formés d'une part sous l'action des processus dynamiques (formation du plissement et des écailles tectoniques et d'autre part, sous l'action des processus du métamorphisme dans la zone de contact (métamorphisme thermique et iso thermique). La genèse du gisement de marbre est liée à la mise en place des deux masses granitiques (Fig.3) qui ont métamorphisé d'une façon dynamique les lentilles calcaires se trouvant entre ces deux massifs. (Bousarra et derdous,2011).

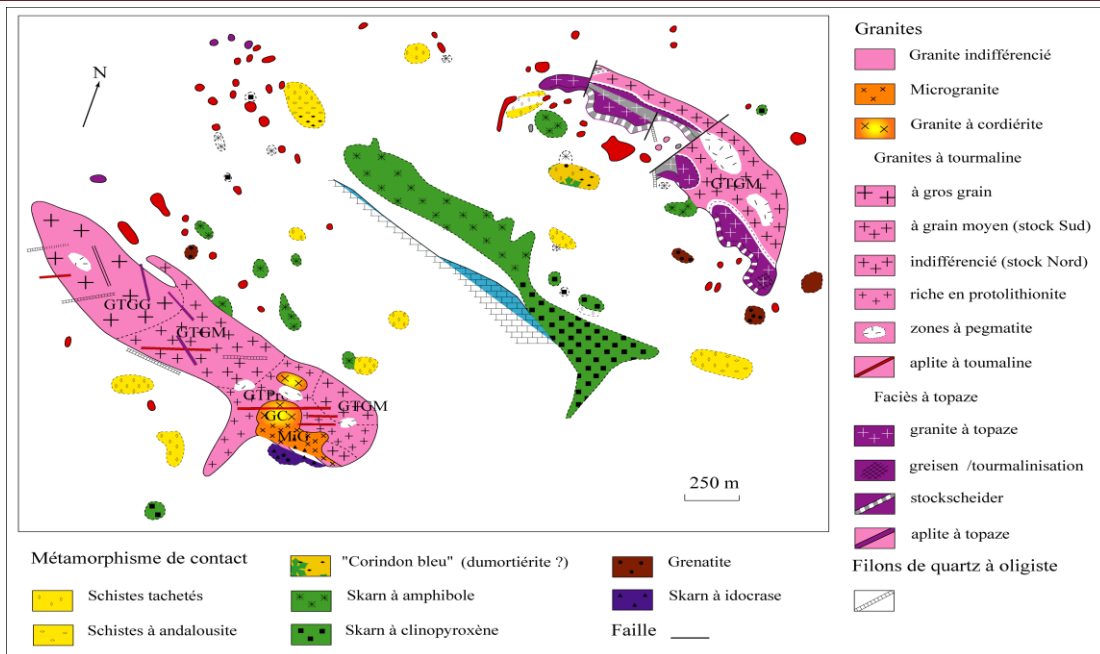


Figure 3. Position des deux massifs granitiques dans le gisement de Filfila (Lemoy, 1969).

III. Méthode de l'exploitation de la carrière

La carrière de Filfila est une carrière à blocs de marbre à ciel ouvert (Fig. 4) avec une exploitation en gradin. L'exploitation de la carrière à blocs de Filfila est caractérisée par une extension de 02 carrières principales (carrière nord et carrière sud). La progression de travaux se fait selon un programme d'abattage préalablement défini pour chaque carrière, tout en tenant compte des critères géologiques et tectoniques d'exploitation (sens de fissuration, taux de récupération, failles...etc).



Figure 4. Les gradins d'exploitation dans la carrière de Filfila

Le travail d'exploitation du marbre de Filfila s'effectuait au moyen de fil diamanté en combinaison avec haveuse. Cette méthode est la plus utilisée et la plus rationnelle dans la carrière de Filfila.

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

Ce procédé consiste à effectuer une coupe horizontale par la haveuse puis on pratique une foration de (2) deux trous verticaux à la hauteur du front pour faire la saignée de la haveuse. Après avoir réalisé toutes ces opérations on entame le sciage vertical de la masse ; plus les (2) deux coupes latérales par une machine diamantée ; la disposition de cette dernière (M.D) se fait soit au niveau supérieur du front soit au niveau inférieur de ce dernier. (Rapport interne de la carrière de marbre de Filfila, 2014).

Le cycle d'exploitation se fait en plusieurs étapes qui sont :

- 1) Travaux préparatoires (nettoyage des fronts d'attaque).
- 2) Foration verticale à l'aide d'un marteau pneumatique (Fig.5).



Figure5. Le marteau pneumatique.

- 3) Le havage horizontal à l'aide d'une haveuse ou foration horizontale et latérale pour procéder au sciage horizontal. (Fig.6).



Figure 6. La haveuse (Semassel, souilah, 2018).

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

4) Sciage vertical à l'aide du fil diamanté (Fig.8).



Figure 7. Fil diamanté.



Figure 8. La machin diamantée lors de travailler.

5) Sciage latéral Les dimensions moyennes de la masse à abattre : La hauteur : 6m
La longueur : 10m, Largeur : 1.5m

6) Ecartement de la masse à l'aide d'hydro bague.

7) Préparation d'un Très bon matelas. (Fig.9).



Figure 9. La préparation du matelas (Semassel et souilah, 2018).

8) Abattage masse à l'aide du vérin (Fig.10).



Figure 10. Abattage de la masse (Medroua et saadallah, 2017).

9) Traçage masse puis débitage masse en blocs (Fig.11 et 12) à l'aide du fil diamanté ou tranchage à l'aide d'un marteau manuel et coin à ailettes. Déplacement des blocs à l'aide de la chargeuse près de la grue.

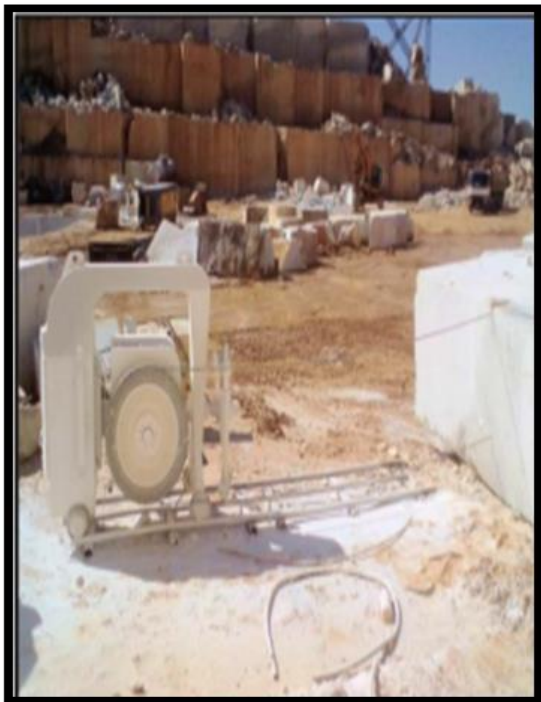


Figure 11. Traçage masse (Semassel et souilah, 2018).



Figure 12. Débitage des masses (Semassel et souilah, 2018).

10) Chargement blocs et transport vers le lieu de traitement (Fig.13).



Figure 131. Le transport des blocs vers le milieu du traitement (Semassel et souilah, 2018).

IV. Démarche d'étude

L'inventaire environnemental ou état des lieux correspond à une exploration du paysage, étudier la pollution en tant que facteur écologique particulier dans l'écosystème considéré et d'analyser d'autre facteur écologiques de cet écosystème, afin de dégager des mesures de traitement de quelques causes du déséquilibre écologique de celui-ci (Benderradji, 1999).

Les milieux probablement émetteurs de la pollution sont explorés, ainsi que les milieux récepteurs qui risquent d'être pollué. Entre autres, faire ressortir les mécanismes de transfert probables pour être investigué par la suite par des méthodes géochimiques.

La méthode adoptée est faire un descriptif de l'état des lieux ainsi que les milieux vulnérables à la pollution.

Dans cette étude on s'est basé sur des observations visuelles et un échantillonnage d'eau pour l'évaluation des impacts de la carrière.

IV.1. Travaux de terrain

Pour connaître les impacts des activités de la carrière de Fil-fila sur l'environnement nous avons prélevés des échantillons de l'eau de carrière (eau de carrière non utilisé, eau de carrière utilisé pour refroidissement), et l'eau d'une source proche de cette carrière (fig.14), puis nous avons effectuées des analyses physico-chimique au niveau de la station d'épuration de Skikda (UTE DESALADORA Skikda). Et des analyses bactériologiques au niveau de laboratoire d'hygiène de la wilaya.

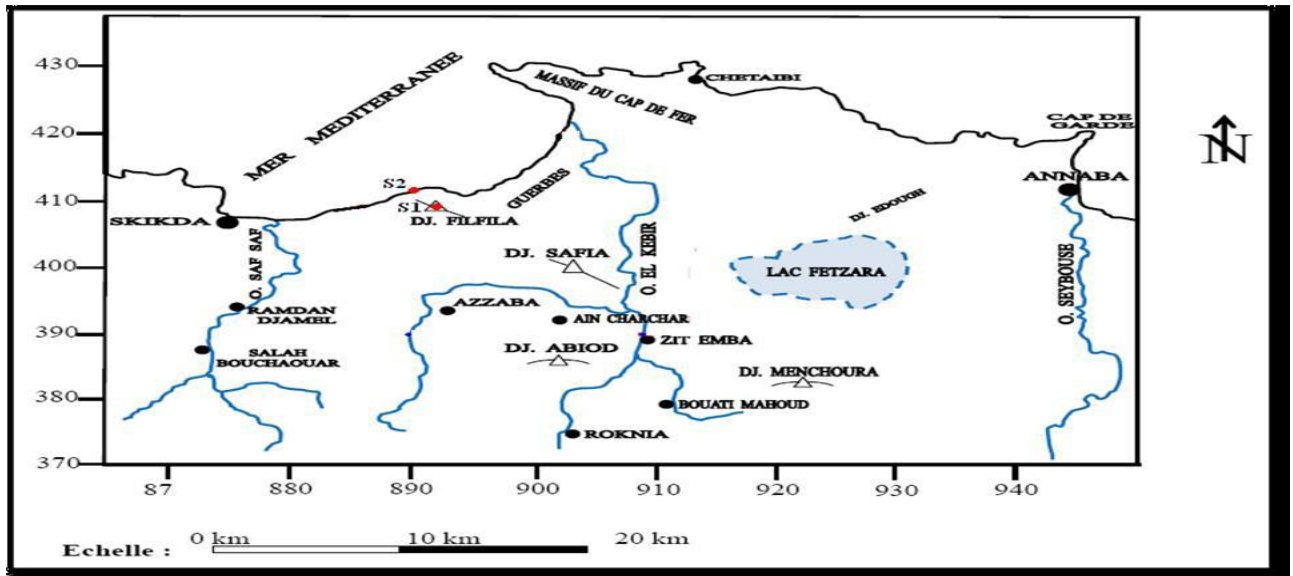


Figure 14. Localisation des sites de prélèvements des échantillons (Semassel et Souilah, 2018).

S1 : rejet de la carrière

S2 : l'eau de source

IV.1.1. Les techniques de Prélèvement des échantillons

Nos échantillons ont été prélevés manuellement sur des points de prélèvement fixés (cas des eaux de carrière) et mobiles (cas de l'eau de source) ; dans des bouteilles en plastiques (pour les paramètres physico-chimiques). Les techniques à suivre lors de l'échantillonnage sont les suivantes (Fig.15):

- 1) Vérifier la propreté du robinet, dans le cas où il serait sale nettoyer le goulot.
- 2) Ouvrir le robinet et laisser couler l'eau à un débit maximal pendant 5-10 secondes
- 3) Se laver les mains, se les rincer avec de l'alcool et les laisser sécher et nettoyer le goulot du robinet avec de l'alcool.
- 4) Ouvrir le flacon ; en tenant le bouchon par son extrémité de sorte qu'aucun corps étranger n'entre en contact. Remplir le flacon en laissant une petite portion vide et le fermer ensuite.
- 5) Etiqueter les échantillons de façon claire, lisible. On doit noter avec précision la date, l'heure, les conditions météorologiques ; un numéro et toutes circonstances anormales.
- 6) Mettre l'emballage dans une glacière portable pour son transport (Geidaidamskikda, 2008).



Figure 15. Techniques d'échantillonnage.

2. Les travaux de laboratoire

Plusieurs analyses ont été entreprises pour établir différentes caractéristiques des échantillons étudiés.

IV.2.1. Protocole d'analyse

A/ L'analyse physico-chimique

➤ La température

▪ Mode opératoire

- 1) Retirer la capsule contenant la solution de stockage protégeant la sonde de mesure, puis rincer cette dernière à l'eau distillée avant toute mesure.
- 2) Plonger la sonde dans le milieu à analyser.
- 3) Remuer avec soin et légèrement la sonde et attendre que la lecture se stabilise. (Hadahdia et aliouche, 2016).



Figure 16. Le thermomètre.

➤ La conductivité électrique

▪ Mode opératoire

- 1) D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.
- 2) Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distille puis en la plongeant dans un récipient de l'eau à examiner : faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.
- 3) Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes. Introduire le thermomètre aussi près que possible de la cellule. la température de liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure. (Hadahdia et aliouche, 2016).



Figure 17. Conductimètre.

➤ Le PH

▪ Mode opératoire

- 1) Etalonner l'appareil (fig.18) avant la mesure, avec des solutions tampons a pH=7, pH=4et ph=9. Après avoir rince l'électrode en verre avec de l'eau distillée.
- 2) Prendre environ 100 ml d'eau à analyser dans un PH mètre une agitation doucement puis tremper l'électrode dans le bécher. Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation et noter pH.

La lecture se fait après la stabilisation de la valeur de pH, les mesures sont exprimées en unités de pH, à la température de 20 C° (Hadahdia et aliouche, 2016).



Figure 18. PH mètre.

➤ La dureté

▪ Mode opératoire

- 1) 100cc échantillon.
- 2) Ajouter 2-3 gouttes KC Na 10°.
- 3) Ajouter 1 ml solution tampon (NH₄CL-NH₄OH).
- 4) Quelques gouttes EBT comme indicateur.
- 5) Agiter la solution devient violet.

✓ **Remarque** : Si la solution colore en bleu y'a absence de dureté.

On titre la solution avec EDTA M/100 jusqu'au virage de la solution.

➤ L'ammonium (NH₄⁺)

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

- **Mode opératoire :** Une fois l'échantillon reçu et inscrit selon le procédé de gestion pour la manipulation d'échantillons ; on procède :

- 1) Allumer l'équipement ; attendre qu'il se scanne.
- 2) Insérer la cuvette de réaction 5ml d'échantillon et mélanger.
- 3) Ajouter avec une pipette et mélanger 0.6 ml du réactif NH_4^{-1} .
- 4) Ajouter une micro cuillère. Bleue à ras du réactif NH_4^{-2} .
- 5) Agiter intensément la cuvette pour dissoudre la substance solide.
- 6) Laisser reposer 5 minutes.
- 7) Ajouter et mélanger 4 gouttes du réactif NH_4^{-3} .
- 8) Laisser reposer 5 minutes.
- 9) Mettre la cuvette dans le compartiment pour cuvettes avec la ligne verticale face à l'observateur.

Les résultats s'obtiennent directement en mg/l de NH_4 . (Geidaidskikda, 2008).

➤ **Carbonates et bicarbonates**

- **Mode opératoire :** Une fois l'échantillon reçu et inscrit selon le procédé de gestion pour la manipulation d'échantillons, on procède :

*** Pour la détermination de carbonates**

- 1) Distribuer 10 ml avec l'auxiliaire de pipetage dans un vase précipité.
- 2) Ajouter 0.4 ml de phénolphaléine. La solution prend une couleur rose.
- 3) On l'évalue avec de l'acide sulfurique 0.01 N jusqu'à ce que la dissolution soit transparente.
- 4) On note le volume utilisé d'acide sulfurique 0.01N.

*** Pour la détermination des bicarbonates**

- 1) On part de la dissolution dont on au préalable évalue les carbonates.
- 2) On ajoute 0.4ml de gouttes de vert de Bromocrésol jusqu'à ce que la dissolution prenne une couleur bleu verdâtre.
- 3) On évalue avec de l'acide sulfurique 0.01N jusqu'à ce qu'elle change à jaune verdâtre.

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

4) On note le volume utilisé d'acide sulfurique 0.01N.

Le résultat du volume utilisé d'acide sulfurique 0.01N se multiplie par 10 pour les carbonates. Pour les bicarbonates, on enlève au résultat du volume utilisé d'acide sulfurique 0.01N le volume utilisé dans la détermination des carbonates pour cet échantillon même et on multiplie par 10. (Geidaidskikda, 2008).

➤ **Les chlorures**

▪ **Mode opératoire**

- 1) Prendre 50ml d'échantillon et le distribuer dans un vase à précipiter de 250ml.
- 2) Ajouter 0.4ml de solution de Chromate de Potassium a 10% comme indicateur.
- 3) Evaluer avec du nitrate d'argent 0.1N/0.1 M SV, en agitant constamment. Jusqu'à ce que la couleur jaune initiale vire à une couleur brique (marron rougeâtre) permanente.

Le volume utilisé de nitrate d'argent 0.1N se multiplie par 71 obtenant le résultat en mg/l de Chlorure.

Chlorures (mg/l) = V (ml) gast $\text{AgNO}_3 \times 71$ (Geidaidskikda, 2008).

➤ **Les sulfates**

▪ **Mode opératoire**

- 1) On verse quelques gouttes de "chlorure de baryum" dans la solution susceptible de contenir des ions sulfates.
- 2) Si des ions sulfates sont présents, alors il se forme un précipité blanc.

La teneur en sulfates, exprimée en milligrammes par litre de sulfate de potassium, K_2SO_4 . (Méthode OIV-MA-AS321-05A: ,2009).

➤ **Zinc**

▪ **Mode opératoire**

- 1) Dans une fiole jaugée de 100 ml, introduire 10 ml Solution mère étalon de zinc puis 10 ml d'échantillon.

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

2) Nébuliser la solution dans une flamme air-acétylène, en intercalant de l'eau permutée entre chaque échantillon. On effectuant les lectures à la longueur de 213.86 nm.

Les résultats sont exprimés en milligrammes de zinc par litre. (M.Di.benedetto, 1997).

Remarque

Pour le Cadmium le cuivre le plomb le même mode opératoire que le zinc seulement la longueur d'onde qui change. (Pour le cadmium 228.8 nm, le Plomb 283.3, le cuivre 324.7 nm).

➤ Nitrites (NO₂)

▪ Mode d'opérateur

- 1) Prendre 50 ml d'eau à analyser plus 1 ml de solution de sulfamide à 1%.
- 2) Agiter puis laisser au repos 5 minutes.
- 3) Ajouter 1 ml de solution N-Naphtyle, puis agiter et laisser au repos pendant 10 min.
- 4) L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂⁻.
- 5) La lecture sera effectuée au colorimètre à 543 nm.

Le résultat est donné directement en mg/l (Touahri, 2013).

➤ Nitrates (NO₃⁻)

• Mode d'opérateur

- 1) Dans un Erlen Meyer de 100ml, ou mieux dans un flacon en verre brun de 100ml.
- 2) Introduire 1 ml de prise d'essai.
- 3) Ajouter 5 ml de solution de soude (NaOH) à 0.05 M et 5 ml de mélange réducteur.
- 4) Agiter après chaque adition et attendre 1 heure.
- 5) Ajouter 40 ml du mélange colorant et laisser la coloration se développer dans l'obscurité pendant ¼ heure.
- 6) Mesurer l'absorbance à 520 nm.

Le résultat est donné directement en mg/l (Touahri, 2013).

➤ Matière en suspension

▪ Mode d'opération

- 1) Prendre une membrane GFC et la marquer avec précaution pour ne pas l'abimer.
- 2) Peser la membrane et noter sa masse à vide M₀.
- 3) Placer la membrane sur la rampe de filtration.
- 4) Bien agiter l'échantillon.
- 5) Prélever un volume de l'échantillon et le transvider sur la membrane.

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

- 6) Procéder à la filtration : le volume filtré ne doit pas dépasser 1 litre et la filtration ne doit pas durer plus d'une demi-heure.
- 7) Récupérer la membrane après la filtration, puis la placer dans une étuve à 105 °C pendant 1 h 30 min pour enlever l'excès d'eau.
- 8) Peser de nouveau la membrane après séchage, puis noter sa masse M_1 . (Centre d'établissement de l'OMS, 2007).

Le résultat est donné en mg/l. (Centre d'établissement de l'OMS, 2007).



Figure 19. Dosage de la matière en suspension.

- **Le calcium**
- **Mode opératoire**

Prendre 50 ml d'eau à analyser. Ajouter 2 ml de NH_4OH (10,1) et aussi noir urochrome après titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (bleu). (Gasmi et refice, 2020).

B/ L'analyse bactériologique

L'analyse bactériologique a été effectuée au niveau du laboratoire d'hygiène de la Wilaya –Skikda-unité de colimétrie.

- **Le dénombrement des Coliformes**
 - **Le mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des coliformes et l'identification d'E coli ont été effectués par la méthode du nombre le plus probable (NPP) appelée aussi colimétrie. Cette méthode est une estimation statistique du nombre de microorganismes supposés être disséminés dans l'eau de manière parfaitement aléatoire.

Cette technique se fait en deux étapes consécutives :

- **Le test présomptif** : réservé à la recherche des coliformes.

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

- **Le test confirmatif** : réservé à la recherche des coliformes fécaux et *E. coli*.

a/ Le test présomptif : Il est effectué en utilisant le bouillon lactose pourpre de bromocrésol à simple concentration (BCPL S/C) (fig.20). Tous les tubes sont munis d'une cloche de Durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu. Avant d'ensemencer les tubes, il faut vérifier qu'il n'y a pas de bulle d'air sous la cloche, pour éviter de fausser les résultats. A partir de l'eau à analyser, il faut préparer de manière aseptisée : (Hedahdia et aliouche, 2016).

✓ Ensemencer une série de 9 tubes (avec cloche de Durham) de BCPL dont 3 tubes en double concentré (fig.21) avec 10 ml d'échantillon, 3 tubes en simple concentré avec 1 ml, et 3 tubes en simple concentré avec 0.1 ml.

✓ Incuber à 37°C pendant 48H.

Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un virage de la couleur au jaune (ce qui constitue un témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).
- Dégagement de gaz.



Figure20. Bouillon BCPL S/C



Figure 21. Bouillon BCPL D/C

b/ Test de confirmation : Le test de confirmation est basé sur la recherche des coliformes thermo-tolérants parmi lesquels on redoute surtout de la présence d'*Escherichia coli*. Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

anse bouclée dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham (fig.22). Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches. L'incubation se fait cette fois-ci au bain Marie à 44C° pendant 24heures.

Sont considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux.
- Un anneau rouge en surface, témoignant de la production d'indole par Escherichia coli.

Après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs (fig.23).



Figure 22. milieu Schubert.



Figure 23. kovacs.

La lecture finale s'effectue également selon la prescription de la table du NPP (fig.27). (Hedahdia et aliouche, 2016).

➤ **Le dénombrement des Streptocoques fécaux**

▪ **Le mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux dans les eaux ; en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes consécutives :

- **le test présomptif** : Réservé à la recherche des Streptocoques.

-**le test confirmatif** : réservé à la confirmation réelle des Streptocoques fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption. (Hedahdia et aliouche, 2016).

a/ Test de présomptif : La recherche se fait en bouillon Rothe S/C (bouillon à l'acide de sodium simple concentration) (fig.24). A partir de l'eau analysée, porter aseptiquement. (Hedahdia et aliouche, 2016).

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

- ✓ Ensemencement d'une série de tubes contenant le milieu de Rothe 3 tubes de Rothe D/C (fig.25) avec 10 ml d'eau à analyser.
- ✓ 3 tubes de Rothe S/C avec 1ml d'eau à analyser.
- ✓ 3 tubes de Rothe S/C avec 0.1ml d'eau à analyser.
- ✓ Incubation 37°C/48h (présomption).

Les tubes de Rothe présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs (présence de Streptocoques).

- Présence d'une pastille violette au fond de tube.

10ml

1ml

0.1ml

Virage et trouble microbienne de milieu présence de Streptocoques.

- **M. Rothe D/C (fig.25).**

Incubation à 37°C/48h.

- **M. Rothe S/C (fig.24).**

2 à 3 Gouttes de tube.



Figure 24. Bouillon Rothe S/C.



Figure 25. Bouillon Rothe D/C.

Chapitre2 : Matériels et Méthodes

b/ Test de confirmation : Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présent dans le test de présomption.

Après agitation des tubes positifs ; prélever sur chacun d'eux successivement bouclés (de 03 mm de diamètre) ou quelques gouttes par une pipette Pasteur, et les reporter dans des tubes du milieu Eva Litsky (fig.26) à l'éthyle violet et acide de sodium.



Figure 26. Milieu Eva litsky.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum. Incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures, seront considérés positifs les tubes présentent :

- Un trouble dû au développement bactérienne.
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond du tube parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP (fig.27).

TABLEAU DE MAC GRADY			INDICE NPP /100ml
3 TUBES DE 10ml	3 TUBES DE 01ml	3 TUBES DE 0.1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	24
3	0	0	23
3	0	1	39
3	1	2	44
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	79
3	2	1	130
3	2	2	210
3	3	0	210
3	3	1	340
3	3	2	1100
3	3	3	1100

Figure 27. Tableau NPP.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

I. Les impacts des activités de la carrière sur l'environnement

Un impact est le changement, positif ou négatif, dû à une pression générée par une activité sur l'environnement biophysique ainsi que sa conséquence sur l'homme. En effet, l'impact d'une carrière, est très variable en fonction du type de matériaux à extraire, du mode d'exploitation et de l'environnement du site ; C'est la raison pour laquelle, l'ouverture d'une telle exploitation occasionne inévitablement des modifications de l'état initial du milieu récepteur dont les effets durables ou non se font sentir, entre autre, sur le milieu naturel, l'activité socio-économique (faune, flore, utilisation des sols, air cultures, tourisme...), le paysage, l'hydrogéologie et la qualité de l'eau. Ces effets ont principalement pour origine les poussières et le transport des matériaux.

I. 1. Impact sur le milieu physique

I. 1. 1. Impact sur les eaux

Le risque de contamination des eaux existantes par les hydrocarbures et les huiles des engins (fig.28) est toujours présent. Les résultats des analyses effectuées montrent le taux d'affectation des eaux par cette carrière.



Figure 28. vidange des huiles des engins

A/ Les résultats d'analyses physico-chimiques

Une étude comparative entre une eau avant (S2) et après utilisation (S1) dans la carrière de fil-fila a été faite afin de voir le degré de pollution engendré par cette dernière.

Nous avons également analysé une eau (S3) d'une source approximative de la carrière pour voir l'impact de la carrière sur cette source.

Les résultats obtenus à partir des analyses physico-chimiques des eaux prélevés au niveau des trois stations (S1, S2 et S3) sont représentés dans le tableau 1.

CHAPITRE 03 : RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 1: Les résultats obtenus des analyses physico-chimiques

Stations paramètre	Eau de carrière Utilisé (S1)		Eau de carrière non utilisé (S2)		Eau de source (S3)	
	Résultats	Valeurs limites	Résultats	Valeur limites	Résultats	Valeur limites
Température (C°)	18 C°	30*	17.5	25**	16.5	25**
PH	8.35	6.5-9*	7.31	6.5-9**	8.3	6.5-9 **
Conductivité (µs)	1342	2800*	756	2800**	600	2800**
TDS (mg/l)	684	/	453.6	/	360	
Alcalinité (mg/l)	198	180*	45	500**	46	500**
Dureté totale (mg/l)	298		60	200**	/	/
Calcium (mg/l)			54	200**	44	200**
Magnésium (mg/l)	19	180*	6	150**	7	130**
Sulfates (mg/l)	384	250*	39	400**	50	400**
Chlorures (mg/l)	162	250*	206	500**	160	500**
Nitrites (mg/l)	0.07	0.2*	< 0.02	0.2**	<0.02	0.2**
Nitrates (mg/l)	0.5	20*	<0.5	50**	<0.5	50**
Résidu sec (mg/l)	1890		280	1500**	190	1500**
Chlore résiduel (mg/l)		/	0.3	/	/	/
Ammonium	0.1	0.5*	0.3	0.5**	0.3	0.5**
Cuivre	35	0.5*	2	1.5**	2	1.5**
Zinc	120	5***	3	5**	3	5**

CHAPITRE 03 : RESULTATS ET DISCUSSION

Plomb	0.2	0.5***	0.01	0.05**	0.01	0.05**
Hydrocarbures	0.8	10***	0.01	0.2**	0.01	0.2**
Calcaire	5211	/	113	/	111	/
Couleur	On a une couleur		Réelle		Réelle	
Odeur	On a une forte odeur		Absence		absence	

*décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006 définissant les valeurs limitent des rejets d'effluents liquides industriels .Journal officiel de la république Algérienne N° 26.

** Normes selon JORA .N°34.2011 pour les eaux souterraines.

*** Normes selon l'OMS, 2006 pour les eaux de rejets industriels.

➤ Comparaison d'une eau avant et après utilisation dans la carrière.

• La température

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques. Les résultats obtenus pour l'eau de carrière utilisée (S1) est d'une valeur de 18C°, tandis que pour l'eau de carrière non utilisé (S2) est de 17.5C°. La température est presque identique pour les deux stations et elle est conforme aux normes.

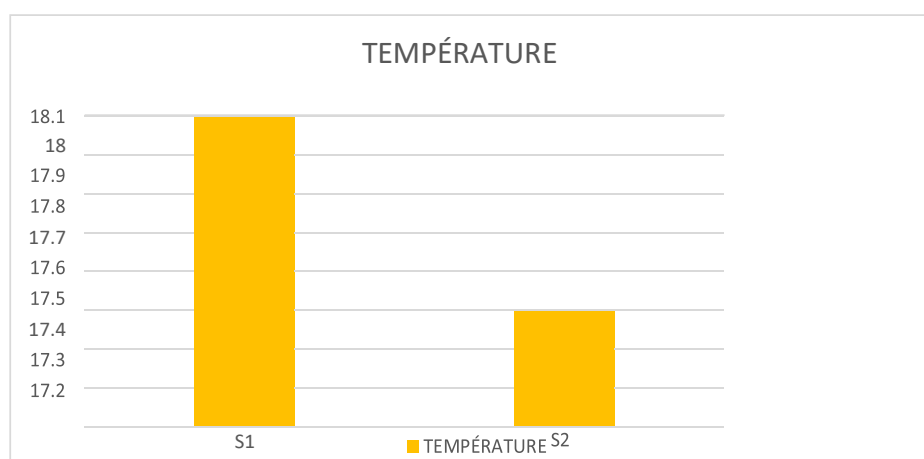


Figure 29. Les résultats de la température (eau de carrière).

- **Le PH**

Le pH permet de degrés l'acidité, la basicité ou la neutralité de l'eau par la mesure de sa concentration en ion H⁺. Le pH d'eau de carrière utilisé (S1) représente une valeur proche de la neutralité 8.35 indique une réaction basique dûe à la nature géologique du marbre riche en carbonates de calcium. L'eau de carrière non utilisé (S2) et de 7.31.

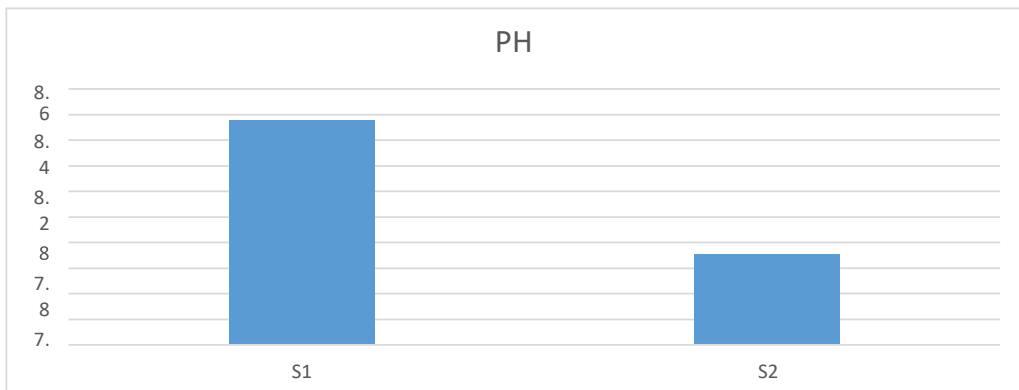


Figure 30. Résultats du pH (eau de carrière).

- **La conductivité**

La conductivité Mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes, elle permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau et nous renseigne également sur les degrés de minéralisation de l'eau. Les résultats obtenus pour l'eau de carrière utilisée (S1) est de 1342 μ s, elle est largement supérieure aux résultats obtenus avec l'eau de carrière non utilisée (S2) (756 μ s). Ce qui indique que l'eau de la station S2 est d'une forte conduction du courant électrique. Nous sommes en présence d'eau minéralisée chargée en sel.

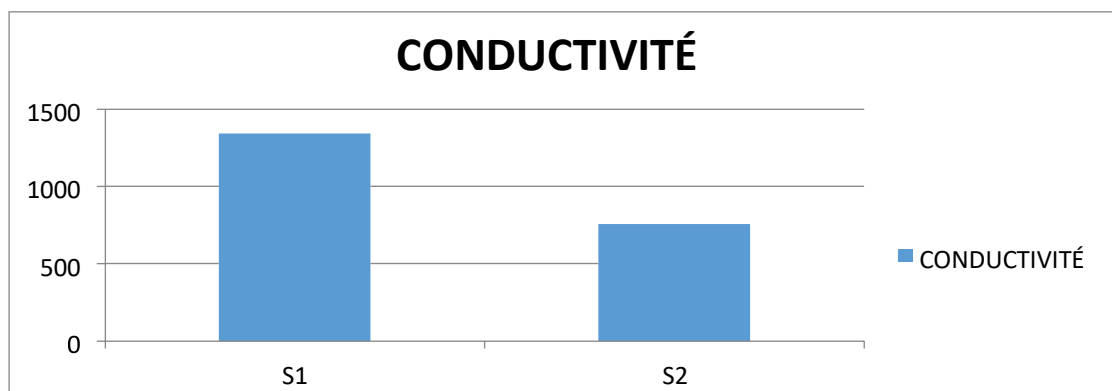


Figure 31. Résultats de la conductivité (eau de carrière).

- **Les Chlorures**

Le dosage des chlorures donne de différents résultats pour les 2 stations. L'eau de la (S1) représente une valeur de 162 mg/l, alors que pour l'eau de (S2) est de 206 mg/l. pour les deux stations les résultats est toujours dans la norme recommandés.

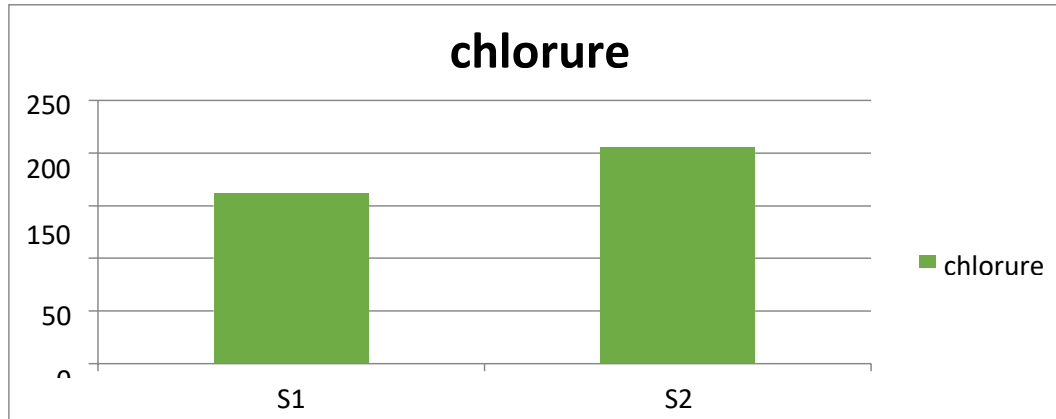


Figure 32. Les résultats du chlorure (eau de carrière).

- **Le Magnésium**

Pour le dosage du Magnésium la valeur pour l'eau de carrière utilisée (S1) est 19 mg/l. pour l'eau de carrière non utilisé (S2) est de 6 mg/l. le magnésium est élevé pour la station (S1) par rapport à la (S2), mais qui reste toujours dans la norme.

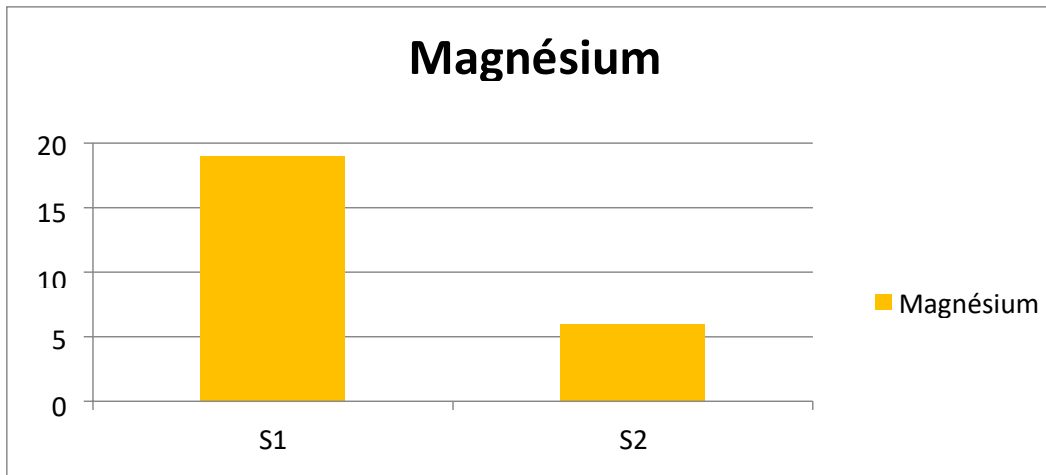


Figure 33. Résultats du Magnésium (eau de carrière).

- **Le résidu sec**

Les résultats obtenus pour la (S1) est de 1890 mg/l une valeur qui dépasse les normes ce qui explique que c'est une eau riche en minéraux qui confirme les résultats obtenues auparavant sur la conductivité. L'eau de la (S2) est de 280 mg/l c'est une faible valeur par rapport à la station (S1).

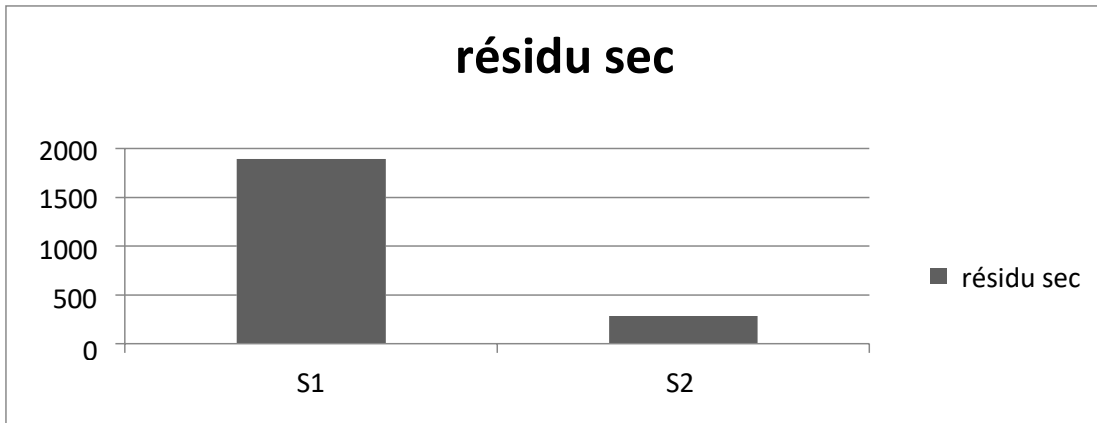


Figure 34. Les résultats du résidu sec (eau de carrière).

- **Les hydrocarbures**

Les hydrocarbures représentent une source de pollution d'eau trop importante, la station (S1) représente une valeur élevée (0.8mg/l) par rapport à station (S2) (0.01mg/l) ce qui peut être expliqué par Le stockage du gasoil sur site peut être à l'origine de fuites ou Les opérations de maintenance des équipements et engin de chantiers mettent souvent a contribution des solvants et génèrent des huiles usages.

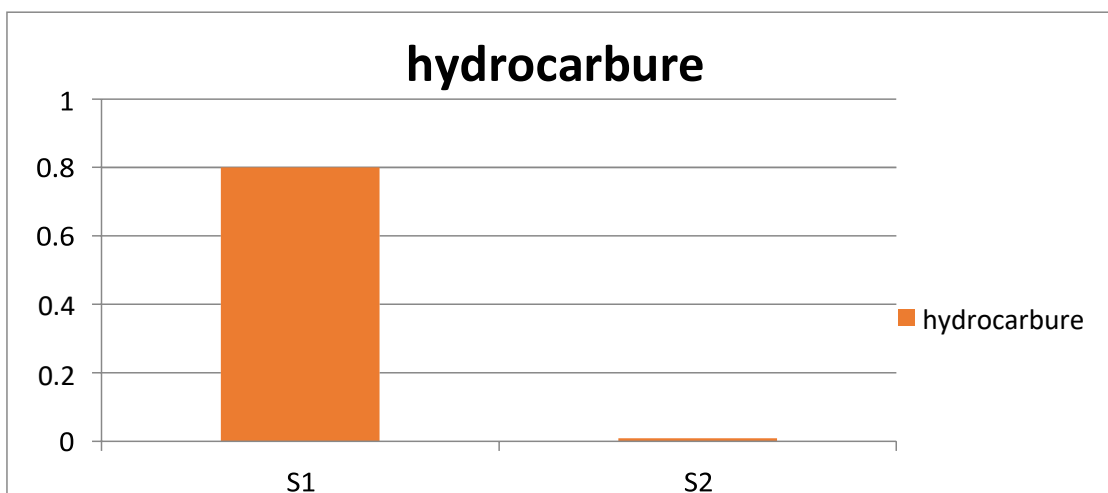


Figure 35. Les résultats des Hydrocarbures (eau de carrière).

- **Le Calcaire**

Les résultats obtenue pour l'eau de carrière utilisé (S1) 5211 mg/l. Pour l'eau de carrière non utilisé (S2) est de 113 mg/l. On remarque que la teneur on calcaire est trop élevé à cause de la formation géologique des marbres riche en calcaire.

Les calcaires du Djebel Fil-fila représentent une masse, perméable vue de leur Fissurations. Les eaux de pluie qui tombent sur la surface du massif descendent rapidement sur les fissures et les crevasses et les zones faillées et sont drainées par un riche réseau karstique jusqu'à la couche imperméable des marno-argiles, plusieurs sources ouvrent une nappe d'eau située à la base des calcaires. Cependant les sondages réalisés sur le territoire du gisement n'ont pas mis en évidence les nappes aquifères ou des cours d'eau permanent. (Bououden, 2014).

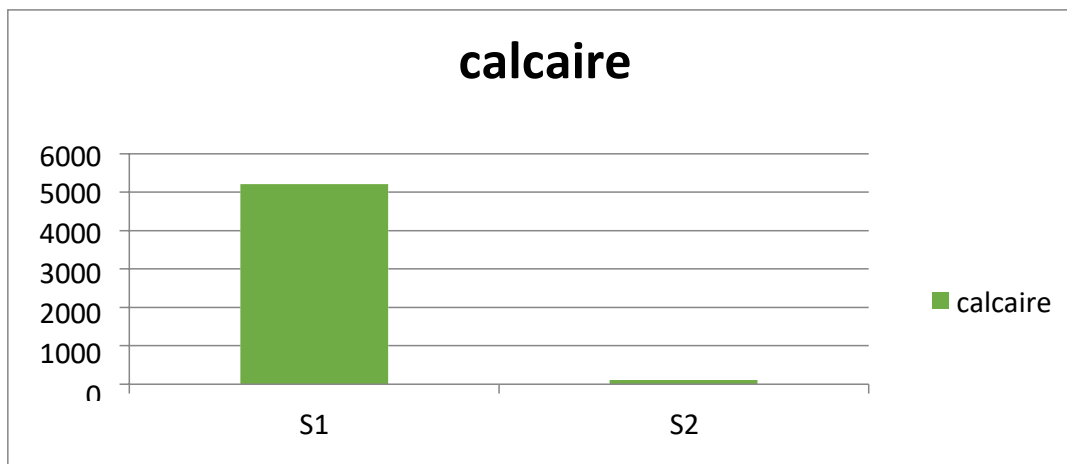


Figure 36. Les résultats du Calcaire (eau de carrière).

- **Le Plomb**

A partir des résultats du dosage du plomb on obtient pour l'eau de carrière utilisé (S1) une valeur de 0.2 mg/l une valeur qui dépasse vraiment les normes recommandés ; pour l'eau de carrière non utilisé (S2) 0.01 mg/l. une faible valeur par rapport à la station (S1) et qui est conforme à la norme.

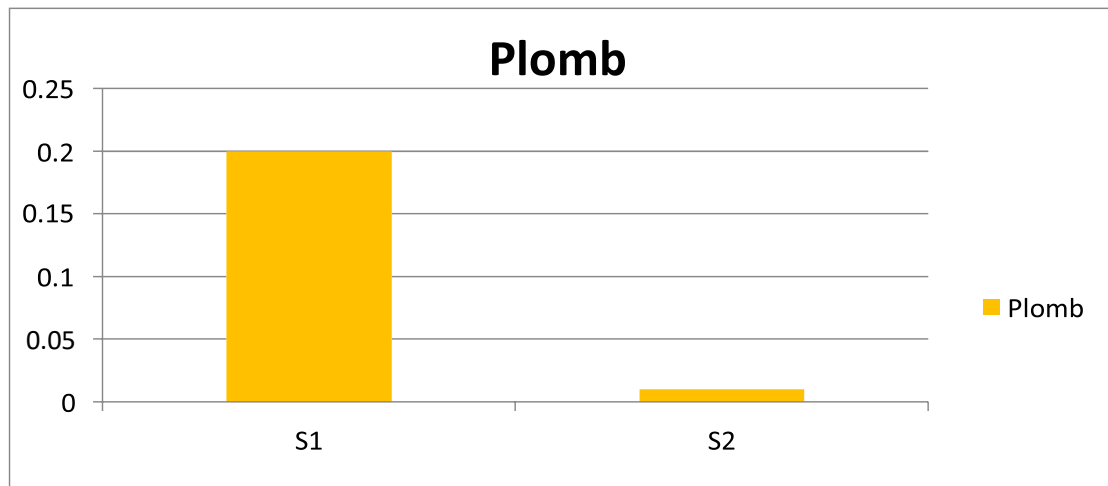


Figure 37. Les Résultats du Plomb (eau de carrière).

- **Le Zinc**

Pour le dosage du Zinc on a obtenue pour l'eau de carrière utilisée une valeur de 120 mg/l une valeur très élevé par rapport aux normes. L'eau de carrière non utilisé (S2) une valeur de 3 mg/l. une valeur faible contrairement à la station (S1) et qui dans la norme.

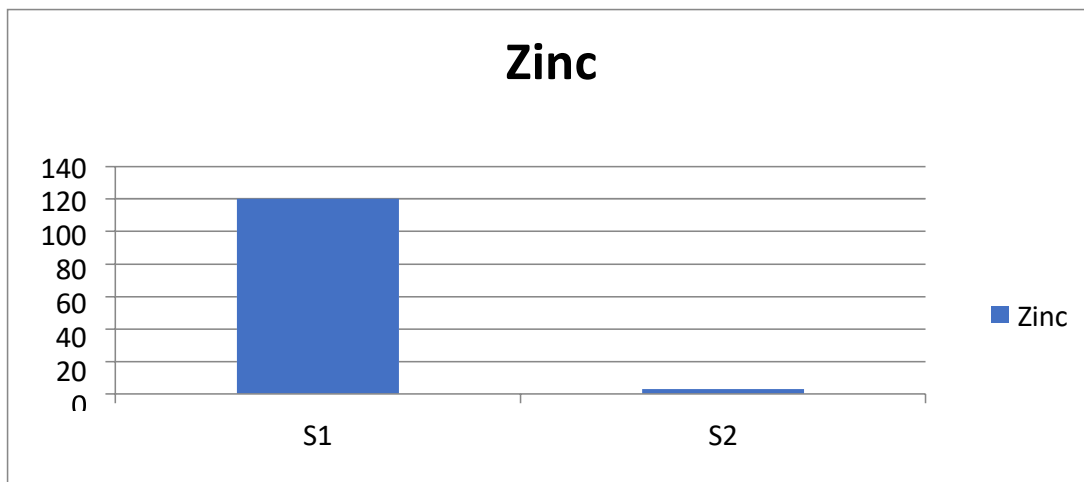


Figure 38. Les Résultats du Zinc (eau de carrière)

- **Le cuivre**

Le dosage du cuivre; donne pour l'eau de carrière utilisé (S1) une valeur de (35mg/l) est trop élevé par rapport à la station (S2) qui représente une valeur de (2 mg/) et elle dépasse la norme. La station S2 est toujours dans la norme.

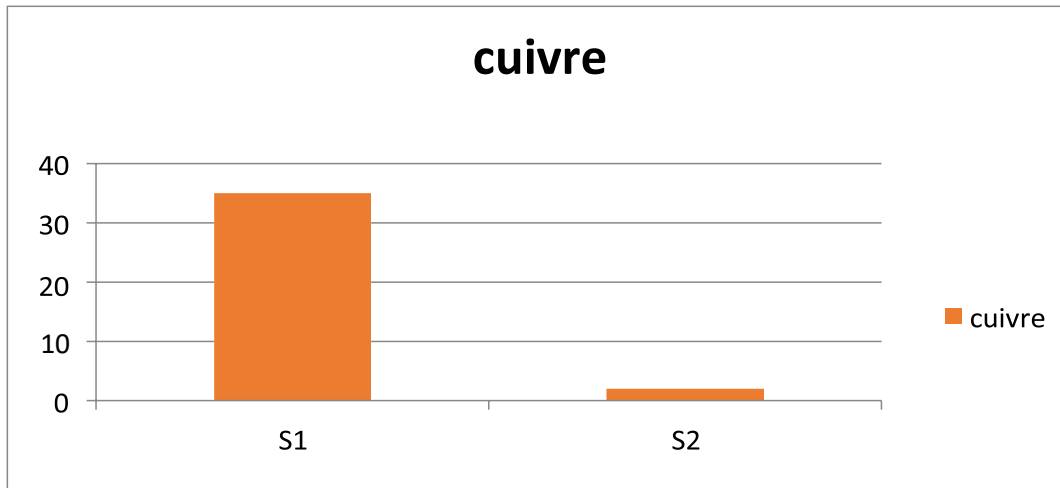


Figure 39. Les Résultats du Cuivre (eau de carrière)

- **Ammonium**

La teneur en Ammonium pour l'eau de carrière utilisé (S1) 0.1 mg/l ; l'eau de carrière non utilisé (S2) 0.3 mg/l ; les deux valeurs sont presque identiques est elles sont dans la norme.

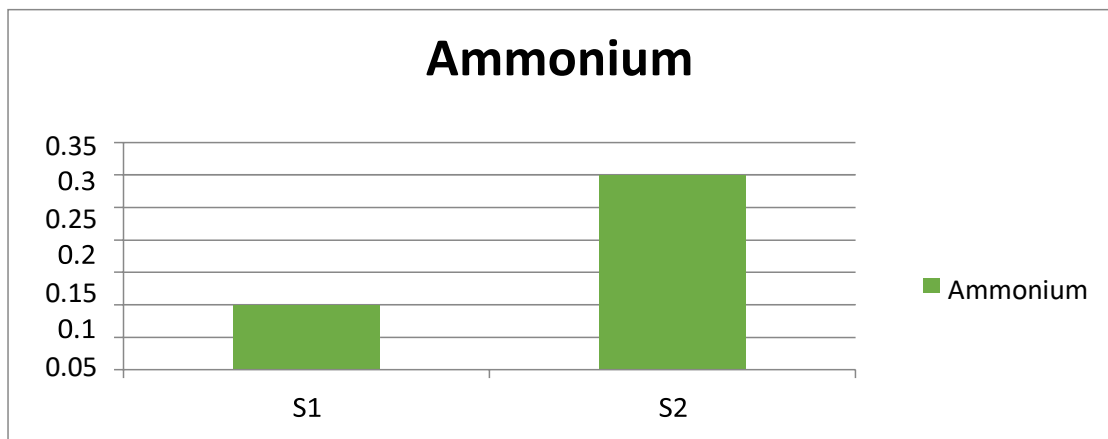


Figure 40. Les Résultats de l'Ammonium (eau de carrière).

- **Les Sulfates**

La valeur obtenue à partir des eaux de la (S1) est de 384 mg/l, une valeur vraiment trop élevée par rapport à la station (S2), (39 mg/l) et qui dépasse la norme.

Les eaux de carrière non utilisées (S2) sont toujours dans la norme.

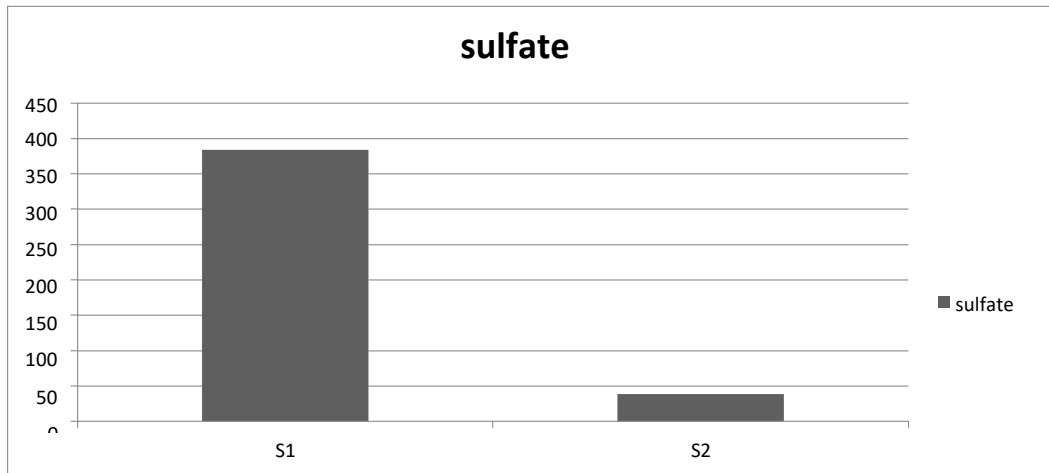


Figure 41. Les Résultats du Sulfate. (Eau de carrière).

- **La dureté totale**

Les résultats indiquent que pour l'eau de carrière utilisé (S1) la valeur est de 298 mg/l, elle est trop élevée presque égale au double de la valeur d'eau de carrière non utilisée(S2) qui est de 60 mg/l Elle dépasse la norme. Tandis que pour la station (S2) elle est toujours dans la norme.

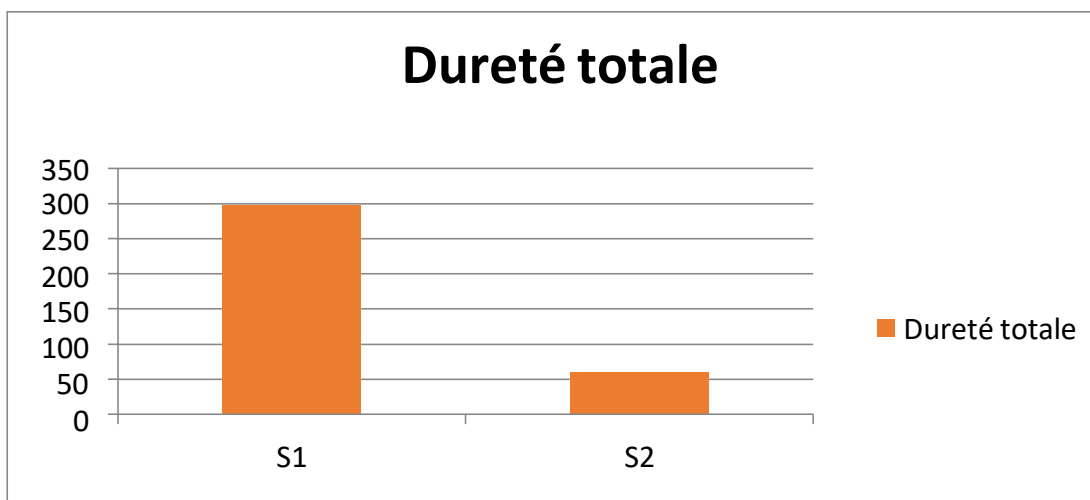


Figure 42. Les Résultats de la Dureté totale (eau de carrière).

- **L'alcalinité**

La teneur obtenue pour l'eau de (S1) est de 198 mg/l et pour (S2) est de 45 mg/l ; les deux valeurs sont dans la norme.

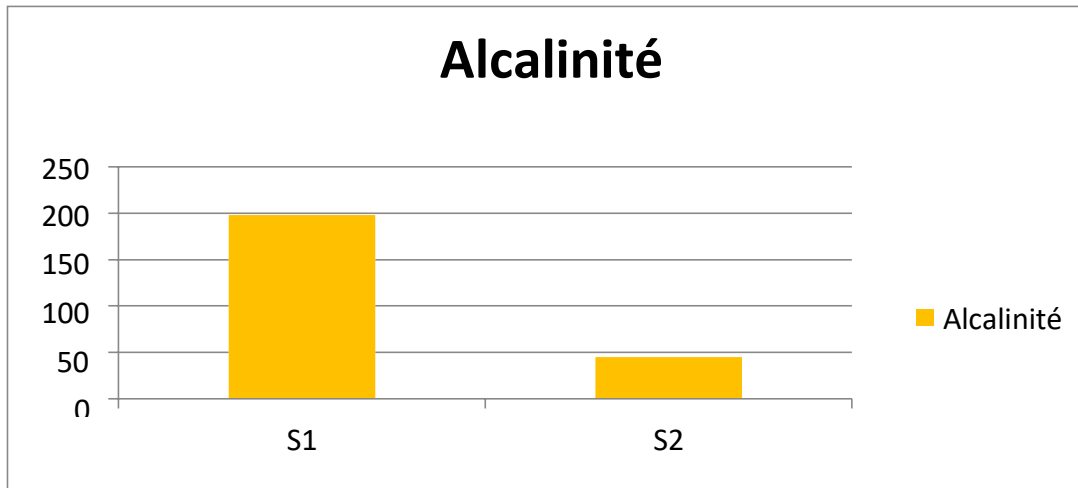


Figure 43. Les Résultats de l'Alcalinité (eau de carrière)

- **Les nitrates**

Les résultats du dosage des nitrates pour l'eau de carrière utilisé (S1) est de 0.5 mg/l, L'eau de carrière non utilisé (S2) est moins 0.5 mg/l ; les deux valeurs sont égales. Les teneurs sont dans les normes.

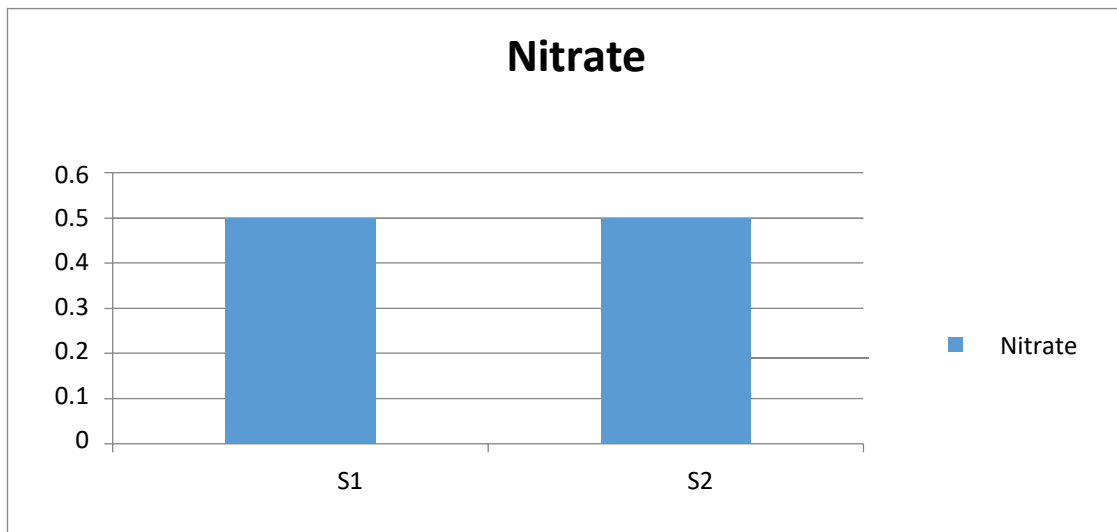


Figure 44. Les Résultats du Nitrate (eau de carrière)

- **Les nitrites**

Les résultats du dosage des nitrites dans les eaux des deux stations (S1) est de 0.07 mg/l, (S2) est de 0.02 mg/l. les résultats sont presque identiques et elles restent conforme aux normes.

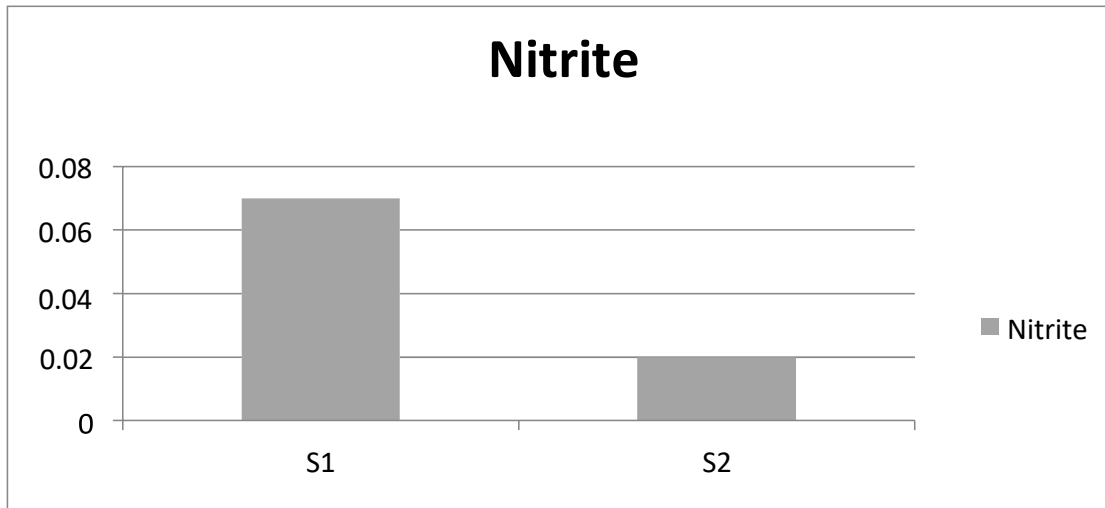


Figure 45. Les Résultats du Nitrite.(eau de carrière)

- **TDS**

Pour le TDS, la valeur obtenue à partir de l'eau de carrière utilisée (S1) est de 684 mg/l. Pour l'eau de carrière non utilisée (S2) 453.6 mg/l, les deux valeurs sont proches.

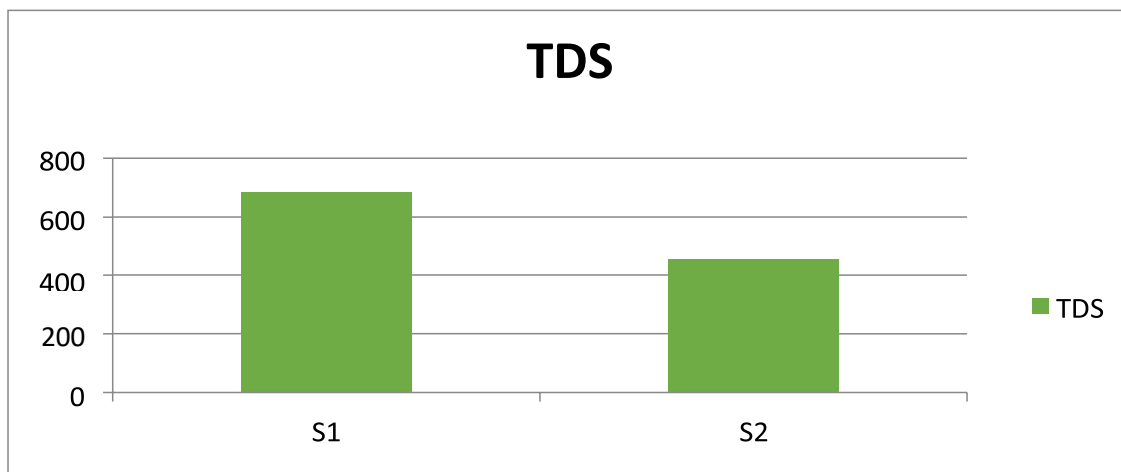


Figure 46. Les Résultats du TDS. (Eau de carrière)

Les résultats de l'analyse physico-chimiques montrent que pour l'eau de carrière les teneurs en sulfate, en plomb, en zinc, en calcaire, en cuivre dépassent largement les normes recommandés ce qui entraîne une pollution du milieu environnement, et un fonctionnement anormale de cet écosystème.

- **Comparaison entre l'eau de source par rapport aux normes :** afin de voir l'impact de la carrière sur les eaux souterraines nous avons procédé à l'analyse d'une eau de source approximative de la carrière et nous avons comparé les résultats aux normes.

- **S3** : Eau de source
- **N** : Normes

- **La température**

Pour l'eau de source la température est de 16.5°C elle est dans les normes.

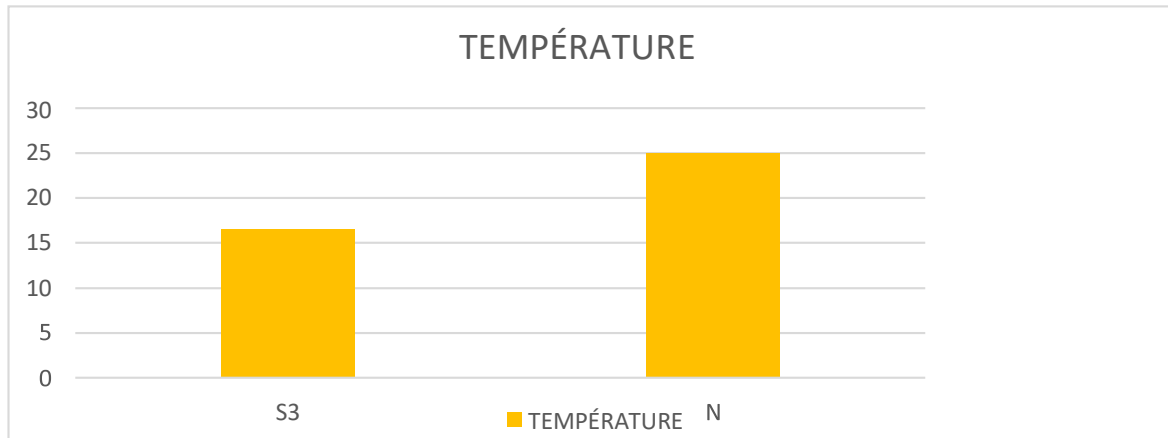


Figure 47. Les Résultats de la température (eau de source)

- **Le pH**

Les résultats du PH pour l'eau de source (S3) est de 8.3 le pH est dans la norme.

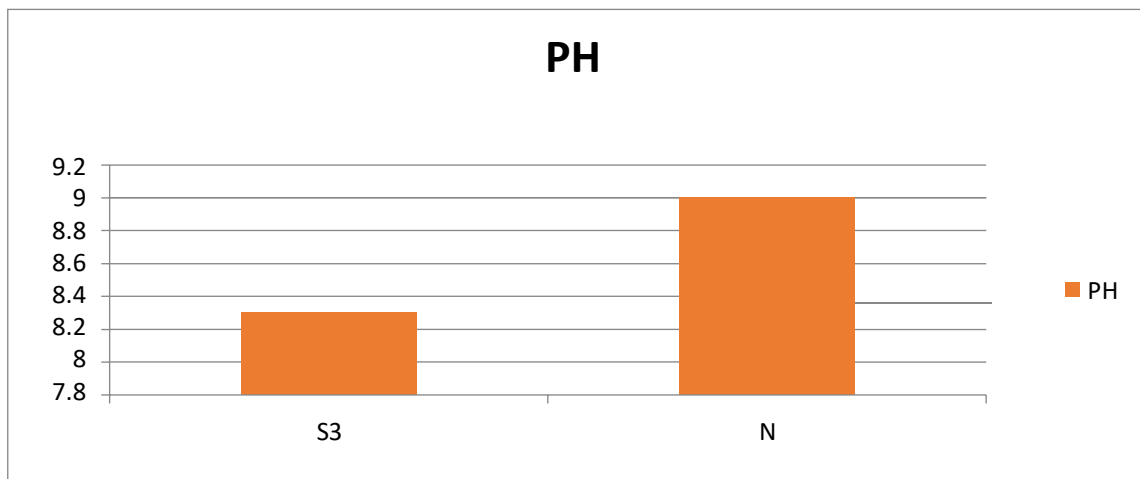


Figure 48. Les résultats du PH (eau de source)

- **La conductivité**

La conductivité de l'eau de source (S3) est de 600µs cette valeur est conforme aux normes.

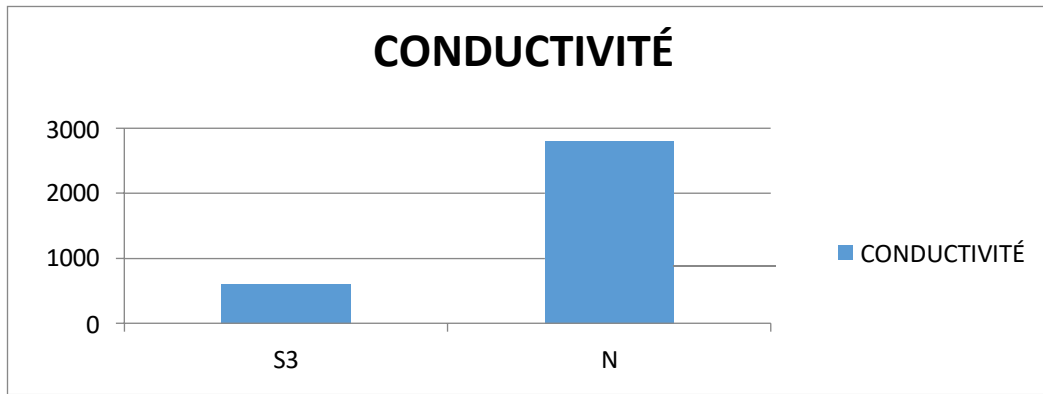


Figure 49. Les résultats de la conductivité. (Eau de source)

- **Les Chlorures**

La teneur en chlorure pour l'eau de source (S2) est de 160 mg/l une valeur conforme à la norme.

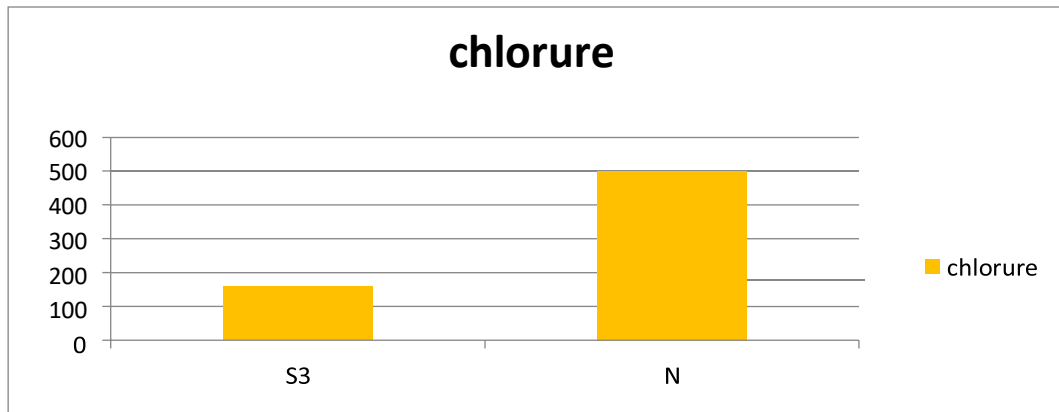


Figure 50. Les résultats du chlorure (eau de source)

- **Le Magnésium**

Le résultat de magnésium pour l'eau de source est de 7 mg/l, elle est conforme aux normes.

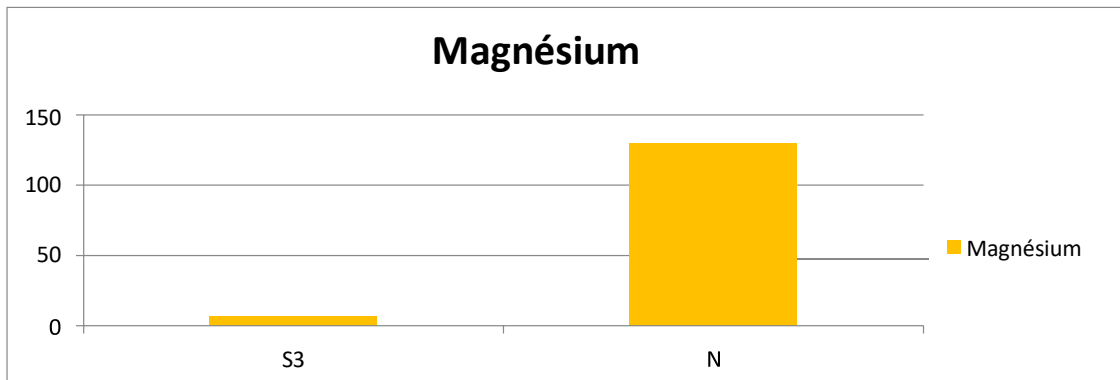


Figure 51. Les résultats du Magnésium. (Eau de source)

- **Le Calcium**

La teneur en Calcium pour l'eau de source (S3) est de 44 mg/l une teneur qui respecte la norme.

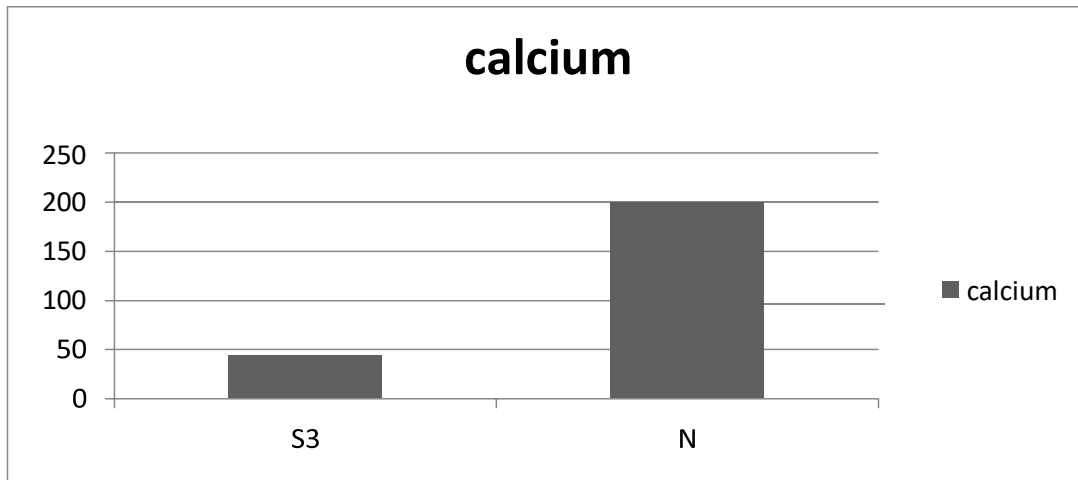


Figure 52. Les résultats du Calcium. (Eau de source)

- **Le résidu sec**

La valeur du résidu sec pour l'eau de source S3 est de 190 mg/l, cette valeur est toujours dans la norme.

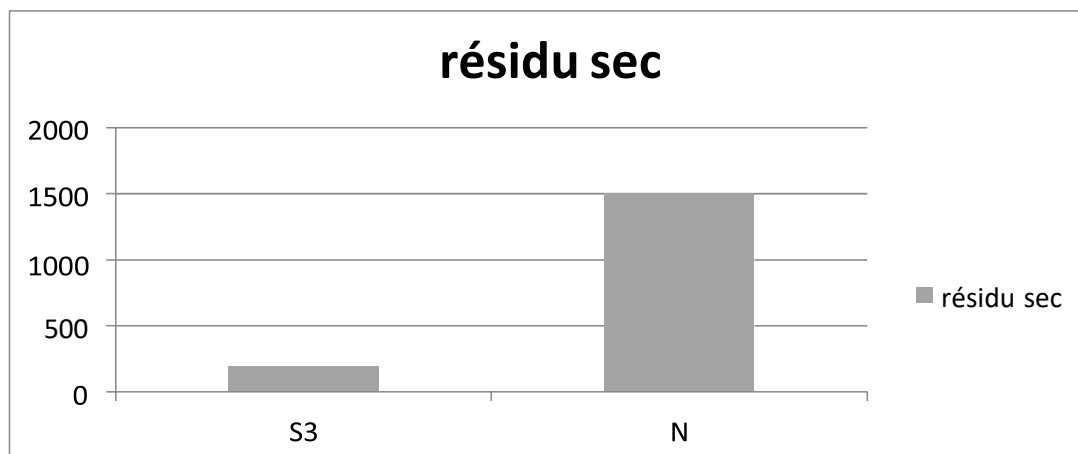


Figure 53. Les résultats du résidu sec (eau de source)

- **Les Sulfates**

Pour les Sulfates on note une valeur de 50 mg/l, cette valeur reste dans les normes recommandées.

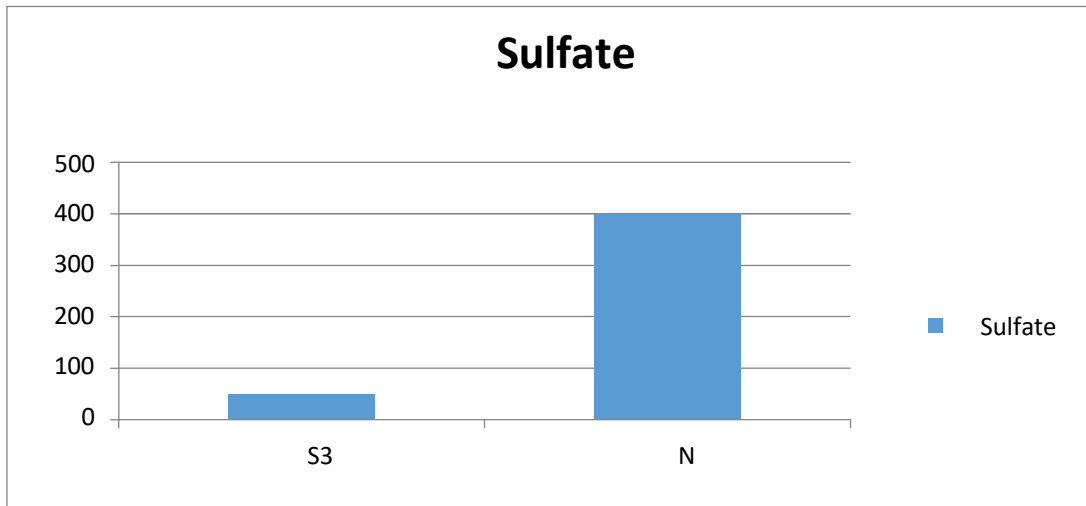


Figure 54. Les résultats du Sulfate. (Eau de source)

- **L'Alcalinité**

L'alcalinité de l'eau de source (S3) est de 46 mg/l, elle est dans la norme.

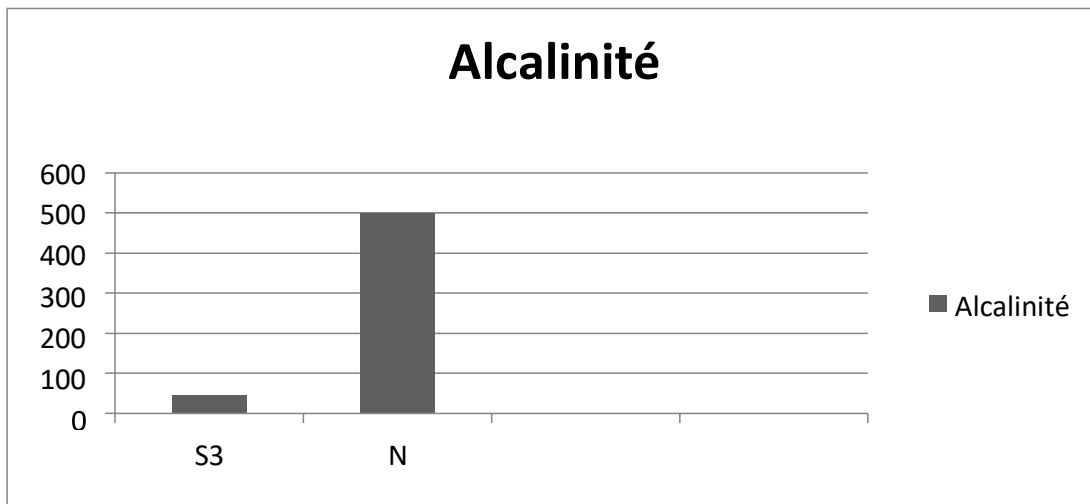


Figure 55. Les résultats de l'Alcalinité.(eau de source)

- **Les Nitrates**

La teneur en nitrate pour l'eau de source (S3) est moins de 0.5 mg/l, elle reste dans les normes recommandées.

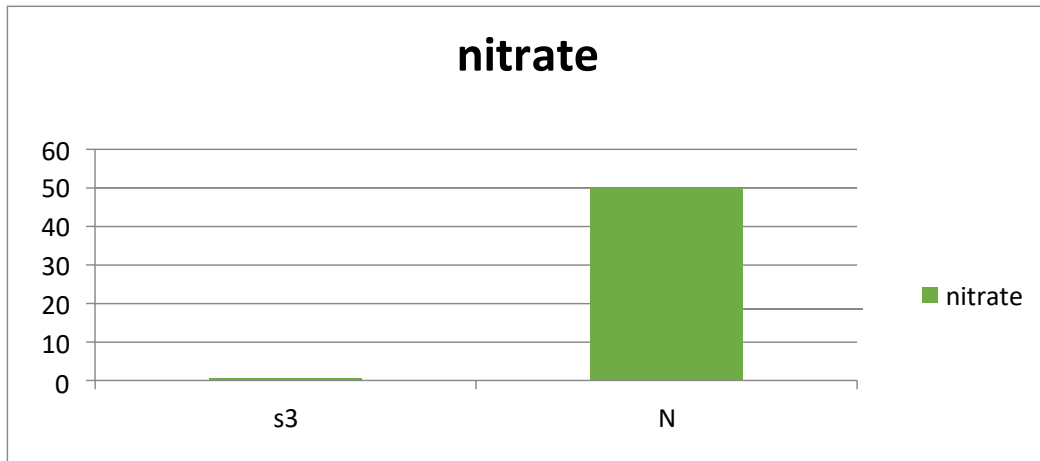


Figure 56. Les résultats du Nitrate (eau de source)

- **Les Nitrites**

La teneur en nitrite pour l'eau de source (S3) est moins de 0.02 mg/l. cette teneur est conforme à la norme.

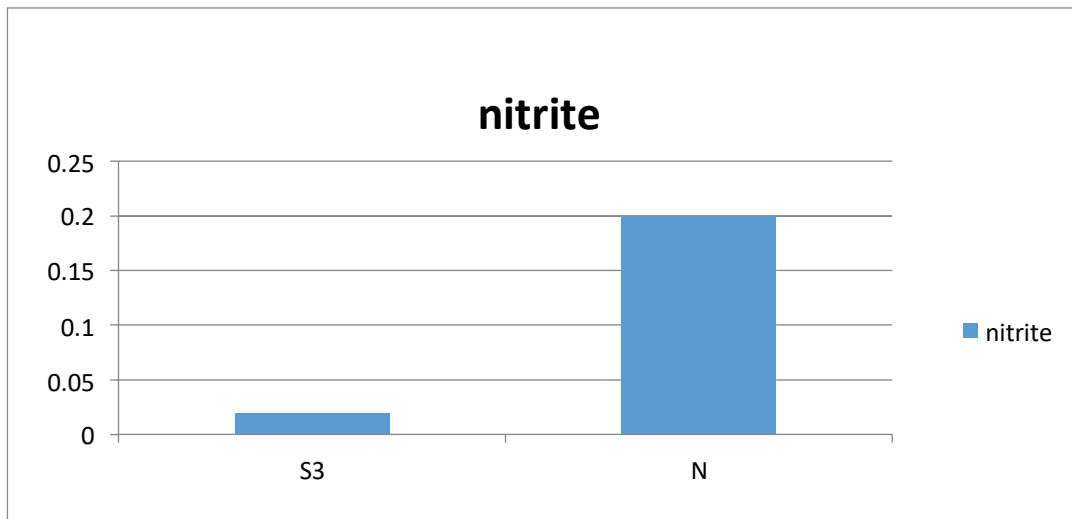


Figure 57. Les résultats du Nitrite. (Eau de source)

- **Ammonium**

La valeur de l'Ammonium pour l'eau de source est de 0.3 mg/l ; cette valeur est dans la norme.

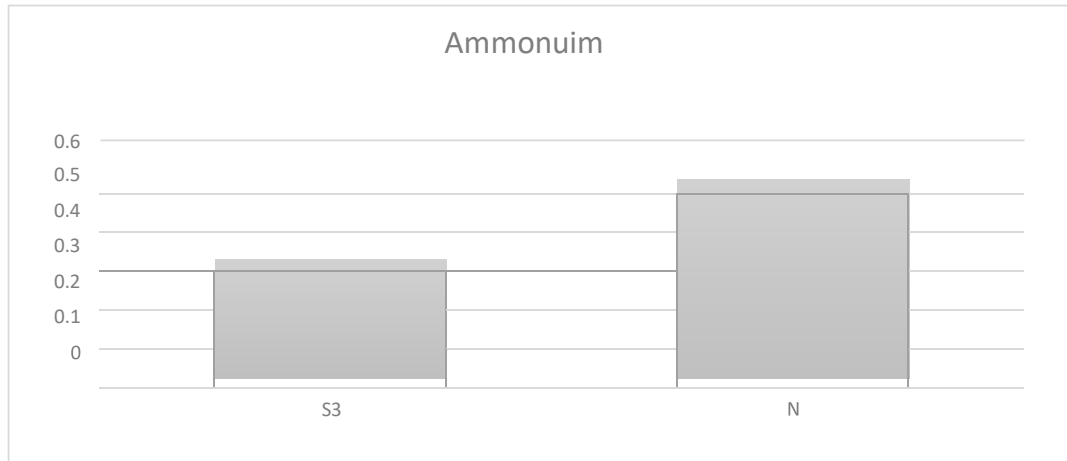


Figure 58. Les résultats de l'Ammonium. (Eau de source).

- **Le cuivre**

La teneur en cuivre est de 2mg/l une valeur qui dépasse la norme recommandée (1.5mg/l).
Quipeut être expliqué par le lessivage des roches environnantes

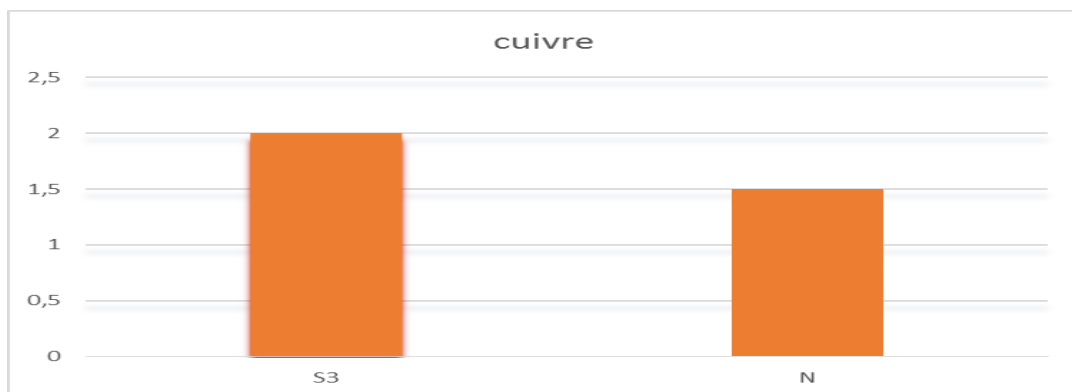


Figure 59. Les résultats du cuivre. (Eau de source).

- **Zinc**

Les résultats obtenue pour l'eau de source est de 3mg/l. cette valeur est dans les normes.

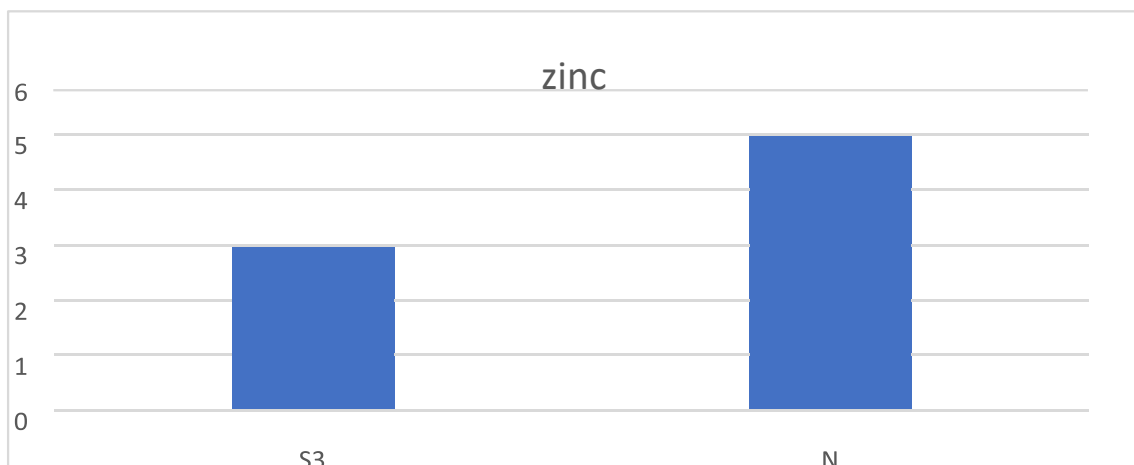


Figure 60. Les résultats du Zinc (Eau de source).

- **Le plomb**

Pour l'eau de source (S3) on note une valeur de 0.01 mg/l ; cette valeur respecte toujours les normes recommandées.

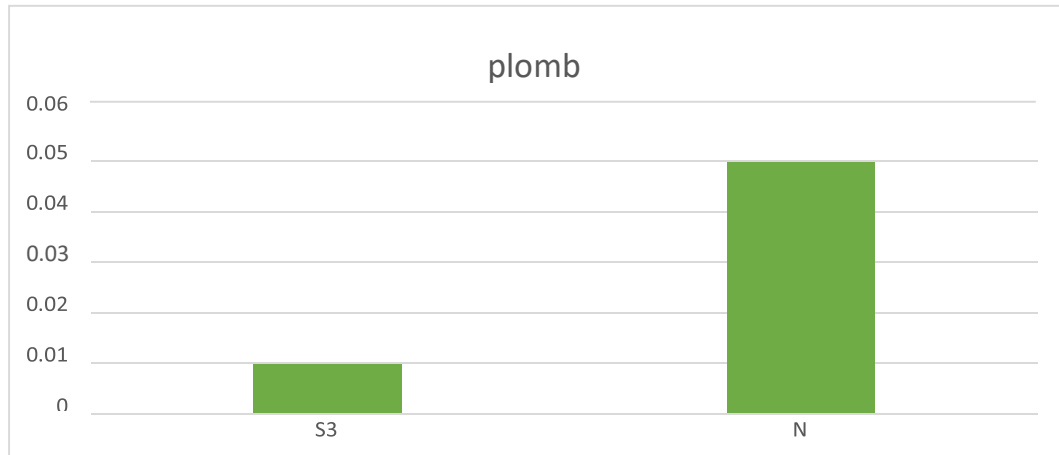


Figure 61. Les résultats du Plomb (eau de source)

- **Les hydrocarbures**

La teneur en hydrocarbures pour l'eau de source est de 0.01mg/l. cette teneur respecte la norme recommandés.

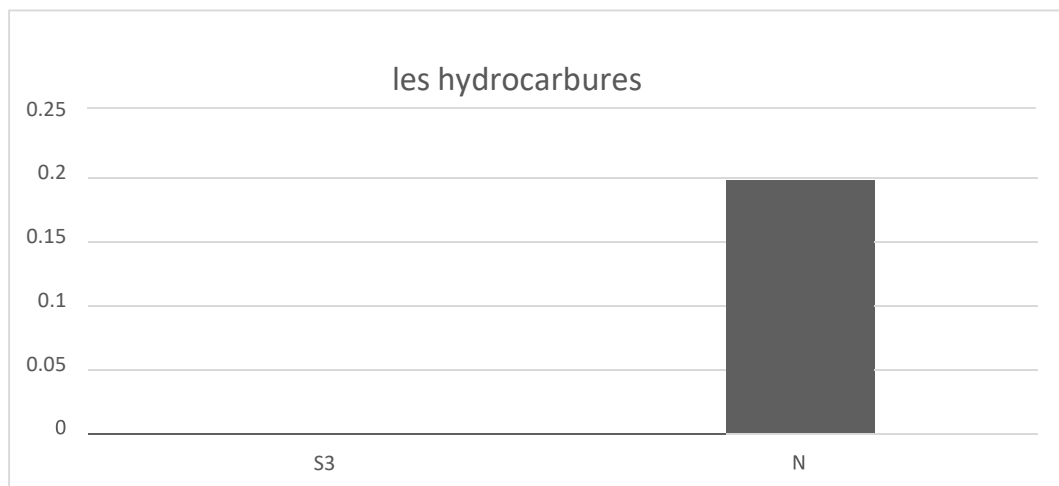


Figure 62. Les Résultats des Hydrocarbures (eau de source).

La comparaison a été effectuée afin de connaître l'impact de la Carrière de marbre sur cette source située au près de cette dernière. Tous les résultats sont dans les normes, par conséquent nous pouvons conclure que les eaux de la source renferment des eaux d'une bonne qualité physicochimique, et que les rejets de la carrière ne présentent pas de risque sur la source.

B/ Les résultats de l'analyse bactériologique

Les résultats obtenus à partir de l'analyse bactériologiques des eaux prélevés au niveau des deux stations (S1, S2) sont présentés dans le tableau (Tab. 2)

S1 : eau de carrière utilisée.

S2 : eau de source.

➤ Les résultats du test présomptif

1) Eau de carrière

Tableau 2 : résultat du test présomptif de l'eau de carrière

Les bactéries	3 tubes de 10 ml (D/C)	3 tubes de 1 ml (S/C)	3 tubes de 0.1 ml (S/C)	Résultats sur la table NPP
Les coliformes totaux (S'effectue au milieu BCPL)	+++	+++	- + -	460
Les streptocoques (s'effectue au milieu Rothe)	+++	+++	+++	1400

2) Eau de source

- **Tableau 3 : résultat du test présomptif de l'eau de source**

Les bactéries	3 tubes de 10 ml (D/C)	3 tubes de 1 ml (S/C)	3 tubes 0.1 ml (S/C)	Résultats sur la table NPP
Les coliformes (s'effectue au milieu BCPL)	++ -	- - +	- - -	15

CHAPITRE 03 : RESULTATS ET DISCUSSION

Les Streptocoques (s'effectue au milieu Rothe)	- - -	- - -	- - -	0
--	-------	-------	-------	---

(+) désigne la présence de la bactérie dans le milieu

(*virage de la couleur au jaune + dégagement de gaz (cas des bactéries coliformes totaux ; milieu BCPL).

(*un trouble microbien ; présence d'une pastille violette au fond de tube (cas de bactéries Streptocoques ; milieu Rothe).

❖ Les résultats du test de confirmation

1) Eau de carrière

Tableau 4 : résultat du test confirmation de l'eau de carrière

bactérie	Repiquer chaque tube de milieu BCPL (+) sur un tube de milieu Schubert + cloche (de 5 à 6 gouttes)	Repiquer chaque tube de milieu BCPL (+) sur un tube de milieu Schubert + cloche (de 5 à 6 gouttes)	Repiquer chaque tube de milieu BCPL (+) sur un tube de milieu Schubert + cloche (de 5 à 6 gouttes)	Résultats sur table NPP
Coliformes thermo-tolérants	+ + +	+ + -	- + -	150
Bactérie	Repiquer chaque tube de milieu Rothe (+) sur un tube de	Repiquer chaque tube de milieu Rothe (+) sur un tube de	Repiquer chaque tube de milieu Rothe(+) sur un tube de	Résultats sur

CHAPITRE 03 : RESULTATS ET DISCUSSION

	milieu Eva Litsky cloche (de 1 à 2 gouttes)	milieu Eva Litsky cloche (de 1 à 2 gouttes)	milieu Eva Litsky cloche (de 1 à 2 gouttes)	table NPP
Les Streptocoques fécaux	+ + +	+ + +	+ + +	1400

2) Eau de source

Tableau 5 : les Résultats du test de confirmation d'eau de source.

Bactérie	Repiquer chaque tube de milieu BCPL + sur un tube de milieu Schubert + cloche (de 5 à 6 gouttes)	Repiquer chaque tube de milieu BCPL + sur un tube de milieu Schubert + cloche (de 5 à 6 gouttes)	Repiquer chaque tube de milieu BCPL + sur un tube de milieu Schubert + cloche (de 5 à 6 gouttes)	Résultats sur la table NPP
Les coliformes thermo-tolérants	- - -	- - -	- - -	0

(+) désigne la présence de la bactérie dans le tube.

(-) désigne l'absence de la bactérie dans le tube .

Remarque

On recherche les Streptocoques fécaux et l'Escherichia coli parce qu'ils sont des germes indicateur de contamination.

* Escherichia coli (indique une contamination récente).

* Streptocoque fécaux (indique une contamination ancienne).

L'analyse bactériologique dévoile que les deux prélèvements représentent une qualité bactériologique satisfaisante.

I. 1. 2. Impact sur les sols

Les opérations minières de la carrière de marbre de Fil-fila modifient régulièrement le paysage environnant en exposant des sols qui étaient précédemment intacts, l'érosion (fig.64) et au tassement (fig.63). Les minerais extraits, les terrils et les matériaux fins dans les tas déchets de roches peuvent entraîner des charges substantielles de sédiments dans les eaux de surface et les voies de drainage des eaux. En outre, les déversements et fuites de matières dangereuses et les dépôts de poussières contaminés fouettées par le vent peuvent conduire à la contamination de sol.(Darkaoui et ouahman , 2018).



Figure 63. Le tassement des sols



Figure 64. Érosion des sols

I. 1. 3. Impact sur L'air

La carrière de Fil-fila engendre forcément l'émission de poussière provenant des différentes activités du gisement .Les émissions des poussières peuvent avoir plusieurs origines avec des proportions variables en parallèle des conditions climatiques du milieu parmi ces sources :

- la foration des trous. (Fig.65).
- Au déplacement et à la circulation des engins de carrière : le passage des véhicules provoque le soulèvement mécanique de fines particules, et la turbulence de l'air. (Fig.66).
- A la station de concassage : notamment les opérations de concassage et de criblage. (Fig.67).
- Au stock des produits fins (fig.68).
- A la chute des blocs extraits le long du front de taille (Fig.69).



Figure 65. Foration des trous.



Figure 66. Le déplacement des engins.



Figure 67. Station de concassage.



Figure 68. Stock des produits fins.



Figure 69. Chute des blocks extraits.

I. 2. Impact sur le milieu biologique

A/ La flore

Les sources de nuisances pour la flore de cette écosystème sont généralement les taux de poussières localisés surtout à proximité de l'unité de concassage et les pistes et ce en relation avec les vents dominants. Les polluants seront accumulés dans les tissus végétaux, et en plus ils affecteront le processus de croissance des plantes. (Darkaoui et ouahman, 2018).



Figure 70. L'impact des poussières sur la flore.

B/ La faune

Pour la faune, on a constaté des mortalités par collision ou écrasement avec véhicules en phase d'exploitation. Les espèces bien recensées pour cet impact sont les reptiles et les Amphibiens, les oiseaux, et les Mammifères. Et aussi la modification du comportement animal, certaines espèces sont attirées par les bords de route (milieux intéressants au niveau alimentaire, par ex. grâce aux animaux écrasés). D'autres fuient ces milieux à cause de bruit des engins et concasseur.

Le gasoil n'est pas entièrement biodégradable, il possède des effets toxiques sur les organismes aquatiques. (Darkaoui et ouahmann, 2018).

I. 3. Impact sur le milieu humain

La carrière a un impact positif de point de vue de nombre d'emplois créés. Elle contribue à la vie économique locale par le recrutement d'une dizaine de personne.

II. Mesures d'atténuation des impacts

Les mesures et les dispositions à entreprendre par les responsables des carrières afin de réduire et si possible supprimer les conséquences dommageables sur l'environnement sont :

Dans cette partie, nous proposons, des recommandations, aux promoteurs et/ou acteurs locaux des mesures économiquement acceptables,

II.1. Sur les eaux

- Construire des bâtiments pour abriter un atelier destiné au maintien des engins, le stockage des hydrocarbures et la vidange des huiles (fosse étanche).
- Installer un déshuileur avant le rejet des eaux de lavage des engins dans la fosse septique, et installer une poubelle pour le ramassage et le stockage des déchets solides ménagers.

Les produits résultants de l'entretien des engins et camions (gasoil) ne seront pas en aucun cas jetés dans la nature. Ils devront être triés et stockés dans des endroits isolés avec un étiquetage, puis repris par des spécialistes des gestions et d'élimination des déchets.

- Concevoir et réaliser une zone de lavage des véhicules et de vidanges des moteurs. (Darkaoui et ouahman, 2018).

II.2. Sur les sols

Les terres végétales décapées et le stérile issus de l'exploitation doivent être accumulés sur une parcelle non exploitable et les protéger contre l'érosion par les eaux de ruissellements, afin de minimiser la charge solide évacuée et de les réutilisées durant la phase post exploitation. (Darkaoui et ouahman, 2018).

II.3. Sur l'air

- Arroser régulièrement les pistes de circulation et le périmètre d'extraction lorsqu'il est nécessaire (période sèche) pour stabiliser les nuages de poussière, et ne pas nuire à la santé humaine et de la flore.
- Réduire la vitesse des camions le long de la piste carrossable et la route limitrophe pour minimiser le bruit et les poussières.
- Respecter le niveau de chargement des camions et leurs bâchages lors du transport.
- Entretenir régulièrement le matériel d'exploitation, concasseur en particulier, et de transport.

- Arroser le stock de matériaux et le stériles en cas de forts vents.
- Equiper la station d'un système de dépoussiérage pour atténuer les effets de la poussière.(Darkaoui et ouahman, 2018).

II.4. Sécurité et hygiène

- En ce qui concerne la sécurité des employées de la carrière, pour éviter et minimiser tout risque d'accidents, elle doit être équipée de matériel de protections telles que les casques, les chaussures du chantier et les gants pour les mains. Les ouvriers en contact directe avec la poussière doivent être équipés par des masques et des lunettes anti-poussières. Par ailleurs, une trousse de premiers secours convenable doive être présente sur place et facilement accessible et prête à l'emploi à tout moment.
- Réalisation du plan de réhabilitation du site Au moment de l'exploitation et à la fin des travaux d'exploitation. (Darkaoui et ouahman, 2018).

CONCLUSION
GENERALE

Conclusion Générale

L'étude des impacts sur l'environnement vise à déterminer l'insertion d'une exploitation en identifiant les effets directs et indirects des carrières et vérifie la prise en charge des prescriptions relatives à la protection de l'environnement.

La présente étude s'est focalisée sur l'évaluation des impacts environnementaux de l'exploitation de la carrière de marbre de Filfila. Durant notre étude nous avons effectué des sorties sur terrain durant lesquelles, nous avons rassemblé des informations nécessaires sur la carrière, nous avons aussi effectué des prélèvements des échantillons d'eau avant et après utilisation dans la carrière afin de voir si la carrière engendre une pollution des eaux, nous avons également analysé une eau de source approximative de la carrière pour voir le risque de contamination des eaux de cette source.

Les résultats ont permis de déduire que la carrière a des effets négatifs sur l'environnement. Notamment sur l'eau, le sol, l'air, le milieu biologique. L'importante source de pollution est les quantités énormes de poussière émise même si la quantité de poussières diminue avec la distance dans l'atmosphère elles affectent toujours l'environnement notamment l'eau, le sol, l'air et le milieu biologique. La végétation endure une certaine perturbation au niveau de l'assimilation chlorophyllienne. Toutes échange entre la plante et l'atmosphère est bloqué.

Les activités de la carrière affecte également les sols qui deviennent avec le temps, de plus en plus stériles, la formation accélérée de croûtes calcaires autour des carrières empêche l'infiltration des eaux, favorise leur écoulement superficiel et réduit le renouvellement des nappes souterraines.

Les résultats d'analyse des eaux de rejets de la carrière montrent qu'il n'y a une pollution qui pourra provoquer une détérioration biologique de l'environnement. Les analyses effectués sur les eaux de source montre que la carrière n'affecte pas la source et qu'il n'ya pas une contamination.

Les mesures de protection de l'environnement que nous avons proposé afin de minimiser les impacts de la carrière qui présente des potentialités socio-économiques importantes et participent au développement financier doivent être prises en compte le plus tôt possible pour corriger les effets néfastes de cette dynamique anthropisée.

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUE

Référence bibliographique

- **Aubertin, M., Bussière B., Bernier L., Chapuis R., Julien M., Belem T., Simon R., Mbonimpa M., Benzaazoua M., (2002).** La gestion des rejets miniers dans un contexte de développement durable et de protection de l'environnement. École Polytechnique, Montréal, Qc, H3C 3A7. 5-8 juin 2002. 67p.
 - **Anonyme.** <https://www.sosnature.org/quel-est-limpact-de-lindustrie-miniére-sur-lenvironnement/> Quel est l'impact de l'industrie minière sur l'environnement.
-
- **Benderradji H., (1999).** Quelle que indices d'appréciation de la pollution mercurifere dans le milieu Eco- géographique de la dépression Azzaba-Nord Est Algerien. 215p.
 - **Boudries A., Mezghache H., (2019)** .Géostatistique et répartition spatiale des différents types de marbre dans le gisement de Fil-fila –Skikda-Algérie Nord Orientale. Rev. Technol, Synthèse, Vol 25, numero1 :16-32(2019).
 - **Bououden D., (2014).** Les carrières de marbre du massif de Fil-fila (Est de Skikda : Algérie nord-orientale) : contexte géologique, minéralogique, qualité des matériaux et méthodes d'exploitation .thèse de magister .Université Mantouri .constantine. 134 p
 - **Bousarra, K., Derdous M. (2011).** Cartographique et pétrographique du gisement de marbre de Fil-Fila –Skikda-. Mémoire d'ingénieur : géologie, Annaba, université Badji Mokhtar. 76p.
 - **Darkaoui A., Ouahman., B. 2019.** Impacts environnementaux de l'exploitation des carrières dans les oasis d'Ouarzazate. Les écosystèmes oasiens. transformations et perspectives de développement, Jan 2019, Ouarzazate, Maroc. hal-02145406v1. 12 p
 - **Doumtsop M., (2022).** Exploitation minière et dégradation de l'environnement : Cas des carrières de la Région de l'Ouest –CAMEROUN. Revue Espace Géographique et Société Marocaine n°58. 118 P.

- **Gasmi,W ,Refice M,(2020).**caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable de la région de M'sila(Dreat,Souamaa,Newara). Memoire de Master Academique . Université Mouhamed Boudiaf-M'sila. 59 P.

- **Hadahdia A., Aliouche S, (2016).**contribution à l'étude de l'origine de la contamination fécale des eaux du barrage bouhamdane-Guelma. Mémoire de master. université 08 Mai 1945 Guelma. 46 P.
- **Hamel T., Saci, A. De Bélair, G, 2020.** Redécouverte d'un subendémique tyrrhénien, *Tuberariaacuminata* (Viv.) Plus gros, fr Numidie (Nord-est algérien).laboratoire de biologie végétale et environnement. Taureau. Soc. linn. Provence, t. 71, 248 p
- **Hamid, B, (2019).****Yousfi** depuis Skikda : "L'Algérie exportera le marbre dans trois ans. Journal Le Maghreb.07 Mars 2019.
- **Henri- louis Jacob, (1990).** Les gites de marbre du Québec, série des manuscrits bruts
- **M. Di. Benedetto, (1997).** Méthode spectrométriques d'analyse et de caractérisation (les métaux lourds),49 p.
- **Rapport interne de l'entreprise, (2008).** Cours pour le personnel d'exploitation et d'entretien. IDAM SKIKDA. REV-0, Juin.2008. 490 p.

- **Rapport interne de l'entreprise, (2014),** Carrière de marbre de fil-fila Projet d'exploitation 2014, entreprise national de marbre ENAMARBRE, Unité carrière à blocs fil-fila, Skikda.

- **Souilah S., Smassel S., (2018).** Impact environnemental de l'exploitation d'une carrière et de sa station de concassage (cas de la carrière de marbre de fil-fila-Skikda-mémoire master. Université 20 Aout 1955-Skikda. 58 P.
- **Medroua A., Saadallah N., (2017).**Les caractérisions physico-chimique et valorisation des boues de marbre issue de la station d'épuration des eaux usée de l'unité de marbre de Skikda, 34 p.
- **Monneaux F., (2021).**le journal des femmes déco, <https://deco.journaldesfemmes.fr>
- **Touahri A., (2013).** Caractérisation physico-chimique et bactériologique de l'eau de consommation de la commune de BOUINAN (wilaya de BLIDA), 55 P .
- **Centre régional pour l'eau potable et l'assainissement à faible cout centre collaborant de l'OMS,(2017) ,** Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées protocole de détermination des paramètres physico-chimique et bactériologique, 43 p