

## IMPACT DE L'INDUSTRIE DE CIMENT SUR L'ENVIRONNEMENT (EAU-SOL-AIR). CAS DE LA CIMENTERIE ERCE. TEBESSA. ALGERIE

Hamiri.Manel<sup>1</sup>, Goudjil.Taher<sup>1</sup>, Rouabhia.Abdelkader<sup>2</sup>, Aouimeur.Meriem<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département de biologie, université de Tébessa., Algérie. E-mail : [manalhmi@yahoo.fr](mailto:manalhmi@yahoo.fr); [meriemaoui@yahoo.fr](mailto:meriemaoui@yahoo.fr)

<sup>2</sup> Département d'hydrogéologie, université de Tébessa., Algérie, E-mail: [Rouabhia22@yahoo.fr](mailto:Rouabhia22@yahoo.fr)

### Résumé :

La présente étude traite l'impact des rejets atmosphériques de la cimenterie sur les propriétés physico-chimiques des eaux souterraines de la plaine, cette étude est basée sur :

- La collection des poussières dégagées par la cimenterie déposées sur des bacs placés autour de la cimenterie.

- Échantillonnage de l'eau de 45 puits distribués dans la plaine.

Nous avons dosé les éléments minéraux dans l'eau que l'on trouve dans la poussière.

D'après une analyse chimique de la poussière concernant les éléments minéraux : CaCO<sub>3</sub>, MgO, Cl, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, SO<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et SiO<sub>2</sub> et une analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau concernant les éléments minéraux ; chlorures, SiO<sub>2</sub>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, sulfates, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, la conductivité et la salinité, on trouve dans l'eau une quantité très importante de ces éléments, ce qui confirme la dégradation de la qualité des eaux souterraines par les poussières et les gaz émis par la combustion au niveau du four tel que SO<sub>2</sub> qui se combine avec les particules de l'atmosphère et augmente le taux des sulfates dans les eaux souterraines.

**Mots clés :** Eau souterraine, qualité, Rejets atmosphérique, poussière, Plaine d'El Ma El Abiod.

### Abstract

The risk of Underground Water pollution of the plain of El Ma El Abiod by the air emissions from the industry of cement. The cemetery ERCE. Tébessa. Algeria

This study examines the impact of air emissions from the cement on the physico-chemical properties of underground water in the plain, this study is based on:

- The collection of dust generated by cement deposited in bins placed around the cement plant.

- Sampling of water from 45 wells distributed in the plain.

We determined the minerals in water that is found in the dust.

According to a chemical analysis of dust on the mineral element: CaCO<sub>3</sub>, MgO, MgO, Cl, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, SO<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and SiO<sub>2</sub> and analysis of physico-chemical parameters of water on the mineral elements, chlorides, SiO<sub>2</sub>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, sulfate, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, conductivity and salinity, is found in the water a very large quantity of these elements, which confirms the deterioration of underground water quality by dust and gases emitted by burning in the oven as SO<sub>2</sub> which is combined with particles from the atmosphere and increases the rate of SO<sub>2</sub>-4 in underground water.

**Keywords:** Underground Water, quality, air emissions, dust, Plain El Ma El Abiod.

## INTRODUCTION

La pénurie d'eau est devenue un problème crucial en Algérie surtout dans les zones industrielles comme la plaine d'El Ma El Abiod qui possède des ressources hydriques très importantes et en même temps possède plusieurs sources de pollution essentiellement la cimenterie ERCE.

Dans le but d'évaluer l'impact de pollution d'origine industriel par l'industrie du ciment sur la qualité de l'eau, une étude a été effectuée dans la plaine d'El Ma El Abiod, cette étude est basée sur la collection des poussières accumulées dans les bacs placés autour de la cimenterie suivant un rayon de 4Km et le prélèvement de l'eau des puits distribués dans la plaine d'El Ma El Abiod.

## OBJECTIFS

1. Mettre en évidence la pollution de l'eau des puits en comparant plusieurs puits de la région
2. Déterminer la qualité de l'eau de puits de la plaine utilisée comme eau de boisson par l'analyse physico-chimique.
3. Identifier les différentes sources de pollution industrielle des eaux souterraines.
4. Donner des recommandations pour protéger la qualité des eaux souterraines.

## I-LA PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

### I-1-La Plaine D'el Ma El Abiod

- le cadre géographique

La plaine d'El Ma El Abiod est une plaine de 420 km<sup>2</sup>, située au sud-est de la Ville de Tébessa, au nord-est de l'Algérie.

Elle fait partie du bassin versant du chott Melhrir. La topographie est presque régulière, la région est soumise à un climat semi-aride.

La limite Nord de la plaine est formée par Dj Doukane, Dj Anoual et Dj Bouroumane.

La limite Est de la plaine s'approche du territoire tunisien dans la région d'El Houdjbatte.

A l'Ouest se trouve la plaine de Cheria. La limite du Sud constituée par Bir El Ater

La moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 220mm, tandis que l'évapotranspiration réelle et l'infiltration sont respectivement de 210 et 10 mm/an.

La plaine a vocation essentiellement agricole, a connu un développement industriel très important et consommatrice d'eau, présente principalement par l'industrie du ciment ERCE, celle du verre SOVEST, celle des tubes roulés ANABIB.

- la nature du sol

La nature du sol de la région est sable argileuse [01].

- Le niveau piézométrique

L'objectif principal de l'étude de la piézométrie est de visualiser la direction de l'écoulement horizontal et éventuellement vertical, ainsi que la profondeur du niveau d'eau dans le sol. En effet, les eaux souterraines sont le moyen de transport de toute substance minérale ou organique.

Le niveau piézométrique du mois d'octobre 2002 montre que le sens de l'écoulement se fait vers le sud pour les zones Est, Ouest, Nord, la profondeur du plan d'eau est faible au sud et au centre, caractérisée par une surexploitation [01].

- L'infiltration

L'infiltration qualifie le transfert de l'eau à travers les couches superficielles du sol. Il apparaît que la capacité d'infiltration finale varie entre 0,4 et 6 cm/h sur l'ensemble du bassin, les zones Est, Ouest, Sud a une capacité d'infiltration moyenne et très élevée au Nord.

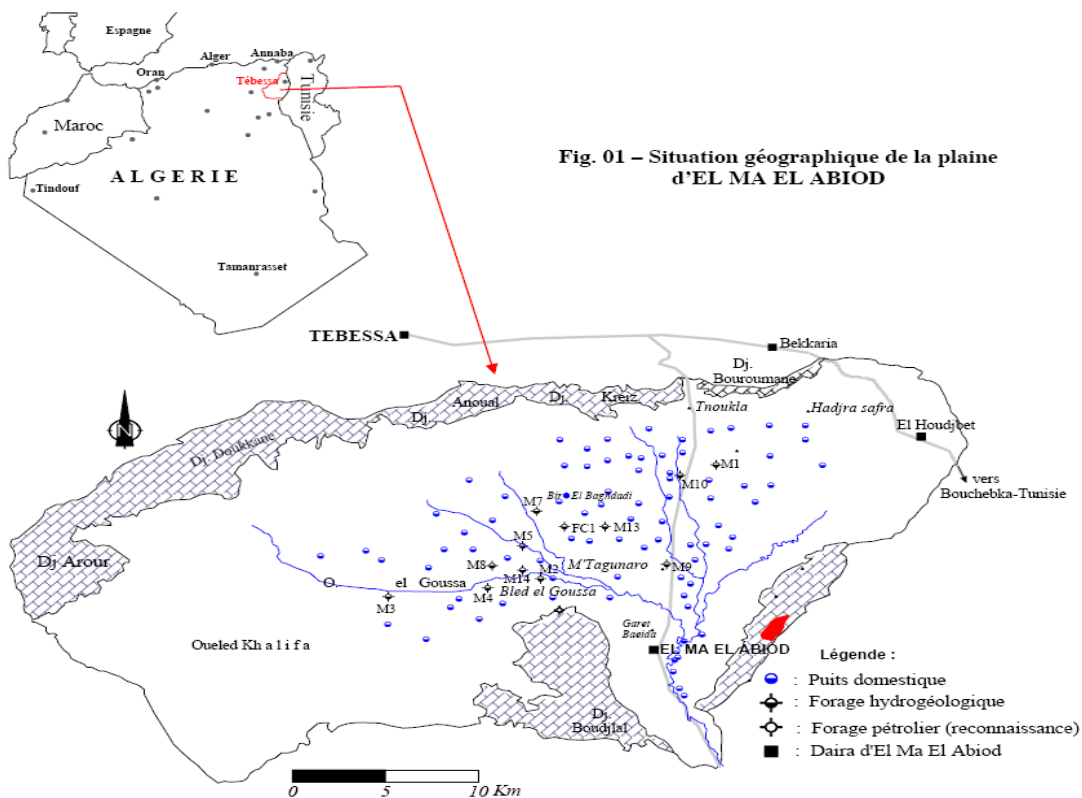
### I-2-LA Cimenterie Erce

Elle est implantée à 26 km au sud de Tébessa et à 35 km des frontières Algéro-Tunisienne, elle a été créée en 1993, est rentrée en exploitation en 1994, avec une capacité de production de 500000 tonnes/an. Elle est dotée d'une ligne de la cuisson par voie sèche des matières premières, elle produit du ciment portland (CPJ 45) à partir du clinker, du gypse et du laitier, elle a été certifiée aux normes de qualité ISO 14001 en 2004 [03].

Des signes de déséquilibre écologique ont été remarqués lors la réalisation du travail :

- Au niveau atmosphérique, ces signes se traduisent par une couche poussiéreuse résultant des rejets de la cimenterie et de sa carrière
- Au niveau de l'agriculture par une diminution sensible de la production potagère et végétale,

Au niveau sanitaire par multiplication des cas des maladies liées à cette industrie



## II-L'ANALYSE CHIMIQUE DE LA POUSSIERE

### II-1-matériels et méthodes

#### L'échantillonnage local

Il s'effectue à l'intérieure de l'usine, nous avons prélevés la poussière de la cheminée provenant de l'électrofiltre.

#### L'échantillonnage régional

1. Prélèvement des échantillons provenant de la carrière du calcaire.
2. Prélèvement des échantillons du sol de la plaine.
3. L'échantillonnage des poussières dégagées par la cimenterie déposées sur 36 bacs, selon les étapes suivantes :
  - *Placement des bacs*

Les bacs sont des plateaux rectangulaires, chaque bac déposé à une surface de  $2086.5 \text{ cm}^2$  et 4 cm d'épaisseur.

- *La récolte de la poussière*

La récolte s'effectue pendant 6 mois (Avril à Septembre 2007), on a cinq prélèvements pour chaque échantillon, le prélèvement comporte trois étapes :

1. Le prélèvement des dépôts secs, à l'aide d'un pinceau, et sont conservés dans des boites.
2. Le lessivage du bac par l'eau distillée pour collecter la poussière sédimentée dans toute la surface du bac, le lixiviat a été met dans le flacon. Puis évaporé dans un bécher et on l'ajoute à la poussière sèche.
3. Si on a des précipitations, il faut prélever le lixiviat issu du mélange de l'eau de pluie avec la poussière accumulée dans les bacs [03].

### II-1-2-PREPARATION DES ECHANTILLONS DU POUSSIERE

- Le séchage à l'étuve de l'échantillon de 8 g pendant 24 heures
- Le broyage mécanique pendant cinq minutes
- La préparation de la pastille à l'aide de la pastilleuse

L'analyse par Spectrophotomètre à rayon X (QCX) :

Cette méthode permet de déterminer les principaux éléments constituant les matières premières et le ciment et le clinker, le QCX est un système de contrôle de la qualité par rayon X qui permet de détecter les neuf oxydes  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$  et  $\text{Cl}$ , et les résultats sont affichés dans un ordinateur lié avec l'appareil, à l'aide d'un logiciel spéciale pour tous les échantillons en question.

## II-2- RESULTATS ET DUSCUSSION

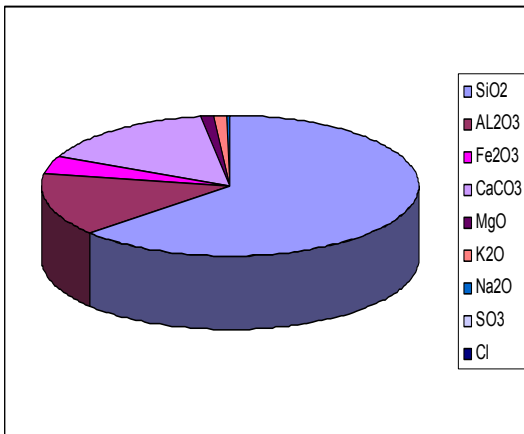


Fig.02-La composition chimique du sol

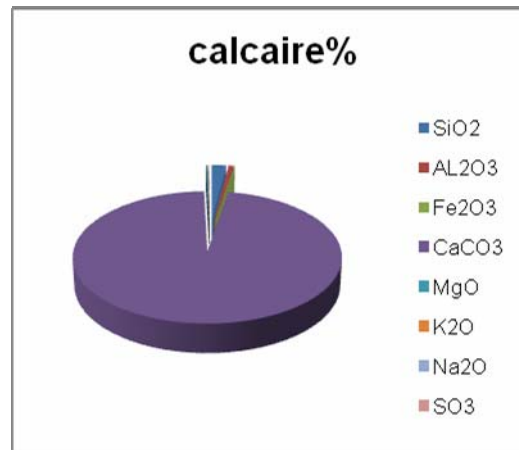


Fig.03-La composition chimique des échantillons de la carrière (calcaire)

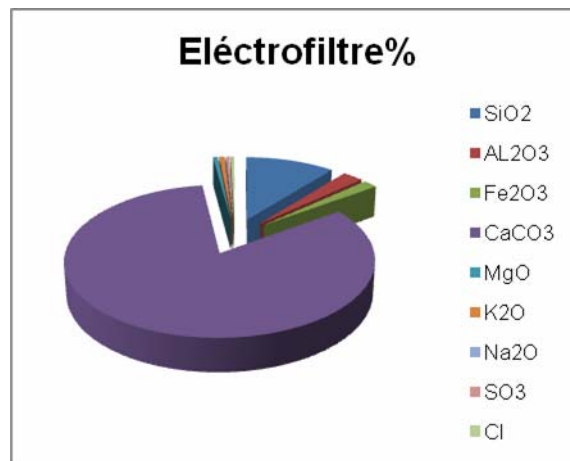


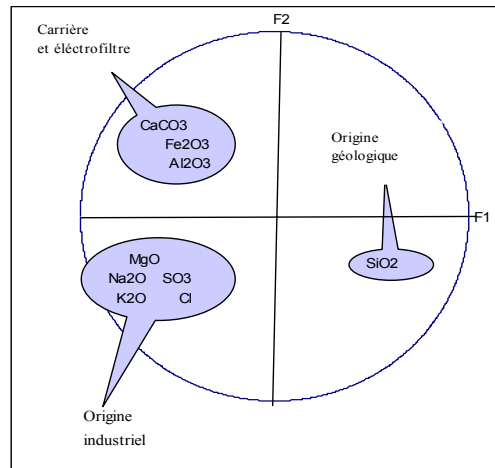
Fig.04-La composition chimique des échantillons de l'électrofiltre

D'après les cercles (Figures.02, 03, 04) on constate les observations suivantes:

Les taux des éléments SiO<sub>2</sub> et Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dans le sol sont très élevés par rapport aux autres éléments.

Le taux de l'élément CaCO<sub>3</sub> dans le calcaire est très élevé, supérieure à 95%.

L'analyse chimique des échantillons de la poussière de l'électrofiltre présente une très forte teneur en CaCO<sub>3</sub> supérieure à 80% , et une teneur assez élevée en silice, et une faible teneur en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, SO<sub>3</sub>, et en Cl [03].



**Fig.05**-Cercle (ACP) des données chimiques de la poussière déposée sur les bacs (septembre 2007)

L'observation du cercle formé par les axes  $F_1$  et  $F_2$  (figure.05) montre une opposition entre trois groupes des poussières :

Le groupe des poussières riches en  $SiO_2$

Le groupe des poussières riches en  $Al_2O_3$ ,  $CaCO_3$  et  $Fe_2O_3$

Le groupe des poussières riche en  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $SO_3$ ,  $MgO$  et  $Cl$

Cette ressemblance est expliquée par l'origine de chaque variable, pour le groupe des individus riche en  $SiO_2$ , l'origine est le sol avec l'intervention des paramètres climatiques comme la direction du vent et la distance entre les bacs et la source de pollution atmosphérique (la cimenterie) qui peut enrichir la poussière déposée dans les bacs par la silice issue de la poussière de l'électrofiltre.

Le groupe des individus riche en  $Al_2O_3$ ,  $CaCO_3$ ,  $Fe_2O_3$  et la carrière du calcaire et la poussière dégagée par l'électrofiltre,

L'origine du groupe des individus riche en  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $SO_3$ ,  $MgO$  et  $Cl$ , est la cimenterie, surtout dans les zones de la fabrication du clinker et de l'expédition [02,03 ,05].

## IV-L'ANALYSE CHIMIQUE DES EAUX SOUTERRAINES

### IV-1-MATERIELS ET METHODES

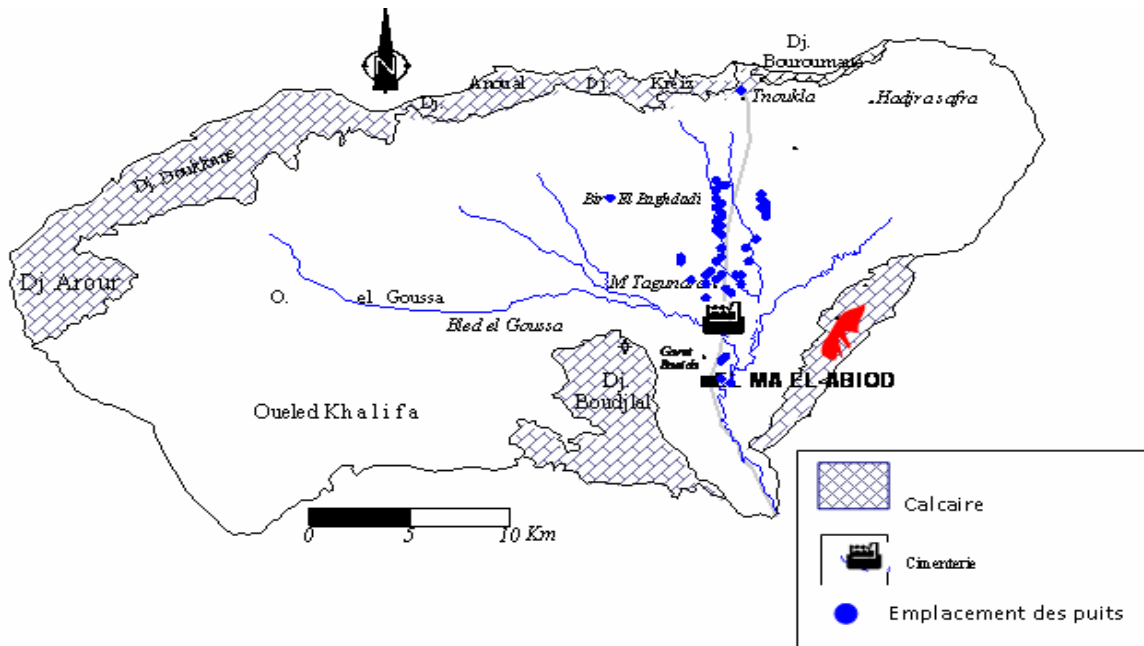


Fig.06- Inventaires des puits dans la plaine

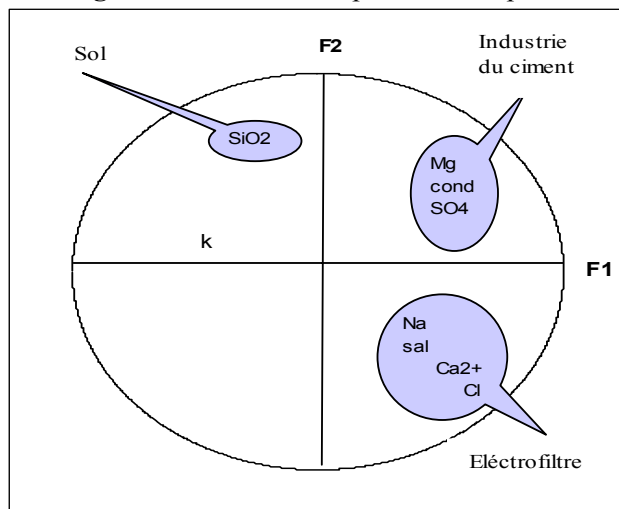


Fig.07- Représentation graphique en ACP des données chimiques (eau)

#### IV-2-INTERPRETATION DES RESULTATS

Nous avons utilisé une méthode statistique dite d'analyse en composante principale (ACP). L'observation du cercle formé par les axes  $F_1$  et  $F_2$  (figure ) montre selon l'axe  $F_2$  une opposition entre les eaux faiblement minéralisées riche en  $SiO_2$  et les eaux riches en  $SO_4^{2-}$  et  $Mg^{2+}$  qui ont une forte conductivité, occupant la partie positive de l'axe.

Selon l'axe  $F_1$ , on note une opposition entre les deux groupes précédents et les eaux fortement minéralisées riches en  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$  et  $Na^+$  qui ont une forte salinité et qui sont situées dans la direction NNE.

Cette répartition met en évidence trois origines des eaux : la première, endogène, est caractérisée par la présence de la silice liée aux sable de la plaine , la deuxième , est caractérisée par la présence de  $SO_4^{2-}$ ,  $Mg^{2+}$  et une forte conductivité, l'origine de  $SO_4^{2-}$  est les rejets industriels gazeux issus de combustion du gaz naturel dans la cimenterie qui libèrent  $SO_2$  et se transformer en  $SO_4^{2-}$  tombé au sol avec la pluie et ensuite atteindre l'eau souterraine, et l'origine exogène des eaux riches en  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$  et  $Na^+$  est liée par la qui est la poussière atmosphérique dégagée par la cimenterie riche en carbonate de calcium et par la poussière provenant de carrière du calcaire riche en chlore .

Pour les groupe des individus riche en  $Al_2O_3$ ,  $CaCO_3$  ,  $Fe_2O_3$  et le groupe riche en  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $SO_3$ ,  $MgO$  et  $Cl^-$  son origine est la poussière dégagée pare l'électrofiltre, avec l'intervention des paramètres climatiques et la qui entraînent l'augmentation ou la diminution des taux des ces éléments dans la poussière.

La pollution apparaît lorsque les concentrations des éléments minéraux dépassent les normes des potabilités

-le groupe des individus riche en  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $SiO_2$   $Na^+$  sont situés à 2500 m de l'usine dans la direction NNW où on constate que la  $SiO_2$  présent de concentration supérieure à la norme (10mg/l) de l'ordre de 25mg/l, et le  $SO_4^{2-}$  présent de concentration supérieure à la norme (250mg/l) de l'ordre de 279.85mg/l.

Pour le groupe des individus riche en  $Cl^-$  et  $Ca^{2+}$  sont situées à 3150 m de l'usine dans la direction NNW où on constate que les valeurs de conductivité comprises entre 451 à 1069  $\mu S/cm$  et indiquent que les eaux de la nappe sont moyennement à fortement minéraliser.

Le point d'eau qui est situé à 4150 m de la cimenterie dans la direction N, est caractérisé par des taux très faibles des éléments minéraux :  $SO_4^{2-}$  85.6 mg/l,  $SiO_2$  13.4 mg/l,  $Cl^-$  53.88mg/l et  $Ca^{2+}$  92 mg/l.

Donc, les valeurs des éléments minéraux dissouts dans l'eau confirment la pollution de l'eau par la poussière de la cimenterie, on tenant compte la vitesse de solubilité de poussière dans l'eau et la vitesse de l'infiltration de l'eau chargée par la poussière à travers le sol depuis l'implantation de l'usine [03,06] .

#### CONCLUSION

Les cimenteries et les carrières situées en zones périurbaines, contribuent de ce fait de façon relativement importante à la diffusion des poussières sur l'ensemble de la zone et dans l'atmosphère. En plus de leur action toxique sur la végétation et sur l'eau, elles contribuent aussi à une contamination importante des sols. Ceux ci vont donc à leur tour contaminer les plantes .La composition chimique des eaux est influencée par le lessivage des formations du sol traversé et l'infiltration des eaux, et par la transmission de l'eau chargée par les particules des poussières produit par la cimenterie à travers le sol, et par l'influence des paramètres climatiques comme la direction du vent et les moyennes des précipitations et l'éloignement entre les puits et la cimenterie, qui entraînent la modification des taux des ces éléments dans le sol et ensuite dans l'eau souterraine

Les analyses chimiques des poussières accumulées dans les bacs montrent une élévation de taux de silice et de  $CaCO_3$ , qui sont à du sol et la carrière du calcaire et le poussière de l'électrofiltre.



L'analyse chimique du sol montre une élévation de taux de silice et  $Al_2O_3$ ,  $CaCO_3$  d'origine géologique (la nature du sol de la plaine) et industriel (la cimenterie).

L'analyse physico-chimique de l'eau des puits montre une forte concentration en calcium, sulfate, magnésium, sodium, la silice, et en chlorure, qui augmentent au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'usine, nous pouvons expliquer les différentes constatations par la pollution chimique des eaux à la poussière de la cimenterie.

A partir de cette étude, on a montré que la plaine d'El Ma El Abiod est affectée par les rejets atmosphériques qui contaminent l'air, le sol et l'eau souterraine et les êtres vivants, pour ce la, il faut diminuer les taux des polluants dégagés par l'installation de filtre à manche en remplaçant l'électrofiltre de la cimenterie.

## RECOMMANDATIONS

Un certain nombre de recommandations peut être proposé,

- Réaliser un large programme de mesures et de relevés, doit porter sur la qualité de l'air, l'état des sols et des plantes, et les pratiques agricoles, et la formation du personnel spécialisé dans le domaine de la lutte contre la pollution et la protection de l'environnement doit être mise en œuvre le plus rapidement possible.
- L'installation de dépoussiéreurs à manche pour récupérer la poussière dégagée par la cheminée de la cimenterie.
- Planter des espèces de plantes arborescentes et résistantes, et servir de barrières à la dispersion des poussières.
- Il est recommandé aux responsables de la cimenterie de prévoir un programme d'évaluer et de suivre les répercussions réelles qui se manifesteront pendant l'exploitation afin de protéger l'environnement.

Améliorer le réseau des observations météorologiques qui a un rôle primordial dans la dispersion et l'accumulation des polluants atmosphériques

## BIBLIOGRAPHIE

[01]- Abdelkader Rouabhia, Vulnérabilité et risque de pollution des eaux souterraines de la nappe des sables miocènes de la plaine d'El Ma El Abiod Nord-Est Algérien. Thèse de doctorat, université d'Annaba : 2006. 197p

[02]- Annabelle Berger, Les impacts du réseau routier sur l'environnement, institut français de l'environnement : octobre 2006, n°114, 4P.

[03]- Hamiri Manel, Impact de l'industrie du ciment sur la qualité des eaux. Souterraines Cas de la cimenterie d'El Ma EL Abiod. Tébessa. Algérie. Mémoire de Magister, université de Tébessa : 2008, 99p.

[04]- Jean Rodier et al., L'analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8<sup>e</sup> édition, Dunod, Paris:1996, 1383p.

[05]- M. El Kharmouz, : Évaluation de l'impact des matières en suspension émises par la cimenterie Holcim-oujda sur la germination et la croissance de l'orge (*Hordeum Vulgare*) : essais expérimentaux. 3<sup>em</sup> journées internationale des géosciences de l'environnement, université Chouaib Doukkali. Département de géologie : le 8, 9, 10 juin 2005, MAROC.

[06]- M Amharref, A. Bernoussi, Evaluation du risque à la pollution des eaux souterraines. 3<sup>em</sup> journées internationale des géosciences de l'environnement, université Chouaib Doukkali. Département de géologie: 2005, MAROC.