



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET
DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option : Qualité des produits et Sécurité Alimentaire

Thème :

*SITUATION ACTUELLE DE LA POLLUTION AZOTEE DES EAUX
SOUTERRAINES DANS LE PERIMETRE IRRIGUE*

GUELMA-BOUMAHRA

Présenté par :

- ABDRAMAN Dahab Ahmat
- MESSAADIA Abdelaziz
- MOHAMED Houmadi Bacar

Devant le jury composé de :

Président : M^RGHRIEB Lassaad : M.C.BUniversité de Guelma

Examineur : M^RNOUAR Tahar : M.C.A Université de Guelma

Encadreur : M^RKACHI Slimane: M.C.AUniversité de Guelma

Juin 2014

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos sincères remerciements en premier lieu à Allah le maître de l'Univers qui nous a donné la force et que par sa grâce nous avons pu achever ce travail.

Nous exprimons un grand remerciement à nos proches et à tous ceux qui nous ont aidé à réaliser ce mémoire de fin d'études notamment **Dr KACHI Slimane** notre encadreur pour ses conseils précieux ainsi que son suivi continu durant toute la période de réalisation de ce travail sans oublier les responsables de laboratoire de contrôle de qualité d'Héliopolisde nous avoir aidé pour la partie pratique.

Nous tenons aussi à remercier **Mr :GHRIEB Lassaad**d'avoir accepté de présider le jury et**Mr : NOUAR Tahar**l'examineur.

Nos remerciements vont aussi également à tous les enseignants du département de biologie de l'université de Guelma pour toutes les connaissances qu'ils nous ont fournies.

Et enfin nous souhaitons une bonne chance et une bonne suite à tous nos collègues de la promotion sortante 2014 du master Qualité des produits et sécurité alimentaire.

DEDICACE

A mes parents

Dahab Ahmat Arabi

Haram Hassan Ahmat

A tous les membres de ma famille

A mes frères et sœurs

A mes oncles, tantes, cousins et cousines

A tous mes professeurs

A tous mes collègues

et amis

A tous mes compatriotes de Guelma et d'ailleurs

A ceux qui me sont chers

Avec tout mon amour je leur dédie Ce modeste travail

Abdraman Dahab Ahmat

DEDICACE

A mes chers parents

A mes cinq frères et ma sœur Ridhioine,

A mon oncle Badrou qui m'a aidé à surmonter les difficultés de la vie,

A mr Hamada qui m'a formé,

A mon Cherami Bampoe alias Said Bacar,

Et enfin à Khaoum Maoudjoud mon meilleur ami.

Mohamed Houmadi Bacar

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à:

Mes chers parents : (Messaadia Mohamed labidi et Messaadia Hafsia)

*Mes frères et leur enfants : (Noressadate, Sadek, Lourdi, Elhadi,
Toufique), (Ritage et Maria)*

Ma sœur et leur enfants : (Farida) et (Oussama et Asma)

*Mes Chersamis: Tareq, Sami, Alla, Haroun, Salim, Mostapha,
Koko, badis, Mohamed, Saida, Khawla, Abdallah, Fitoure,
Djamel, Xmen.*

*Tous mes amis d'étude: Mohamed, Abderrahmane, Toufique, Sami,
Samir, Groupe19.*

*A tous mes collègues de la promotion « Qualité des produits et sécurité
Alimentaire »*

A toute la famille : Messaadia

Messaadia abdelaziz

LISTE DES ABREVIATIONS

° : degré

°C: degré Celcius

°k:degré Kelvin

%:pourcent

/ : Prime

AEP: Assainissement d'eau potable

Ca₂⁺ : ion calcium

Cd : cadmium

Ch₂o : matière organique

Co₂: dioxyde de Carbone

Cr : Crome

DA:déficitaire

DA/Kg: dinars par kilogramme

ENAGEO :entreprise nationale de géophysique

ETP: évapotranspiration potentielle

ETP: évapotranspiration réelle

Exd : excédentaire

Fe: fer

Fig.: figure

G -B: Guelma-Boumahra

g/l:gramme par litre

Hcl:chlorure d'hydrogène

H₂o: l'eau

Hm₃/an:hectomètres cubes par an

H₂so₄: acide sulfurique

i:indice mensuel

I:indice annuel

K: potassium

k: coefficient du bilan hydrique

KO₂:oxyde de potassium

m:mètre

M:température maximale du mois le plus chaud

m:température minimale du mois le plus froid

MES : matières en suspension

mg²⁺ :ion magnésium

mg/l : milligramme par litre

ml : millilitre

n° : numéro

N₂ : azote moléculaire

NH₃ :gaz ammoniac

NH₄⁺: ion ammonium

N^{bre} : nombre

Ni: nickel

Nm: nanomètre

NO:oxyde d'azote

NO₂⁻ : Nitrite

NO₃⁻ : Nitrate

NPK : azote phosphore et potassium

OH⁻ : ion hydroxyde

O₂ : oxygène

OMS : organisation mondiale de la santé

ONID : officinale d'irrigation

P:phosphore

P (mm):précipitation en millimètre

pH :potentiel d'hydrogène

PKa : constante de dissociation

PO₄³⁻:phosphates

Q2:quotient pluviométrique d'Emberger

QX/ha: quintaux par hectare

RFU:réserve facilement utilisable

SAR: coefficient d'adsorption du sodium

SAT: surface agricole totale

SAU: surface agricole utile

SO₃:anhydride sulfurique ou trioxyde de soufre

SO₄²⁻:ion sulfate

T°:température

T:temperature mensuelle

Tab: tableau

UE: union européenne

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Titres	Pages
Tab. 01.	Les différents daïras et communes de Guelma	2
Tab. 02.	Bilan hydrique de Guelma-Boumahra (1972 à 2013)	8
Tab. 03.	Les installations classées de Guelma et les milieux récepteurs de leurs rejets	12
Tab. 04.	Quelques polluants et leurs effets sur l'environnement et la santé humaine	18
Tab. 05.	Les secteurs irrigués	20
Tab.06.	Volumes d'eau pompés d'Oued Seybouse pour les besoins en eau d'irrigation dans le périmètre Guelma-Boucheougouf	22
Tab.07.	Utilisation et dose d'emploi	24
Tab.08.	Utilisation et dose d'emploi	24
Tab.09.	Dosage et méthodes d'application	24
Tab.10.	Dosage et méthodes d'application.	25
Tab.11.	Utilisation et dose d'emploi	25
Tab.12.	Utilisation et dose d'emploi	26
Tab.13.	Utilisation et dose d'emploi	26
Tab.14.	Utilisation et dose d'emploi	27
Tab.15.	Dosage et méthodes d'application	27
Tab.16.	Dosage et méthodes d'application	28
Tab.17.	Utilisation et dose d'emploi	28
Tab.18.	Les équipements	29
Tab.19.	Production agricole et nature de dépenses des spéculations agricoles	30
Tab.20.	Les résultats des paramètres chimiques	45

LISTE DES FIGURES

Figures	Titres	Pages
Fig. 1.	Situation de la wilaya de Guelma	1
Fig. 2.	Barrage de Bouhamdane	5
Fig. 3.	Diagramme Pluviothermique de la région de Guelma (1994 - 2008)	6
Fig. 4.	Situation de la région de Guelma dans le métagramme d'Emberger (1994-2008).	7
Fig. 5.	Ressources naturelles de la wilaya	9
Fig. 6.	Eau usée utilisée pour l'irrigation	11
Fig. 7.	pollution d'origine agricole	14
Fig. 8.	Cycle de l'azote	16
Fig. 9.	Transfert des éléments polluants vers la nappe souterraine	19
Fig. 10.	Carte de location de secteur du périmètre irrigué Guelma-Boumahra	21
Fig. 11.	Evolution des superficies irriguées dans le périmètre Guelma-Boumahra.	22
Fig. 12.	Parcelle de pomme de terre irriguée par aspersion dans le périmètre de Boumahra	23
Fig. 13.	Photo de disfonctionnement du fossé de drainage des eaux d'irrigation dans le périmètre de Guelma	32
Fig. 14.	Carte de situation des points d'eau dans le périmètre irrigué de Guelma	33
Fig. 15.	Un appareil multi-paramètre et un GPS72	35
Fig. 16.	Analyse des paramètres physiques à l'aide d'un multi-paramètre sur le terrain	36
Fig. 17.	Spectromètre d'absorption moléculaire	38
Fig. 18.	Carte représentative de la température	42
Fig. 19.	Carte représentative du pH	42
Fig.20.	Carte représentative de la conductivité électrique	43
Fig.21.	Carte représentative de taux de nitrate dans les eaux souterraines	44
Fig.22.	Carte représentative de taux d'ammonium dans les eaux souterraines	46
Fig.23.	Carte représentative de taux de phosphate dans les eaux souterraines	47
Fig.24.	Carte représentative de taux de sulfate dans les eaux souterraines	48

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1. Situation et description	1
2. Aspect Administratif	2
3. Le relief	3
4. Géologie	3
4.1.Cadre hydrogéologique	3
4.1.1 Nappes alluvionnaire de Guelma	4
a) La basse terrasse (terrasse actuelle).....	4
b) La moyenne terrasse	4
c) La haute terrasse (terrasse ancienne).....	4
5. Alimentation en eau potable.....	4
5.1 Sources d'alimentation.....	4
5.1.1 Barrage de Bouhamdane	4
5.1.2 Les eaux souterraines	5
6. Etude climatique	5
6.1. La relation température – précipitation	6
6.1.1. Diagramme Pluviothermique	6
6.2. Synthèse climatique	6
6.3. Bilan hydrique	7
7. Les Ressources Naturelles	8

Conclusion

.....9CHAP

TITRE II : IMPACT DU PERRIMETRE IRRIGUE SUR LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

1. Introduction	10
2. Les différents types de pollutions dans la zone d'étude	10
2.1. Pollution d'origine urbaine et domestique.....	10
2.2. Pollution d'origine industrielle.....	11
2.3. Pollution d'origine agricole.....	13
2.4. Les principaux indicateurs de pollution	14
2.4.1. Les indicateurs chimiques :	14
2.5. La pollution par les engrais (NPK).....	15
2.5.1. Le cycle de l'azote.....	15
a) Nitrates (NO_3^-).....	16
b) Les nitrites (NO_2^-):	17
c) Ammonium (NH_4^+) :	17
2.5.2. Les phosphates (PO_4^{3-}) :	17
2.5.3. Potassium (k) :	17
2.6. La pollution par les Sulfates :	18
3. Transfert des polluants azotés :	19
Conclusion :	19

CHAPITRE III : PRESENTATION DU PERIMETRE IRRIGUE

GUELMA-BOUMAHRA

1. Introduction	20
2. Présentation du périmètre irrigué de Guelma.....	20
2.1. Sources de l'eau d'irrigation	21
2.2. Volumes d'eaux pompés d'Oued Seybouse.....	21

2.2.1. Evolution annuelle des volumes pompés	21
2.3. L'évolution des superficies irriguées dans le périmètre G-B	22
2.4. Mode d'irrigation dans la zone d'étude	22
2.5. La mise en valeur des sols du périmètre	23
3. Les différents types des engrais utilisés dans le périmètre.....	23
3.1. Les engrais solides	24
3.1.1. Les engrais azotés.....	24
3.1.1.1. Azofert (sulfate d'ammoniaque granulé)	24
3.1.1.2. Sulfate d'ammoniaque 21% cristallisé.....	24
3.1.1.3. Urée 46%	24
3.1.2. Les engrais phosphatés	25
3.1.2.1. Phosfert	25
3.1.3. Les engrais potassiques	25
3.1.3.1. Potafert	25
3.2. Engrais Composés	25
3.2.1. Arbofert	25
3.2.2. Khodafert	26
3.2.3. Multifert	26
3.2.4. Maxifert.....	27
3.2.5. Patfert	27
3.2.6. Weatfert.....	27
a) Dose d'emploi	28
3.2.7. NPK 11 15 15.....	28
3.2.8. P K 20 25	28
4. Les enquêtes effectuées dans le périmètre Guelma- Boumahra.....	29
4.1. Enquête effectuée chez les vendeurs	29

4.1.1 Ville de Guelma et Communes (Boumahra, Belkhire)	29
4.1.2. Questions posées aux vendeurs	29
4.2. Enquête effectuée chez les agriculteurs	30
4.2.1. Agriculture et conduite de l'exploitation	30
4.2.2. Production agricole et nature de dépenses des spéculations Agricole	30
4.2.3. Facteurs et dépenses de la production agricole	30
4.2.4. Gestion de l'eau d'irrigation.....	31
Conclusion	

32 CHAPITRE IV : MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Introduction	33
2. Choix des stations et Prélèvements	33
2.1. Choix des stations	33
2.2. Les prélèvements	34
3. Échantillonnages	34
4. Les Analyses physico-chimiques	34
4.1. Analyses physiques	34
4.1.1. Les matériels du terrain	34
4.1.2. Les paramètres physiques.....	35
a) Potentiel d'Hydrogène (pH).....	35
b) La température (T)	35
c) Conductivité électrique (CE).....	35
d) Oxygène dissous	36
e) Salinité.....	36
4.2. Analyses chimiques.....	36
4.2.1. Nitrate.....	37
4.2.2. Nitrites.....	37
4.2.3. Ammonium.....	39
4.2.4. Sulfate.....	39
4.2.5. Phosphore	40

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Introduction	41
2. Interprétation des résultats	41
2.1. Paramètres physiques	41
2.1.1. Température	41
2.1.2. pH.....	41
2.1.3. Conductivité électrique	43
2.2. Paramètres chimiques.....	44
2.2.1. Les nitrates	44
2.2.2. Les nitrites.....	45
2.2.3. Ammonium	45
2.2.4 .Phosphate	46
2.2.5. Sulfate.....	47
Conclusion	48

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

ANNEXE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RESUME

ABSTRACT

ملخص

L'Algérie a consenti des investissements considérables en matière de mise en valeur agricole et d'aménagements hydrauliques en vue de moderniser son agriculture et assurer en conséquence son autosuffisance alimentaire. De nombreuses zones agricoles ont été en effet développées à l'échelle régionale dont la mise en valeur s'est nécessairement accompagnée par un emploi intensif des engrais azotés.

Le périmètre irrigué de Guelma compte parmi les plus anciens et les plus importants du pays, et connaît une intensification des pratiques culturales. Certes cette intensification a un effet positif sur les rendements agricoles, mais elle présente cependant des incidences négatives en matière de dégradation de la qualité aussi bien des sols que des milieux récepteurs, notamment les ressources en eaux souterraines.

Plus de 80% de la population de Guelma tire ces besoins en eau potable de la nappe alluviale qui est située au sein même du périmètre irrigué.

En conséquence, un diagnostic général sur la qualité des eaux souterraines vis à vis des produits azotés est incontestable afin de pouvoir minimiser les risques de contamination découlant des activités humaines en particulier les activités agricoles.

La démarche adoptée consiste à faire une présentation de la zone d'étude suivie de l'Impact du périmètre irrigué sur la qualité des eaux souterraines et présentation du périmètre irrigué Guelma-Boumahra ainsi que les techniques d'échantillonnages réalisées sur les sites étudiés et la description des différentes méthodes utilisées, d'une part et d'autre part les résultats analytiques et leurs interprétations. Nous terminerons cette présentation par une conclusion et perspectives.

Partie théorique

*Introduction
générale*

Chapitre I :
Présentation de la zone
d'étude

Chapitre II:

*Impact du périmètre irrigué
sur la qualité des
eaux souterraines*

Chapitre III:

*Présentation du périmètre
irrigué Guelma-Boumahra*

Partie pratique

Chapitre IV:
Matérielset méthodes

Chapitre V:
Résultats et discussions

Annexe

*Conclusion
générale*

Références bibliographiques

Résumé

1. Situation et description :

Ville de l'Est Algérien, Guelma est située au nord-est de l'Algérie, à 60 km de la mer méditerranéenne, à 100 km de la métropole Constantine et à 150 km de la frontière Tunisienne. Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les Hauts plateaux et le Sud. La wilaya de Guelma s'étend sur une superficie de 3.686,84 Km² et limitrophe aux Wilayas de: Annaba au Nord, El-Taref au Nord-est, Souk-Ahras à l'Est, Oum El-Bouaghi au Sud, Constantine à l'Ouest et Skikda au Nord-ouest. (Boudra M, 2011)



Fig.01: Situation de la wilaya de Guelma.[1]

Guelma se situe au cœur d'une grande région agricole à 290 m d'altitude, entourée de montagnes (Maouna, Debegh, Houara) ce qui lui donne le nom de ville assiette, sa région bénéficie d'une grande fertilité grâce notamment à la Seybouse et d'un grand barrage qui assure un vaste périmètre d'irrigation.

Elle occupe aussi une position géographique stratégique, en sa qualité de carrefour dans la région nord-est de l'Algérie, reliant le littoral des Wilayas de Annaba, El-Taref et Skikda, aux régions intérieures telles que les Wilayas de Constantine, Oum El Bouaghi et Souk-Ahras. [1]

2. Aspect Administratif :

La Wilaya de Guelma, créée en 1974, comprend 10 Dairas et 34 Communes (tab.01).[1]

Tab.01:Les différents daïras et communes de Guelma.

Dairas	Communes
Guelma	Guelma Ben Djerrah
Guelaât Bou Sbaâ	Guelaât Bou Sbaâ Boumahra Ahmed Béni Mezline DjeballahKhemissi Belkheir Nechmeya
Bouchegouf	Bouchegouf Ain Ben Beida Oued Fragha MedjezSfa
Oued Zénati	Oued Zénati Ain Regada Bordj Sabath
Hammam Debagh	Hammam Debagh Roknia Bouhamdane
Héliopolis	Héliopolis Bouâti Mahmoud El Fedjoudj
Khezaras	Khezaras Bouhachana Ain Sandal
Ain Makhlouf	Ain Makhlouf Ain Larbi Tamlouka
Ain Hessainia	Ain Hessainia Ras El Agba SellaouaAnnouna Medjez Amar
Hammam N'Bails	HammamN'Bails OuedCheham Dahouara

3. Le relief :

La géographie de la Wilaya se caractérise par un relief diversifié dont on retient essentiellement une importante couverture forestière et le passage de la Seybouse qui constitue le principal cours d'eau.

Ce relief se décompose comme suit :

Montagnes: 37,82 % dont les principales sont :

- a) Mahouna (Ben Djerrah) : 1.411 m d'altitude
- b) Houara (Ain Ben Beidha) : 1.292 m d'altitude
- c) Taya (Bouhamdane) : 1.208 m d'altitude
- d) Debagh (Hammam Debagh): 1.060 md'altitude

Plaines et Plateaux: 27,22 %

Collines et Piémonts: 26,29 %

Autres: 8,67 %. [1]

4. Géologie :

La géologie de la région de Guelma est caractérisée par des formations allant du Quaternaire au Trias, présentant ainsi une lithologie très variée et qui comprend essentiellement: les alluvions (sables, graviers, cailloutis...etc.), les grès, les marnes, les argiles et les calcaires. Le fond du bassin correspond à un fossé d'effondrement comblé par des sédiments alluvionnaires d'âge Mio-plio-quaternaire, formant le réservoir aquifère de la vallée de Guelma. Ce remplissage constitue l'ancienne et actuelle terrasse de la vallée de la Seybouse. (Mouchara N, 2009)

4.1. Cadre hydrogéologique :

Les eaux souterraines constituent une part importante du patrimoine hydraulique de la région de Guelma. D'après les études géophysiques ENAGEO. (1971), Algéo. (1997) et CRAAG. (2004), le système hydrogéologique de la région renferme les aquifères suivants:

- Nappe alluvionnaire de Guelma.
- Nappe alluvionnaire de Bouchegouf.
- Nappe des calcaires néritiques et sénoniens d'Héliopolis;
- Nappe des calcaires Eocènes de Ras El Agba- Sellaoua-Announa.
- Nappe des calcaires de Bouhechena.
- Nappe des calcaires de Tamlouka. (Behailil M et al, 2011)

4.1.1. Nappes alluvionnaire de Guelma :

Elle est située dans la vallée de l'Oued Seybouse en grande partie sur sa rive droite. Elle est sillonnée par l'Oued Seybouse d'Ouest en Est, depuis Medjez Amar jusqu'à Nador. (Djabri L, 1996). Ces alluvions sont perméables et sont alimentés par les eaux d'infiltrations des pluies et des apports latéraux du bassin versant de Guelma. Elle est constituée de trois terrasses distinctes (basse, moyenne, et haute). (Mouassa S, 2006).

a) La basse terrasse (terrasse actuelle) :

C'est la vallée dans laquelle coule l'actuel Oued Seybouse. Elle est formée de graviers, de sables et de galets. Son épaisseur croît vers l'Est, elle est de 8 m au Nord de la ville de Guelma et atteint 16 m au Nord-est de Boumahra, Le substratum est constitué de marnes à gypses et d'argiles du Miocène dans sa partie Ouest. A l'Est, il est constitué d'argiles et de grès numidiens. (Mouassa S, 2006).

b) La moyenne terrasse :

Elle est constituée d'un matériel détritique relativement fin en alternance avec des passées argileuses. Le substratum est toujours marneux à gypse. Son épaisseur est plus importante que celle de la basse terrasse (40 m environ). (Mouassa S, 2006).

c) La haute terrasse (terrasse ancienne) :

Elle est située au Sud de la moyenne terrasse et elle est formée d'alluvions grossières Plio-quaternaires (galets, graviers, grès, sables et quelques passées argileuses) perméables. La couche superficielle montre une affinité argileuse nette. Le substratum est aussi constitué de marnes à gypses et d'argiles du Miocène jusqu'à l'Oued Boussora. Vers l'Est, il est constitué d'argiles Eocènes. L'épaisseur de cette partie de la nappe aquifère est plus importante que celles des deux premières et varie de 50 m à 150 m par endroits (H'Fais) entre Belkheir et Boumahra.

La plus grande quantité en eau de la nappe est exploitée par le biais de forages de différentes profondeurs, de puits, et de captage de sources. (Mouassa S, 2006).

5. Alimentation en eau potable:

5.1.Sources d'alimentation :

5.1.1.Barrage de Bouhamdane :

Le barrage de Bouhamdane qui est la principale source d'accès à l'eau potable pour certaines zones urbaines, doté d'une capacité globale de 220 millions de m³. Après 15 années de sa mise en service, une station de traitement des eaux a été installée avec une capacité 30 millions de mètres cubes d'eau potable par ans. Une deuxième station de traitement est actuellement en construction. [2]



Fig.02: Barrage de Bouhamdane. [1]

5.1.2. Les eaux souterraines :

Plus de 80% de la population est alimentée par les eaux souterraines dérivant de la nappe alluviale de Guelma.

On recense près de 1590 points d'eau dont 83 Forages qui présentent une moyenne de 48 Hm³ destinés à l'AEP avec 62 Forages (87,5 %), l'irrigation agricole avec 10 forages (8,3 %) et l'usage industrielle avec seulement 07 Forages (4,2 %). Aussi nous relevons d'autres sources hydriques à usages divers à partir de 467 points traditionnels et 1040 sources en milieu rural .L'ensemble des eaux souterraines totalisent un volume mobilisé de 91,85 Hm³/an.(Forages : 56,56 Hm³/an Soit 61,58 %, Sources : 19,6 Hm³/an Soit 21,34 % et Puits : 15,63 Hm³/an Soit 17,08 %). [2]

6. Etude climatique :

Le climat de Guelma est connu par un hiver plus froid et plus long et un été chaud. L'interprétation des données météorologiques de station de Guelma sur une période de dix ans, et l'établissement de son diagramme solaire s'avèrent être indispensables pour mieux caractériser son climat. Ainsi, que pour définir les climats on devra s'appuyer constamment sur les données moyennes et extrêmes ; d'où peuvent se mesurer les amplitudes moyennes des températures annuelles entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid, et amplitudes des extrêmes absolues de températures quotidiennes (entre le maximum diurne et nocturne).

(Mouchara N, 2009)

6.1. La relation température – précipitation :

6.1.1. Diagramme Pluiothermique:

Selon Bagoules et Gausson, une période sèche est due au croisement des courbes des températures et des précipitations. Cette relation permet d'établir un graphe pluviométrique sur lequel les précipitations sont portées à une échelle double des températures.

D'après ce diagramme établi à partir des données de températures et précipitations de la station de Guelma, on peut distinguer deux périodes :

- La première froide et humide qui s'étale sur 8 mois, du mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai.
- La seconde chaude et sèche qui s'étale sur 4 mois, du mois de Juin jusqu'au mois de Septembre.

La détermination de cette période est d'une grande importance pour la connaissance de la période déficitaire en eau. (Aouissi A, 2009)

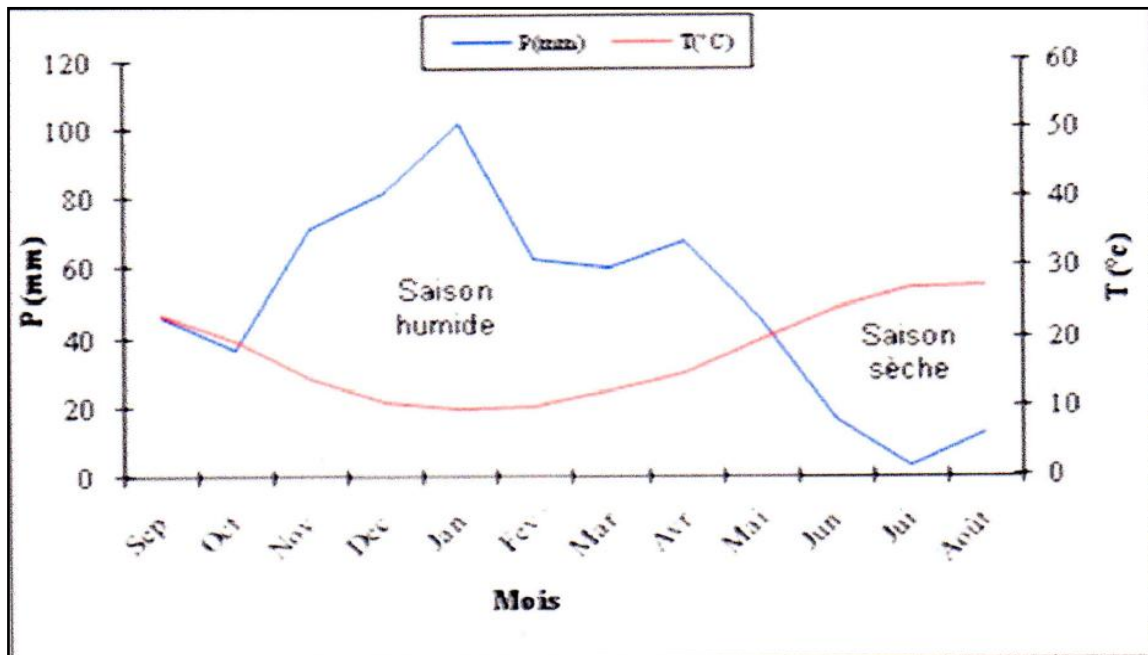


Fig.03: Diagramme Pluiothermique de la région de Guelma (1994 - 2008). (Aouissi A, 2009)

6.2. Synthèse climatique :

Selon Emberger (1963), la région méditerranéenne est subdivisée en cinq étages bioclimatiques. Pour déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude (Guelma), il faut procéder au calcul du quotient pluviométrique d'Emberger (Q2). (Dajoz R, 2000)

$$Q2 = 1000 \cdot p / \frac{(M + m)(M - m)}{2}$$

D'où:

M : Température maximale du mois le plus chaud ($M = 36,34^{\circ}\text{C} = 309,34^{\circ}\text{K}$).

m : Température minimale du mois le plus froid ($m = 4,26^{\circ}\text{C} = 277,62^{\circ}\text{K}$).

P : Précipitation moyenne annuelle $P = 606,1\text{ mm}$

Notre région (Guelma) présente un $Q_2 = 65,10$ ce qui la classe dans l'étage bioclimatique à végétation semi-aride à hiver frais. (Aouissi A, 2009)

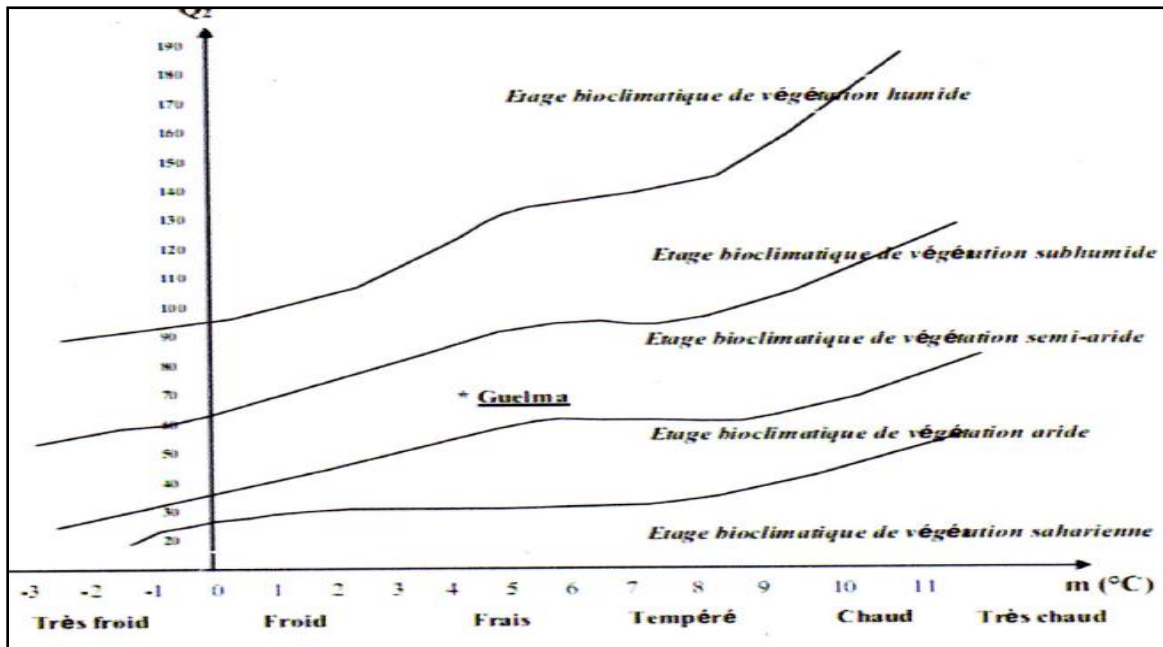


Fig.04: Situation de la région de Guelma dans le métagramme d'Emberger (1994-2008). (Aouissi A, 2009)

6.3. Bilan hydrique :

Les études effectuées dans les stations Guelma-Boumahra de 1972 à 2013 (altitude : 227m, longitude : $7^{\circ}28' \text{ E}$, latitude : $36^{\circ}28' \text{ N}$).

Tab.02: Bilan hydrique de Guelma-Boumahra. (1972 à 2013).

(Habou Allassane I, Issifi Souno I, 2014)

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P(mm)	32	45	66	75	70	66	63	55	50	16	6	77=555
T(C°)	21.2	19	14	11	8.4	10.24	11.38	14.5	19.91	24	26.65	27.56=17.32
i	8.9	7.54	4.75	3.29	2.19	2.96	3.47	5.01	8.10	11.43	12.59	13.25
I	83.48	\sum_{i1}^{12}										
a	1.83	$\sum_{i1}^{12} +0.5$										
K	1.03	0.97	0.86	0.85	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16
ETP	88.06	72.06	41.21	26.50	16.18	23.25	28.20	43.94	78.50	110.51	133.85	142.34
TP _C	90.71	69.90	35.44	22.53	14.07	19.76	29.05	47.90	94.99	132.61	164.64	164.11
P-ETP	-58.71	-24.90	30.56	52.47	55.93	46.24	33.95	7.1	-44.99	-117.71	-158.64	-154.11
RFU	0	0	30.56	83.03	100	100	100	100	55.01	0	0	0
ETR	32	45	35.44	22.53	14.07	19.76	29.05	47.90	94.99	71.01	6	11=428.75
Exd	0	0	0	0	38.96	46.24	33.95	7.1	0	0	0	0=126.25
DA	58.71	24.90	0	0	0	0	0	0	0	62.6	158.64	154.4

NB : RFU=100m.

Ce bilan prouve que durant toute l'année il y a quatre mois excédentaires (Janvier, Février, Mars et Avril), dans cette période le sol est saturé de l'eau, ce qui facilite l'infiltration des produits azotés jusqu'aux nappes souterraines.

L'absence d'excédentaire dans les huit mois sur douze a rendu l'irrigation obligatoire dans cette région, ce qui nous conduit à l'utilisation massive des engrais et des pesticides, et cela constitue des menaces importantes sur ces eaux souterraines.

7. Les Ressources Naturelles :

D'une vocation essentiellement agricole, la Wilaya de Guelma recèle un important potentiel, à savoir :

- Surface agricole Totale (SAT) : De 264.618 Ha, soit 71,77 % de la superficie totale.
- Surface agricole utile (SAU) : De près de 187.338 ha soit 50,81 % de la superficie totale de la Wilaya et 70,80 % de la S.A.T.
- Superficie forestière de 113.182 ha, soit un taux de 30,70 % de la superficie totale de la Wilaya. [1]

D'autre part le sol de la Wilaya de Guelma présente des richesses minières très importantes et peu exploitées. Ces richesses concernent essentiellement :

- Le Kaolin Djebel Debagh (Hammam Debagh)
- Le marbre – Djebel Mahouna.[1]

Cependant, il est attendu que cette superficie évoluera à la hausse grâce à la mise en service totale du périmètre d'irrigation et aux autres projets de mise en valeur irrigués, pour atteindre, à long terme, 26000 ha, soit 13,88 % de la S.A.U. [1]



Fig.05:Ressources naturellesde la wilaya.[3]

Conclusion :

La wilaya de Guelma est dominée par un relief diversifié composé de plaines, vallées, montagnes, plateaux et piémonts. C'est une région de fortes précipitations et de températures plus basses. Ajouter à cela la présence des barrages et des terres fertiles qui lui permet d'être une zone d'irrigation et donc une ville à vocation agricole.

1. Introduction :

La nappe alluvionnaire de Guelma joue un rôle important dans l'alimentation en eau potable de la population. Des études récentes ont souligné l'existence des problèmes de dégradation de la qualité des eaux souterraines au sein même du périmètre irrigué.

Cette nappe d'eau est de plus en plus menacée par les activités industrielles, urbaines, et plus particulièrement les activités agricoles vis à vis de l'utilisation intensive des engrais et des pesticides dans le périmètre.

2. Les différents types de pollutions dans la zone d'étude :

Généralement il existe différents types des nappes aquifères : nappes libres et nappes captives.

La nappe alluviale de Guelma est caractérisée par des alluvions de la basse terrasse avec une épaisseur de 5m, la moyenne terrasse (15m), et de la haute terrasse (150m) de surface perméable. Elle est située au sein même du périmètre irrigué dont la qualité de l'eau est généralement moyenne et semble être dégradée (tendance à la nitratisation) sous l'effet de l'utilisation intensive des engrais chimiques et des produits phytosanitaires.

2.1. Pollution d'origine urbaine et domestique :

La pollution d'origine urbaine ou domestique constitue une source de pollution importante pour les eaux souterraines. Dans le bassin versant de Guelma, toutes les agglomérations situées le long du cours d'eau déversent leurs eaux usées dans l'oued Seybouse ou ses affluents principalement oued Maiz et oued Zimba sans traitement préalable.



Fig.06: Eau usée utilisée pour l'irrigation.(Abdraman et al, 2014)

2.2. Pollution d'origine industrielle :

Guelma-Boumahra est une zone qui a connu récemment un développement industriel (petites et moyennes industries) qui déversent leurs déchets dans les différents cours d'eaux qui se versent par la suite dans Oued-Seybouse qui est la source principale d'eau d'irrigation pour le périmètre.

Ces polluants d'origine industrielle peuvent être troubles, colorés, contenir des matières en suspension, des matières organiques ou minérales dissoutes, des produits acides ou alcalins, des sucres, des huiles, des métaux lourds, des hydrocarbures et des eaux usées industrielles qui vont par la suite polluer les eaux souterraines.

Les installations classées de la wilaya de Guelma, recensées par l'inspection de l'environnement pour l'année 2006, sont présentées dans le tableau suivant :

Tab.03: Les installations classées de Guelma et les milieux récepteurs de leurs rejets.

(Mouchara N, 2009)

Nature de l'activité	Nbre	Milieu récepteur	Caractéristiques du rejet
Raffinerie de sucre	1	Oued Maïz	Forte concentration en matière organique dissoute et en suspension
Fabrication de la céramique vaisselle (Céramique)	1	Oued Maïz	Teneur élevée en MES, Kaolin. Cd, Pb, Cr.
Fabrication de marbre et /ou de carrelage	5	Oued Maïz Oued Seybouse chaâbetMaâmora Oued Boussora	Teneur élevée en MES, ciments blancs
Fabrication de faïence	1	Oued Maïz	Teneur élevée en MES, Pb, Cd
Fabrication de vélo et motocyclette (CY CMA)	1	Oued Maïz	Ni, Cr, Fe
Boissons gazeuses	7	Oued Skhoûne Oued Maïz	Alcalinité élevée, teneur en MES, détergents, DBO
Station de lavage et Graissage	15	Oued Bouhamdane Oued Skhoûn Oued Maïz Oued Zimba Oued Seybouse	graisse, Pb
Imprimerie	8	Oued Skhoûn Oued Maïz	
Abattoir	1	Oued Skhoûne	Forte concentration en matière Organique dissoute et en suspension
Oravie	1	chaâbetMaâmora	Forte concentration en matière organique, germes pathogènes

Laiterie «La Guelmoise »	1	Oued Seybouse	Forte concentration en matière organique dissoute
Conserverie de tomate	1	Oued Seybouse	Teneur élevée en MES, matières organiques dissoutes, pH parfois alcalin
Moulin	3	Oued Seybouse Oued Zimba	Teneur élevée en MES
Fabrication de l'eau de javel	2	Oued Skhoûne Oued Maïz	Chlorure

2.3. Pollution d'origine agricole :

Le secteur irrigué Guelma-Boumahra est l'un des principaux secteurs du périmètre irrigué. Les activités agricoles dans le périmètres'intensifient depuis que les agriculteurs utilisent des engrais chimiques, des herbicides, des insecticides et d'autres produits phytosanitaires pour améliorer le rendement de leurs cultures. Le rejet des résidus de produits phytosanitaires peut se faire directement dans le milieu (pendant le traitement avec la dérive de la pulvérisation), avant, et après le traitement.

Ces produits appliqués ne se dégradent pas immédiatement dans le milieu. Le produit appliqué ou des produits issus de la dégradation de ce dernier peuvent gagner les nappes souterraines. Ces produits ont un impact négatif sur la qualité des eaux souterraines qui constituent la principale source d'approvisionnement en eau potable de la ville de Guelma.

Une autre source de contamination due à l'agriculture a été observée dans la zone d'étude qui est la concentration des élevages entraînant un excédent de déjections animales par rapport à la capacité d'absorption des terres agricoles. Ces déjections, sous l'effet du ruissellement de l'eau et de l'infiltration dans le sous-sol, enrichissent les nappes souterraines en dérivés azotés et constituent une source de pollution bactériologique.



Fig.07: Pollution d'origine agricole. (Abdraman et al, 2014)

2.4. Les principaux indicateurs de pollution :

2.4.1. Les indicateurs chimiques :

Il existe des indicateurs dans la zone d'étude qui peuvent conduire à la pollution des eaux souterraines, voilà des exemples avec leurs origines :

- ✚ Les engrais-nitrates « agricole »
- ✚ Les pesticides ce sont des produits phytosanitaires : origine agricole
 - Contre les insectes : insecticides
 - Contre les mauvaises herbes : herbicides
 - Contre les champignons : fongicides « agricole et industrie »
- ✚ Les métaux lourds : plomb, mercure, arsenic, cyanure, zinc, « industrie et nautelle »
- ✚ Les détergents-phosphates « domestique et industrie »
- ✚ Les solvants-hydrocarbures aromatiques « industrie »
- ✚ Les colorants-chrome « industries peintures ».(Bensdira G, et Chirouf F, 2013).

2.5. La pollution par les engrais (NPK) :

2.5.1. Le cycle de l'azote :

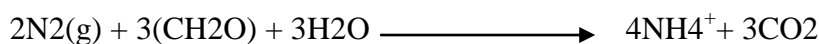
L'azote est considéré comme second polluant des eaux après le carbone et avant le phosphore. On le retrouve sous différentes formes : il est dissous sous forme d'ammoniac, de nitrite et de nitrate et présent dans les molécules organiques comme les acides aminés et les particules en suspension. [4]

L'azote est un élément chimique très répandu dans la nature. Il constitue 78 % de l'atmosphère. C'est un élément essentiel de la matière vivante. Il est indispensable à la vie de l'homme.

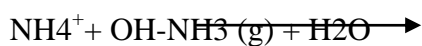
Dans l'eau l'azote se trouve en solution sous forme combinée : nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-), azote ammoniacal (NH_3 , NH_4^+), azote organique. [5]

Les principales étapes du cycle de l'azote sont la fixation, l'assimilation, l'ammonification, la nitrification et la dénitrification.

-La fixation : C'est la conversion de l'azote atmosphérique en azote utilisable par les plantes et les animaux par les cyanobactéries et certaines bactéries vivant en symbiose avec des plantes (entre autres, des légumineuses).



Pour les sols basiques :



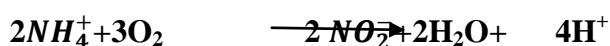
-L'assimilation : Processus biologique par lequel l'ammonium est assimilé par la plante pour former sa matière organique. L'ammonium est la forme préférentiellement assimilée par les micro-organismes (bactéries et champignons).

- L'ammonification : Décomposition de la matière organique et libération d'ammonium et rejet de l'excédent d'azote ingéré sous forme de NH_3 ou d'urée (rapidement dégradée en NH_3)

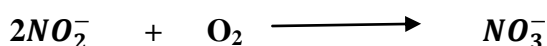
- La nitrification : Oxydation de NH_4^+ ou NH_3 via un organisme en NO_2^- et NO_3^- (catalyse enzymatique)



Ammonium nitrite nitrate



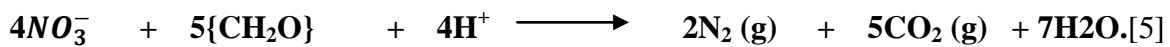
Ammonium oxygène nitrite eau hydrogène



Nitrite oxygène nitrate

-La dénitrification : La dénitrification retourne l'azote à l'atmosphère sous sa forme moléculaire N_2 , avec comme produit secondaire du CO_2 et de l'oxyde d'azote N_2O .

C'est une réaction de réduction de NO_3^- par l'intermédiaire des bactéries. Equation type:



Nitrate matière organique hydrogène azote (gaz) dioxyde de carbone

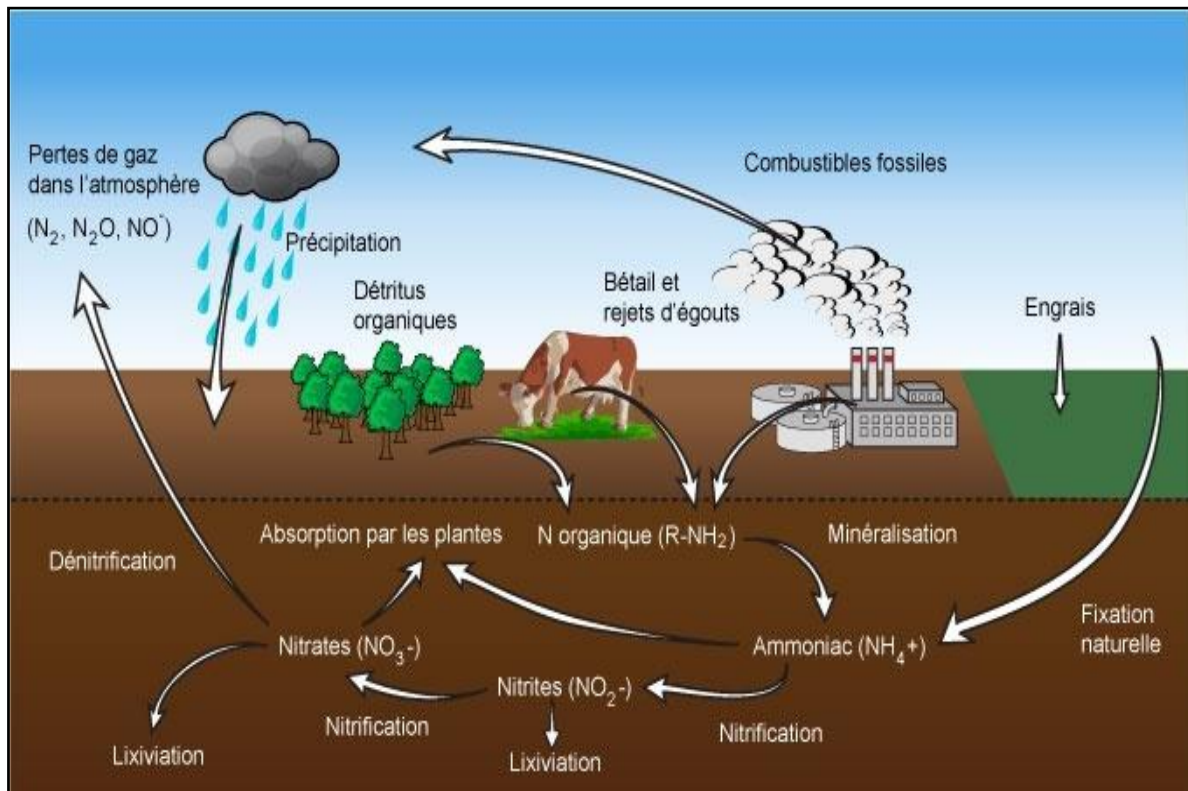


Fig.08: Cycle de l'azote.[6]

L'azote est présent tout au long de la cour d'eau sous sa forme minérale et cela sous les trois formes chimiques (nitrites, nitrates et ammonium). [5]

a) Nitrates (NO_3^-) :

Les nitrates (autrefois nommés *nitre*, souvent synonyme de salpêtre) sont les sels de l'acide nitrique. La formule chimique de l'ion nitrate est NO_3^- .

La présence d'un excès de nitrates dans l'eau est un indice de pollution d'origine agricole (engrais), urbaine (dysfonctionnement des réseaux d'assainissement) ou industrielle.

Les nitrates, comme les phosphates sont de puissants eutrophisants, et en tant que tels considérés comme des polluants de l'environnement au-delà des doses normalement trouvées dans la nature, qui varient selon les types d'habitats naturels. [7]

Les nitrates représentent la forme la plus oxygénée de l'azote. C'est une forme très soluble. Sa présence est liée à l'utilisation intensive des engrais chimiques. Sous cette forme, l'azote est un sel nutritif utilisable par la majorité des végétaux. [7]

b) Nitrites (NO_2^-):

Ils représentent une forme moins oxygénée et moins stable représentant ainsi la forme du passage entre les nitrates et l'ammonium. Il s'agit d'une forme toxique.

Dans les cours d'eau, notamment canalisés, et dans les régions densément habitées ou d'agriculture intensive, les nitrites sont souvent un paramètre important de déclassement des cours d'eau. [8]

c) Ammonium (NH_4^+) :

L'ammoniac est un gaz incolore avec une odeur piquante, dont la volatilisation est favorisée dans les bâtiments d'élevage par de nombreux facteurs comme la ventilation, la température ambiante et la quantité de déjections présentes. (Mouchara N, 2009)

C'est la forme d'azote la plus toxique. Sa présence dans l'eau est liée aux rejets urbains et industriels dans les oueds. [9]

2.5.2. Les phosphates (PO_4^{3-}) :

Le phosphore est un élément chimique de la famille des pnictogènes, de symbole P et de numéro atomique 15.

Le phosphore se présente sous plusieurs formes de couleurs différentes : blanc-jaune, rouge et violet-noir.

Très pur, le phosphore « blanc » est transparent; plus généralement il est blanc ambré, légèrement malléable avec une faible odeur d'ail. Les formes rouge et noire peuvent se présenter en poudre ou cristallisées.

L'origine de l'existence des phosphates dans les eaux serait liée aux rejets urbains ou à la dissolution des engrais chimiques (NPK). [10]

2.5.3. Les potassiums (k) :

Le potassium est un élément chimique, de symbole K et de numéro atomique 19. C'est un métal alcalin mou, d'aspect blanc métallique (légèrement bleuté) que l'on trouve naturellement lié à d'autres éléments dans l'eau de mer et dans de nombreux minéraux. Il

s'oxyde rapidement au contact de l'air et réagit violemment avec l'eau. Il ressemble chimiquement au sodium.

Le potassium provient de l'altération des roches silicatées (gneiss, schiste), des argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques (NPK, à base d'azote, potasse et phosphore). [11]

2.6. La pollution par les Sulfates :

Le sulfate est le sel de l'acide sulfurique H_2SO_4 . La formule de l'ion sulfate est SO_4^{2-} .

La présence des ions sulfates dans l'eau est liée à la dissolution des formations gypseuses.

Les sulfates de potassium, d'ammonium et de magnésium sont utilisés dans les engrais.

Le sulfate de cuivre est utilisé comme produits phytosanitaires tels que les fongicides et bactéricides. [12]

Tab.04 : Quelques polluants et leurs effets sur l'environnement et la santé humaine.

(Bentouti L, 2011)

Polluants	Effets environnementaux	Effets sanitaires
Pollution organique	-Asphyxie du milieu par consommation de l'oxygène dissous, mort des poissons - Simulation de la production végétale (eutrophisation) et accumulation des boues - Faiblement biodégradable	- Favorise le développement d'organismes pathogènes pour l'Homme
Azote (nitrates, nitrite) phosphate	-Eutrophisation des milieux aquatiques par excès de matières nutritives pour les végétaux (algues) et conduisant à l'asphyxie des milieux - Toxicité de l'ammoniaque et des nitrites pour la faune aquatique	- Nitrates : empoisonnement du sang chez les nourrissons par blocage de l'hémoglobine interdisant le transport de l'oxygène (maladie bleue) - Nitrites : cancers à long terme chez les adultes (même à faible concentration) si associés à certains pesticides
Pesticide	-Substances très dangereuses pour les milieux aquatiques -Polluants organiques persistants -S'absorbent sur les matières en suspension et s'accumulent, dans certains compartiments (sédiments, matières organiques, chaîne alimentaire	- Les plus toxiques : les insecticides -Effets mutagènes, reprotoxiques (malformations, stérilité, trouble de la reproduction) et cancérigènes

3. Transfert des polluants azotés :

Le sol est un milieu d'échange des matières. L'eau du sol cède les cations (NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , ...) au complexe argilo-humique de surface négative.

Ce dernier forme ainsi un réservoir de cations qu'il peut ensuite céder aux plantes suivant leurs besoins. Par contre les anions tels que les nitrites (NO_2^-), les nitrates (NO_3^-) ne sont pas fixés par le sol, par conséquent ces éléments peuvent s'infiltrer dans le sol et le sous-sol pour atteindre les nappes souterraines.

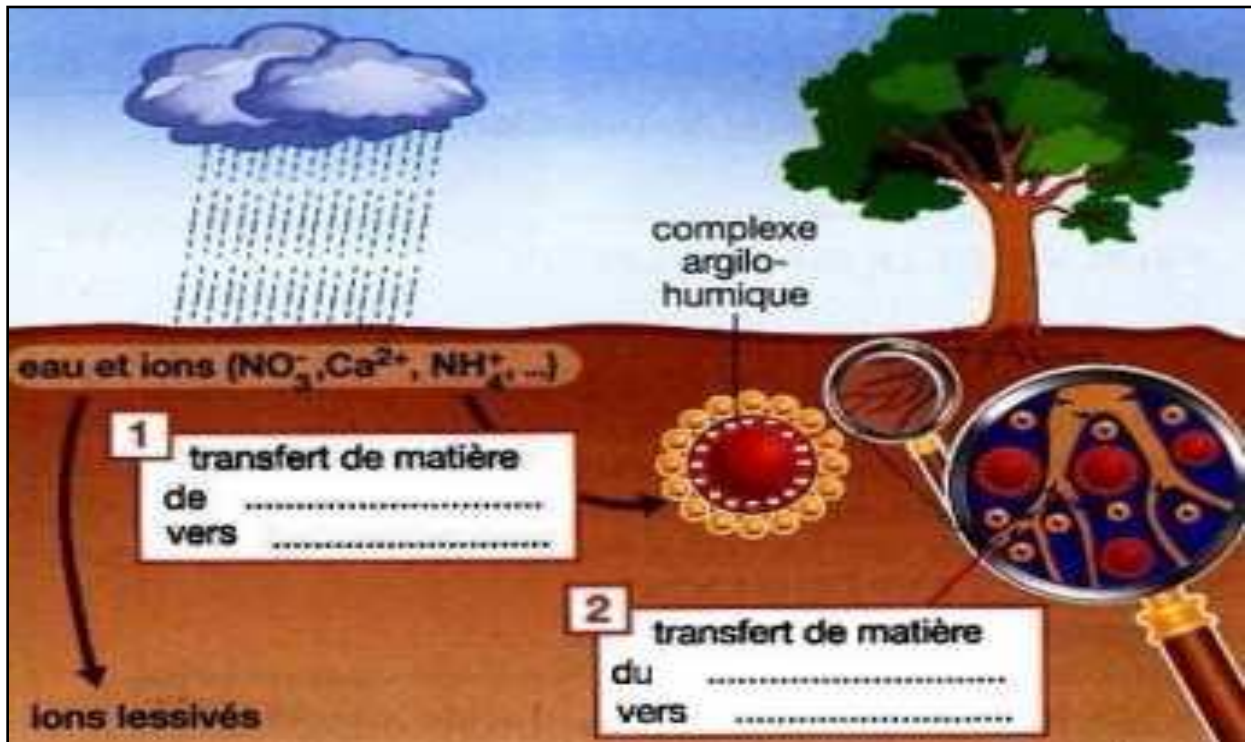


Fig.09: Transfert des éléments polluants vers la nappe souterraine. [13]

Conclusion :

Les eaux souterraines sont généralement de bonne qualité car elles sont enfouies dans le sol. Ces eaux souterraines sont menacées actuellement par des polluants d'origine industrielle et urbaine ainsi que l'utilisation intensive des engrais et des produits phytosanitaires. Ces produits sont très nutritifs pour les plantes, mais ils sont des poisons pour les eaux souterraines.

1. Introduction :

Comme tout travail expérimental on utilise des matériels et des méthodes nécessaires permettant de manipuler dans les meilleures conditions possibles pour obtenir des résultats finaux.

Pour mieux cerner nous vous présenterons en bref le choix des sites de prélèvement des échantillons ainsi que les méthodes et matériels utilisés pour effectuer les différents types d'analyses.

2. Choix des stationset Prélèvements:

2.1. Choix des stations :

Le choix des stations de prélèvement était conditionné en plein milieu agricole d'où l'accès a été un peu difficile pour les prélèvements.



Fig.14: Carte de situation des points d'eau dans le périmètre irrigué de Guelma.

2.2. Les prélèvements :

Les prélèvements ont été réalisés au mois de mars 2014. Au niveau de chaque station un prélèvement d'eau a été effectué pour l'analyse vis-à-vis des produits azotés.

Les échantillons d'eaux ont été prélevés dans des bouteilles en plastique pour l'analyse chimique.

Les échantillons sont transportés pendant une durée d'une demi-heure dans une glacière avec une température comprise entre (4-6 °C) jusqu'à leur arrivée au laboratoire.

3. Echantillonnage :

Nous avons prélevé treize échantillons dans trois secteurs irrigués distincts (Guelma, Belkheir et Boumahra) dont une source (F01), un puit (F06) et 11 forages.

Toutes nos analyses chimiques ont été réalisées dans un laboratoire de contrôle de qualité et de conformité à Héliopolis.

4. Les Analyses physico-chimiques :

De nombreuses réactions (chimiques, physiques ou biologiques) peuvent se produire au sein d'un échantillon destiné à l'analyse, modifiant sensiblement les concentrations de certains éléments. Pour cela, les paramètres physiques à savoir la température, pH, conductivité, oxygène dissous et la salinité ont été mesurés in situ. Ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu, ils peuvent se modifier au cours du stockage et transport de l'échantillon au laboratoire.

4.1. Analyse physique :

4.1.1. Les matériels du terrain :

Les matériels utilisés sur le terrain sont : Des bouteilles en plastique pour échantillons d'eau, un GPS 72, un multi paramètre de type Hanna 2829 et un appareil photo numérique (voire fig.15).



Fig.15:Un appareil multi-paramètre et un GPS72. (Abdraman et al, 2014)

4.1.2. Les paramètres physiques :

a) potentiel d'Hydrogène (pH) :

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Il intervient dans ces phénomènes complexes avec d'autres paramètres comme la dureté, le dioxyde de carbone, l'alcalinité et la température.

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés, il varie habituellement entre 7,2 et 7,6. C'est d'ailleurs à l'intérieur de ces deux valeurs que se situe généralement le pH des eaux distribuées aux collectivités. (Jean R et al, 2009)

b) La température (T) :

Les eaux souterraines, dont la température au cours des saisons est d'environ 12 à 15 °C, sont évidemment moins sensibles aux variations de température que les eaux superficielles dont la température varie de 2 à 30 °C ; elles présentent l'avantage d'arriver dans le réseau de distribution à une température plus basse mais elles peuvent s'échauffer par la suite dans le réseau.(Jean R et al, 2009)

c) Conductivité électrique (CE):

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. D'une façon générale, la conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau. (Jean R et al, 2009)

d) Oxygène dissous (O₂) :

La présence de l'oxygène dans l'eau est sous forme dissoute ou gazeuse, sa solubilité varie en fonction de la pression atmosphérique (de l'altitude), de la température et de la minéralisation de l'eau ce qui signifie que la saturation diminue si la température et l'altitude augmentent. Les rejets industriels diminuent la teneur d'oxygène dissous. (Jean R et al, 2009)

e) Salinité :

La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes. (Jean R et al, 2009)



Fig.16: Analyse des paramètres physiques à l'aide d'un multi-paramètre sur le terrain.

(Abdraman et al, 2014)

4.2. Analyse chimique :

Le protocole d'analyses chimiques que nous allons exposer ci-dessous c'est le protocole qui a été utilisé par le laboratoire dans lequel nous avons effectué nos analyses.

4.2.1. Nitrate:

+ Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire (voire fig.17) :

+ Principe :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrométrique.

+ Matériels spécial :

- Capsule de 60 ml environ.
- Bain-marie.

+ Réactifs :

- Solution de salicylate de sodium à 10 g/l à renouveler toutes les 24 heures.
- Acide sulfurique concentré ($d = 1,84$).
- Solution d'hydroxyde de sodium.
- Solution d'azoture de sodium.
- Solution mère étalon d'azote nitrique à 100 mg/l
- Solution fille étalon d'azote nitrique à 5 mg/l.

+ Mode opératoire :

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en azote nitrique supérieures à 10 mg/l, opérer une dilution). Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau dé ionisée. Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 415 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin.

4.2.2. Nitrites:

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable. La méthode à la sulfanilamide a une sensibilité de l'ordre de quelques microgrammes par litre. Il sera nécessaire d'en tenir compte pour l'interprétation des résultats et de prendre toutes précautions utiles pour la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie. Sous l'action des phénomènes biologiques, l'équilibre entre l'ammoniaque, les nitrites et les nitrates peut évoluer rapidement. Il convient donc de procéder au dosage des nitrites le plus tôt possible après le prélèvement en le conservant à 4 °C.(Jean R et al, 2009)

✚ Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire :**✚ Principe :**

La diazotation de l' amino-4-benzènesulfonamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de *N*-(naphtyle-1) diamino-1,2 éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrométrique.

✚ Matériels spéciale : (voire le nitrate)**✚ Réactifs :**

- Acide chlorhydrique dilué à 10 % (en volume).
- Solution de sulfanilamide.
- Solution de di-chlorhydrate N (1-naphtyle)-éthylène diamine à 0,1 %.
- Eau de mer artificielle.
- Solution mère étalon d'azote nitreux à 100 mg/l.
- Solution fille étalon d'azote nitreux à 1 mg/l.
- Solution fille étalon d'azote nitreux à 0,1 mg/l.
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 543 nm

✚ Mode opératoire :

Introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

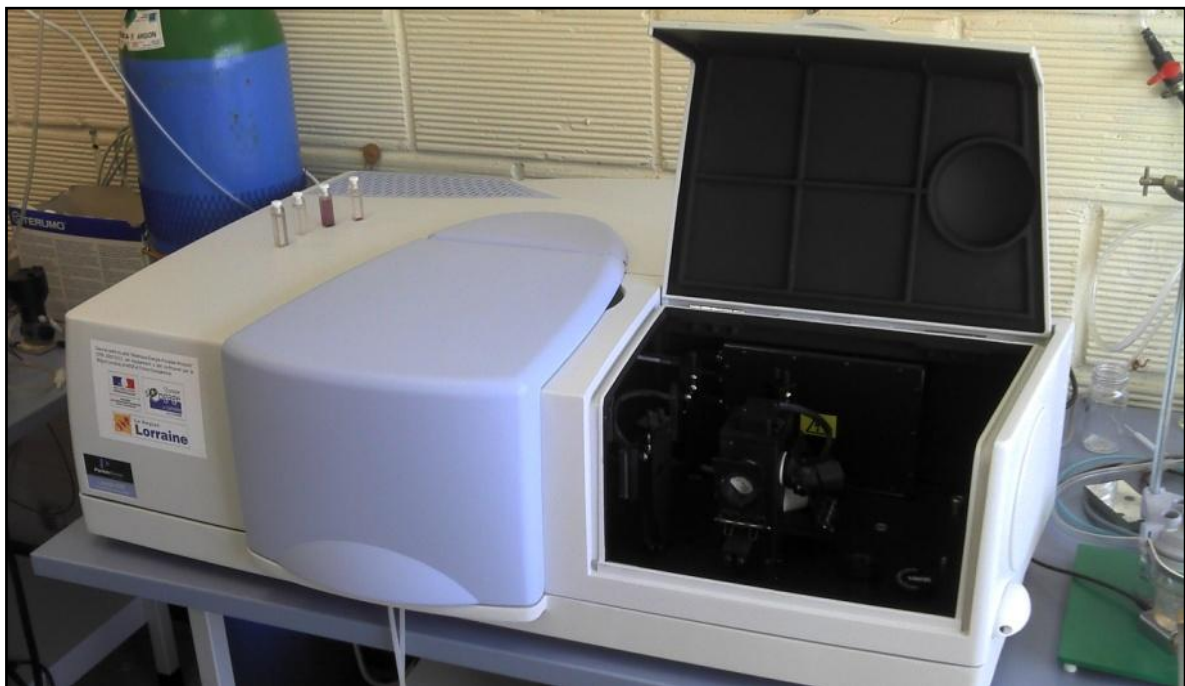


Fig.17: Spectromètre d'absorption moléculaire.(Abdraman et al, 2014)

4.2.3. Ammonium :

+ Méthode potentiométrique :

+ Principe :

La mesure de l'activité ionique de l'ammoniac dans des conditions expérimentales bien définies de concentration en ions et de pH, permet de déterminer la concentration en ammonium dans l'eau.

+ Matériel spécial :

- Électrode spécifique.
- Appareil de mesure.
- Agitateur électromagnétique.

+ Réactifs :

- Eau dé-ionisée exempte d'ions ammonium.
- Solution d'hydroxyde de potassium à 5,6 g/l.
- Solution mère étalon d'ammonium à 1g/l.
- Solution fille étalon d'ammonium à 100 mg/l.
- Solution fille étalon d'ammonium à 10 mg/l.

+ Mode opératoire :

Introduire 25 ml d'eau à analyser dans un bécher de 100 ml puis procéder comme pour la courbe d'étalonnage.

4.2.4. Sulfate :

+ Méthode néphélométrique :

+ Principe :

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum. Le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de Tween 20 ou de polyvinyle-pyrrolidone. Les suspensions homogènes sont mesurées au spectromètre.

+ Réactifs :

- Solution d'acide chlorhydrique au 1/10.
- Solution de polyvinyle-pyrrolidone ou de Tween 20 à 25 %.
- Solution de chlorure de baryum stabilisée :
- Solution étalon de sulfate de sodium à 150 mg/l de SO₄-2
- lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 650 nm.

✚ **Mode opératoire :**

Dans un tube, introduire successivement :

-Eau à analyser 50 ml

-Acide chlorhydrique au 1/10 1 ml

-Solution de chlorure de baryum + Tween 20 Ou solution de chlorure de baryum + PVP 5 ml

Préparer dans les mêmes conditions un tube témoin en remplaçant l'eau à analyser par de l'eau dé-ionisée.

Agiter énergiquement et laisser reposer 15 minutes. Agiter de nouveau et faire les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 650 nm. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin.

4.2.5. Phosphore:

Le phosphore peut exister dans les eaux à l'état dissous ou en suspension.

Le phosphore total dissous comprend le phosphore organique, et le phosphore inorganique qui lui-même inclut les orthophosphates et les polyphosphates.

✚ **Méthodes de BRAY II :**

✚ **Réactifs :**

-Fluorure d'ammonium 0.06 M : dissoudre 2.22g $\text{NH}_4 \text{F}$ par litre d'eau distillée

-Acide chlorhydrique 0.2M: 16.6ml HCL (d : 1.19) ml par litre d'eau distillée

-Solution d'extraction : mélanger des volumes égaux de fluorure d'ammonium et d'acides chlorhydrique 0.2 M et garder dans un flacon en polyéthylène.

-Acide borique 5 % : dissoudre 50g $\text{H}_3 \text{BO}_3$ par litre.

- Réactif sulfo-molybdique : dissoudre 38g de molybdate d'ammonium

$(\text{NH}_4)_6 \text{MO}_7 \text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dans un litre H_2SO_4 5M

- Acide ascorbique : 10g d'acide ascorbique/litre d'eau distillée

- Solution mère à 300ppm p : peser dans une fiole jaugée d'un litre 1,318 GKH 2PO_4 et compléter le volume avec l'eau distillée.

-Gamme étalon : pipeter 0-0,5-1,0-1,5-2,0ml de la solution mère dans des fioles jaugées de 100ml. Compléter à volume avec la solution d'extraction. Cette gamme contient donc : 0-1,5-3,0-4.5-6,0ppm de phosphore.

-Effectuer les lectures à l'aide d'un spectrophotomètre à la longueur d'onde de 600nm.

1. Introduction :

La composition chimique d'une eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, donc la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable ou d'autres usages, tels que, l'irrigation et l'industrie. Pour cela, treize échantillons d'eaux souterraines de la nappe alluviale de Guelma ont été prélevés et qui ont fait l'objet d'analyses des paramètres physiques sur le terrain et vis-à-vis des éléments azotés au laboratoire.

Les analyses sont portées essentiellement sur les éléments majeurs : NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , SO_4^- et P.

2. Interprétation des résultats :

2.1. Paramètres physiques :

Les différents paramètres physiques obtenus pour les échantillons étudiés sont représentés ci-dessous:

2.1.1. Température:

La température est un facteur très important qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des eaux souterraines. Nous avons enregistré une valeur minimale de ($18.5^{\circ}C$) au niveau de site (F4) et une valeur maximale de ($21.5^{\circ}C$) au niveau de site (F5)

Ces valeurs se rapprochent de la température annuelle de l'air ambiant ($19^{\circ}C$), elles sont considérées comme des températures normales pour la saison (voir fig.18).

2.1.2. pH :

Le pH est un paramètre qui détermine l'acidité et l'alcalinité de l'eau. Nous avons enregistré un pH minimum de (7.7) au niveau de deux sites (F02 et F03), et un taux maximum de (8.9) au niveau des sites (F08, F09, F10, et F11).

Généralement les pH sont basiques dans les différents points d'eau mais plus élevés en amont qu'en aval ce qui signifie que le pH a une relation avec quelques paramètres de la nature du sol (température, oxygène dissous, salinité, conductivité...etc.) (fig.19).

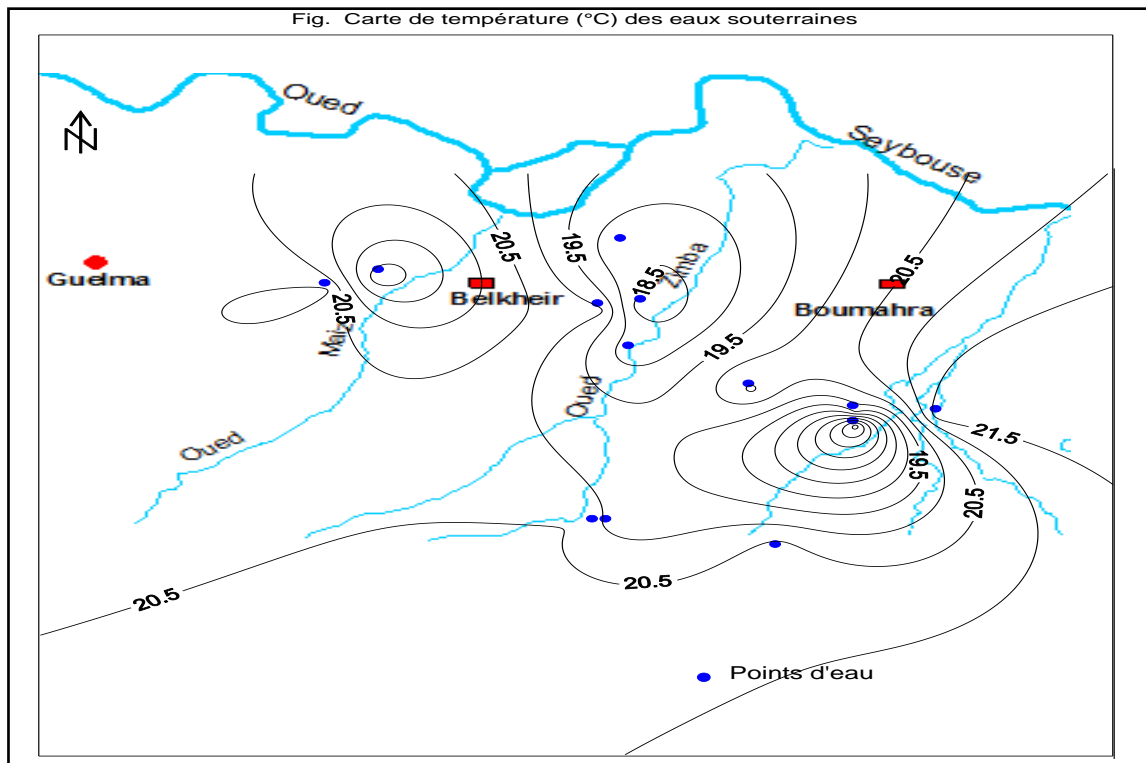


Fig.18: Carte représentative de la température :

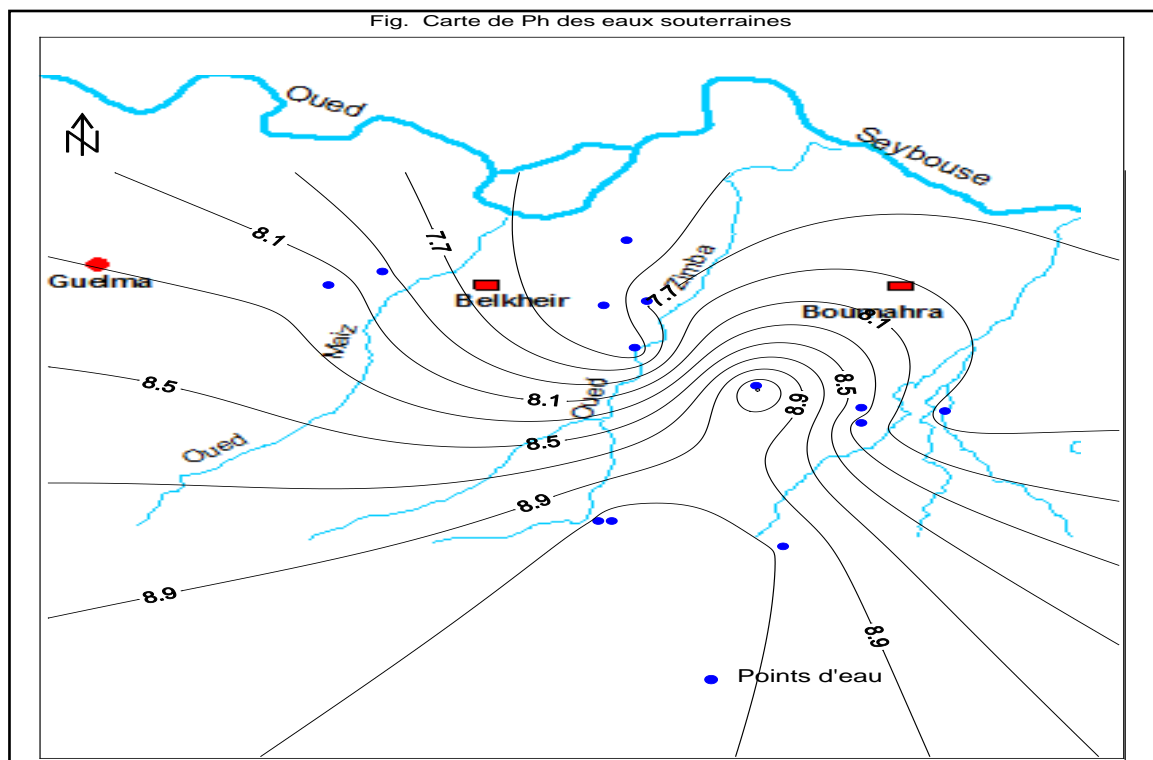


Fig.19: Carte représentative du pH

2.1.3. Conductivité électrique :

La conductivité électrique présente des variations d'un point à un autre. Elle varie entre $1040\mu\text{S}/\text{cm}$ et $1440\mu\text{S}/\text{cm}$. Les résultats obtenus nous indiquent que les plus importantes valeurs sont enregistrées dans le secteur irrigué de Guelma et Boumahra, par contre les plus faibles teneurs sont observées dans le secteur de Belkheir traduisant des eaux moins minéralisées.

D'une manière générale, la conductivité augmente dans le sens d'écoulement des eaux souterraines (fig.20).

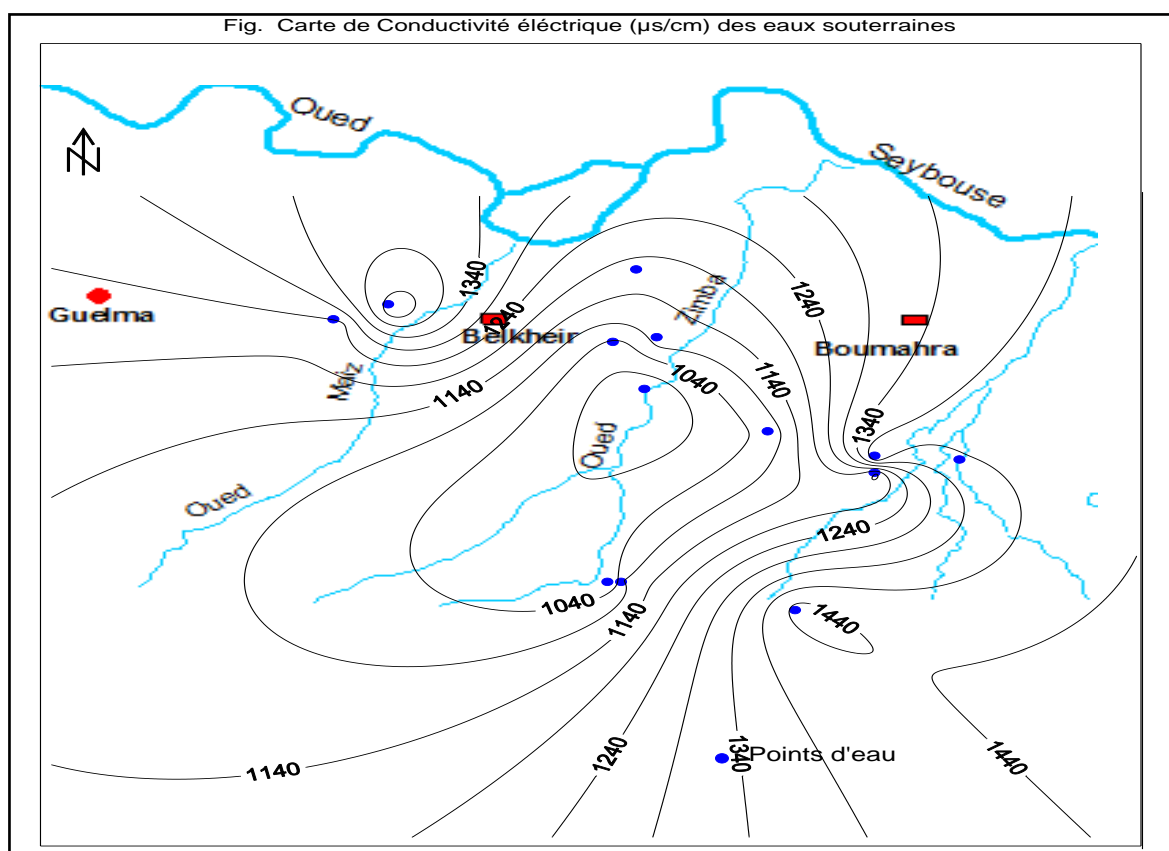


Fig.20: Carte représentative de la conductivité électrique

2.2. Paramètres chimiques :

Les paramètres chimiques sont présentés ci-dessous :

2.2.1. Les nitrates :

D'après les résultats obtenus nous avons remarqué que le taux de nitrates dans les eaux souterraines au niveau des trois secteurs irrigués (Guelma, Belkheir et Boumahra) ne dépasse pas les normes de l'OMS (année 2008) fixée à 50 mg/l. Les plus fortes valeurs sont observées dans le secteur de Boumahra (7.60 mg/l), au niveau des secteurs de Belkheir et Guelma les valeurs sont moyennes aux faibles.

Les fortes valeurs au niveau du secteur de Boumahra dépassent les teneurs naturelles en nitrates (5 mg/l) pour les eaux souterraines, cela témoigne d'un apport non naturel à travers l'utilisation des produits chimiques à usage agricole dans ce secteur.

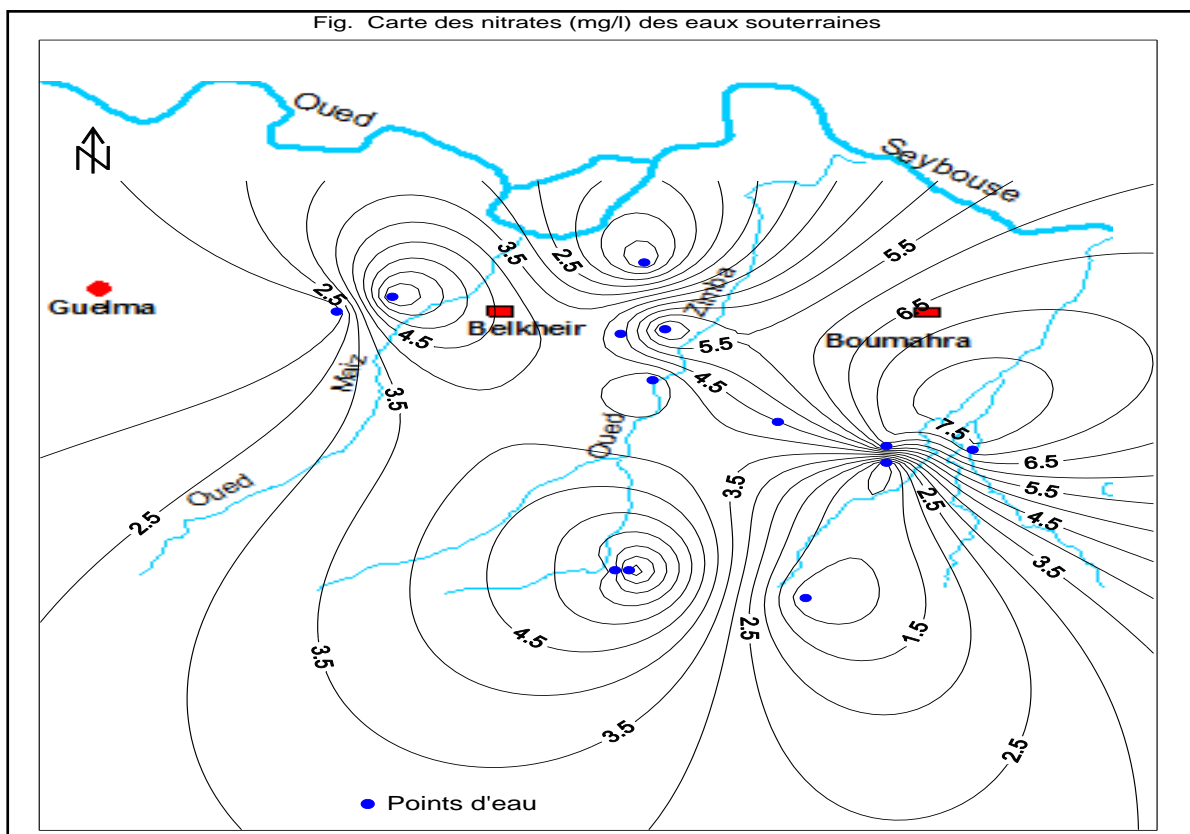


Fig.21: Carte représentative de taux de nitrates dans les eaux souterraines.

2.3. Les nitrites :

Les résultats obtenus de nitrite sont nuls dans tous les échantillons analysés. Alors il n'y a aucune présence de nitrite dans les secteurs irrigués étudiés (Guelma, Belkheir, Boumahra).

Cela explique que l'azote est sous forme de nitrate, il n'est pas encore dans la phase de dénitrification.

2.4. Ammonium :

Vue les résultats obtenus sur les différents sites étudiés, la teneur en ammonium est respectueuse aux normes de l'OMS (année 2008) pour les eaux souterraines (0.5 mg/l). Le taux d'ammonium est plus élevé en amont qu'en aval et cela dépend de la température et du pH (fig.18 et 19). Les valeurs les plus importantes sont enregistrées dans le secteur irrigué de Guelma et Boumahra (0.1mg/l), par contre les plus faibles teneurs sont observées dans le secteur de Belkheir (0.04mg/l).

D'une façon générale l'ammonium provient de la transformation des matières organiques par la présence de certaines bactéries, donc cet ammonium ne peut être d'origine qu'à l'utilisation des engrais et des rejets industriels.

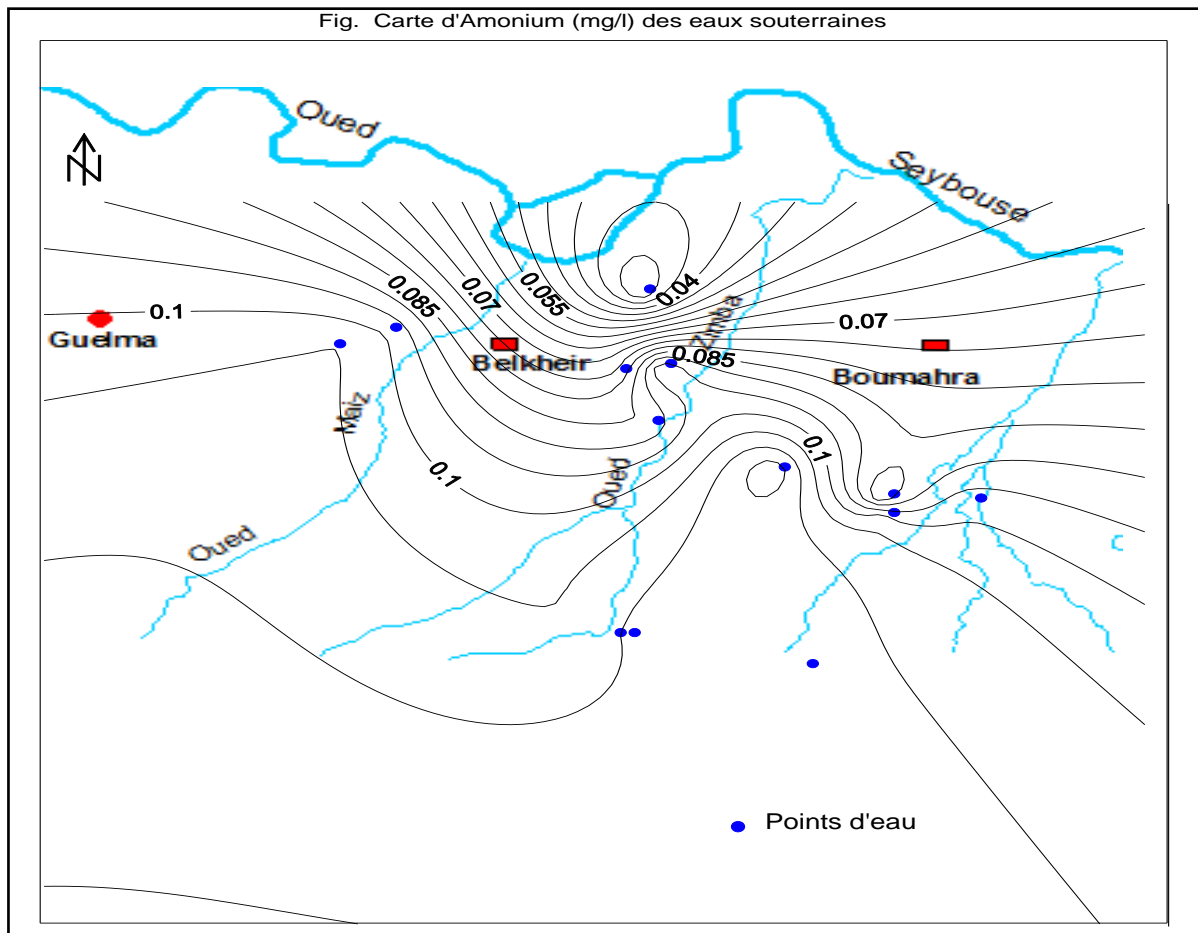


Fig.22: Carte représentative de taux d'ammonium dans les eaux souterraines.

2.5.Phosphate :

La présence de phosphate dans tous les échantillons analysés nous donne un résultat qui est approximatif des normes de l'OMS (5mg/l) (année 2008). Les résultats obtenus nous indiquent que les plus importantes valeurs sont enregistrées dans le secteur de Guelma (2.15mg/l), par contre le secteur de Boumahra et Belkheir les valeurs sont moyennes (1.55mg/l).

Mais ce que nous avons remarqué il y a une progression des teneurs de l'amont vers l'aval selon la direction principale d'écoulement des eaux souterraines.

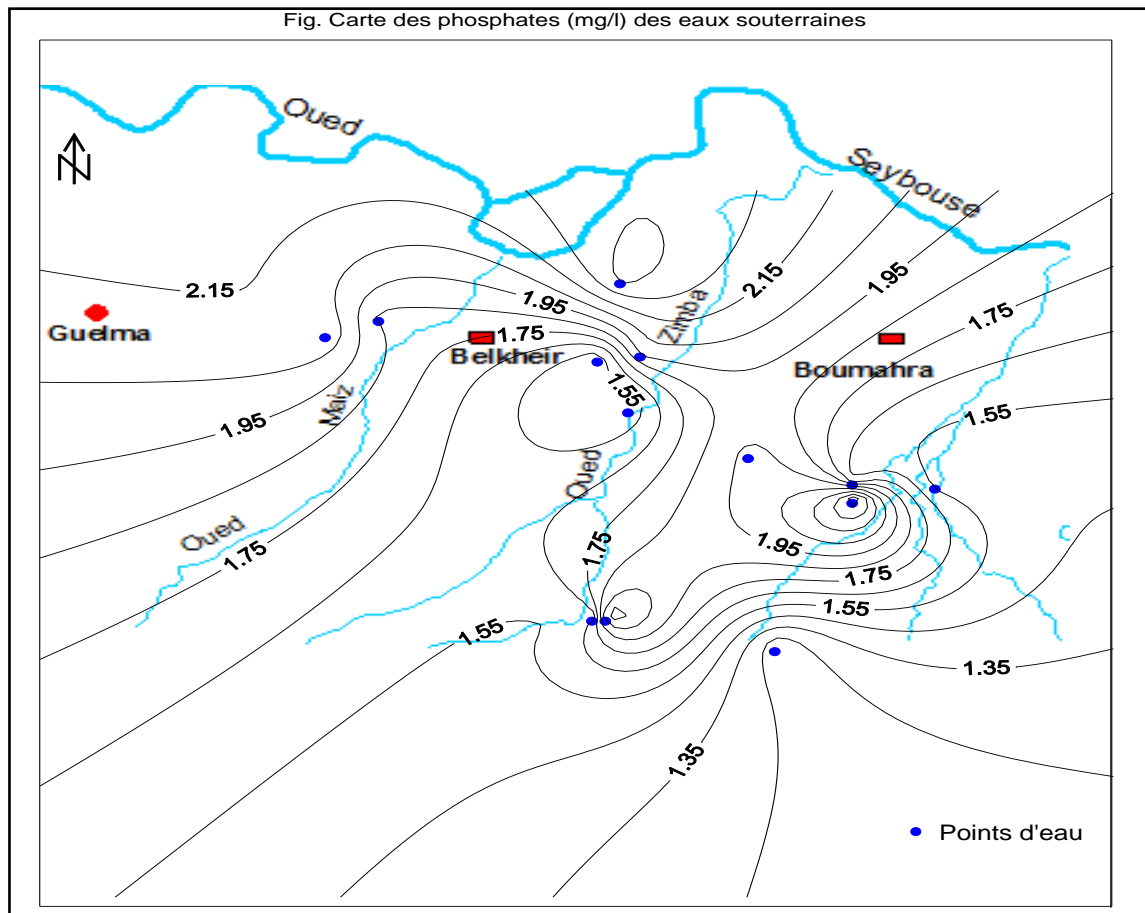


Fig.23: Carte représentative de taux de phosphate dans les eaux souterraines.

2.6. Les sulfates :

Contrairement aux autres éléments les valeurs de sulfate obtenues dans les différents échantillons diminuent de l'amont vers l'aval. Les valeurs sont importantes dans le secteur de Boumahra et Belkheir (180mg/l), mais les teneurs moyennes sont observées dans le secteur de Guelma. Plusieurs engrais et pesticides sont faits à base de sulfates tels que sulfate de potassium, d'ammonium, de magnésium et de cuivre, ce qui prouve que les valeurs élevées en amont proviennent d'un apport extérieur du à l'utilisation intensive de ces produits dans les différents secteurs. Cela prouve qu'en amont le terrain est riche en sels.

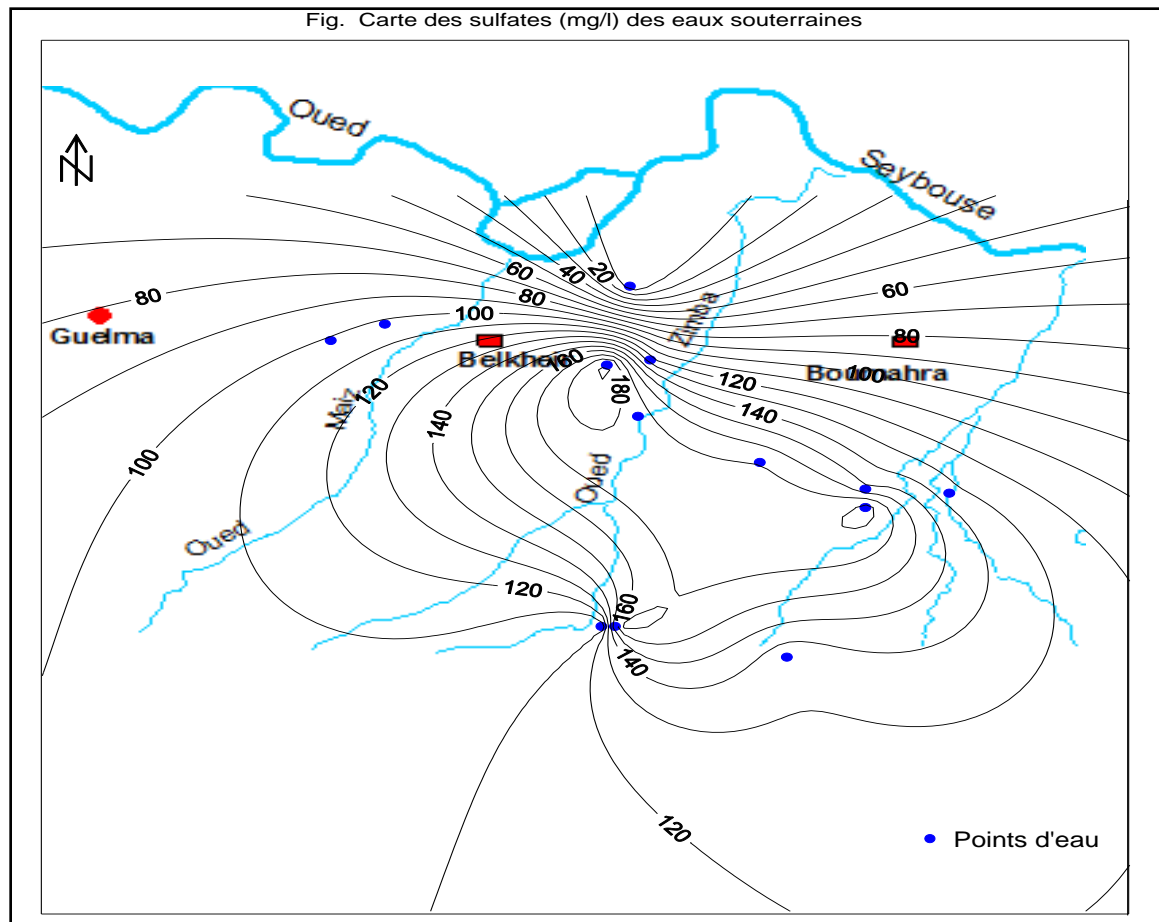


Fig.24: Carte représentative de taux de sulfate dans les eaux souterraines.

Conclusion :

En général, nous pouvons dire que la qualité des eaux souterraines de la nappe alluviale de Guelma selon les paramètres analysés est bonne et conforme aux normes de l'OMS.

En ce qui concerne les paramètres physiques les valeurs des températures obtenues sont au voisinage de la température naturelle du milieu. Le pH est légèrement basique de l'amont vers l'aval. Les valeurs obtenues de la conductivité électrique ont une relation avec la nature des terrains traversés.

Pour les paramètres chimiques tous les résultats obtenus sont au-dessous des normes de l'OMS mais certains éléments dépassent les teneurs naturelles des eaux souterraines tels que le nitrate et le sulfate.

Conclusion et recommandations

Vue la position géographique de la wilaya de Guelma et le rôle qu'elle joue dans le domaine de l'agriculture au sein de la communauté algérienne grâce au barrage de Hammam Dèbaghqui assure l'irrigation du périmètre de Guelma-Bouchevouf.

Bien que l'utilisation des engrais azotés dans le périmètre irrigué de Guelma a permis d'assurer une meilleure qualité et multiplier le rendement agricole. Cet effet bénéfique est bel et bien connu mais toutefois la pollution de la nappe alluviale qui constitue le principal réservoir en eau potable de la région de Guelma est actuellement menacée. Cela peut conduire à un effet négatif à la fois économique et environnemental, sans oublier la santé humaine si ces engrais ne sont pas utilisés d'une manière rationnelle et efficace.

D'après les teneurs obtenues des paramètres analysés (nitrites, nitrates, ammoniums, phosphate et sulfates) sont conformes aux normes de l'OMS. Donc les eaux souterraines de la nappe alluviale de Guelma sont à l'abri de la pollution par les produits azotés au moins pour l'instant.

Des études récentes sur la qualité des eaux des sources issues de la nappe superficielle dans le périmètre montrent un taux de nitrate élevé, témoignant d'un apport de l'extérieur à travers les activités agricoles

Pour mieux évaluer la pollution azotée des eaux souterraines, nous recommandons :

- Aux intéressés de faire un suivi régulier afin de contrôler l'impact des produits chimiques à usage agricole en particulier les produits (NPK) sur la qualité de nos ressources en eau et sol.
- Une gestion rationnelle et efficace pour pouvoir lutter contre l'existence des produits chimiques dans nos aliments et pour assurer une sécurité alimentaire meilleure.
- Création d'une police ayant pour rôle principal le contrôle de toutes activités agricoles au sein du périmètre irrigué.

« Malgré tout, les menaces seront toujours là, soyons attentifs. »

1. FICHE D'ENQUETE D'EXPLOITATION AGRICOLE :

Fiche n°

A. Identification du fellah

- Nom/Prénom
- Age
- Niveau scolaire
- Fonction
- Situation familiale
- Adresse

B. Agriculture et conduite de l'exploitation :

- Statut foncier des terres :
Collectif. Domanial Melk Habous
- Type d'agriculture :
Moderne Traditionnelle
- *Irrigation*: Surface irriguée :Surface Bour
- *Type d'équipement hydraulique* : Seguias ----- Puits ----- Vanes Autres

a) Production agricole et nature de dépenses des spéculations agricoles:

Cultures	Céréal	Légumes	Maraichage	Fourragères	Arboriculture
Surface (Fia)					
Irrigué (Ha)					
Production annuelle					
Autoconsommation					
Vente (qx)					
Prix de vente (DA/Kg)					
Lieu					

b) Facteurs et dépenses de la production agricole:

- *Equipements agricoles* : Tracteur : Semoir : Camion : Batteuse.....
Pulvérisateur :Moissonneuse: Autres.....
- *Fertilisation du sol*: Oui.....Non.....

Si Oui, quels types de fumures? Organique -----minérale.....

Dans quels types de cultures utilise-t-on cette fumure ?

- *Equipements hydrauliques utilisés:*

- *Main d'œuvre employée :*

Hommes, femmes ou enfants :----- Type de travail : ----- Rémunération

- *Frais et Dépenses de:*

Préparation du sol : ----- Achat de semences Fumure et/ou engrais

Pesticides et insecticides :----- Achat d'eau d'irrigation : Récolte.....

Y a-t-il des terres agricoles délaissées dans la zone ?

Si oui, à votre avis quelle en est la cause

Et quels sont ses effets socioéconomiques :

Réduction des rendements :

Emigration

Autres.....

- Est-ce que l'activité agricole actuelle pose-t-elle des problèmes à l'environnement comparé à celle pratiquée auparavant ?

Si oui quels sont ses impacts ?-----

- Quelles sont les ressources naturelles les plus sensibles à cette activité

- Et quelles sont les mesures d'atténuation que vous jugez plus efficaces ?

c)Gestion de l'eau d'irrigation:

- Origine des eaux d'irrigation : *Forage* -*Barrage**Source*

- Que pensez-vous de la disponibilité de l'eau pour les besoins de l'agriculture, est-elle suffisante: *Oui* *Non*.....

Si Non: Depuis quand a-t-on constaté cette pénurie?-.....

Quel est l'impact sur la pratique agricole ? -----

Quel est l'impact sur le revenu de l'agriculteur ? -----

Que fait-on pour s'adapter à la pénurie d'eau ?

Quelles techniques d'adaptation utilise-t-on en agriculture -----

Si Oui: Quelles sont les raisons de cette disponibilité suffisante ?

Que fait-on pour assurer cette disponibilité dans le futur ?-----

Date de disponibilité.....

-Type de système d'irrigation pratiqué : Gouttes à gouttes— Pivot— Gravitaire—

Que pensez-vous des systèmes utilisés ? Efficace Non efficace.....

L'eau est-elle en dégradation continue ?.....

Si oui, quelle est sa nature :

Diminution de la quantité disponible :.....

Dégradation de sa qualité :.....

Autres-----

Qu'elles sont les causes qui mènent à cette situation? -----

Quelles sont les mesures d'atténuation à prendre pour diminuer ces effets néfastes sur la qualité des eaux ?

- En cas de pénurie d'eau, quelles sont les solutions adoptées ?

Recours à d'autres sources en eau: foragespuits----- eaux de surfaces

- Quelles sont les orientations et encouragements de l'Etat pour réduire le gaspillage et mieux exploiter les ressources hydriques:

Amélioration des techniques d'irrigation (lesquelles) :

Réutilisation des eaux usées-----

Augmentation du prix de l'eau (depuis quand)

Encouragements financiers

Autres-----

2- FICHE D'ENQUETE SUR LES PESTICIDES/ENGRAIS

Nom du magasin-----

Ville:-----Commune:-----

Nom de l'enquêteur :

Association:.....Etudiant:.....Autres.....

Coordonnées (tel, mail):--choubailareddad@yahoo.ca

abdramandahab@yahoo.fr-----

✓ Dans quel cadre est réalisée cette enquête-----

✓ Y a-t-il un affichage dans les rayons ?

Nom-----Le texte de l'arrêté----- L'annexe de l'arrêté-----Autres-----

✓ L'affichage est-il bien visible ? Oui-----Non-----

✓ **Un vendeur est-il facilement disponible ?** Est-il passé dans le rayon au cours de votre enquête ou facilement abordable au rayon d'à côté? Oui-----Non-----

Commentaire-----

✓ Le magasin vend-il des **équipements de protection dans le rayon pesticides (ou vraiment à proximité)** parmi les 4 suivants ?

	Oui	Non
Combinaison		
Lunettes		
Masque à cartouches (style masque à gaz)		
Gants spéciaux produits chimiques		

Questions posées aux vendeurs

✓ **Les types des engrais qui vous les vendez sont :**

.....

✓ les agriculteurs préfèrent : La qualité ou la quantité

✓ Le prix des engrais est stable (fixé) : Oui.....Non.....Sont-ils chères ?.....

✓ Les engrais utilisés pour la tomate sont :

- les quels sont les plus vendus ?.....Quantité/mois.....

- Quelle est la quantité utilisée par Hectare de Tomate.....

- Les marques des fabricants que vous vendez sont.....

✓ Les engrais utilisés pour la pomme de terre sont :

- les quels sont les plus vendus ?.....Quantité/mois.....

- Quelle est la quantité utilisée par Hectare de pomme de terre.....

✓ Généralement, les agriculteurs achètent les engrais durant :

✓ L'eau et le sol peuvent être pollués par les engrais utilisés:.....

✓ les utilisateurs connaissent les risques de contamination causé par l'utilisation intensive des engrais: Oui/non.....

Observations et remarques :

.....
.....
.....

✓ **Les types des pesticides qui vous vendez sont :**

.....

✓ les agriculteurs préfèrent : La qualité ou la quantité

✓ Le prix des pesticides est stable (fixé) : Oui.....Non.....Sont ils chères ?.....

✓ Les pesticides utilisés pour la tomate sont :

- les quels sont les plus vendus ?.....Quantité/mois.....

- Quelle est la quantité utilisée par Hectare de Tomate.....

- Les marques des fabricants que vous vendez sont.....

✓ Les pesticides utilisés pour la pomme de terre sont :

- les quels sont les plus vendus ?.....Quantité/mois.....

- Quelle est la quantité utilisée par Hectare de pomme de terre.....

✓ Généralement, les agriculteurs achètent les pesticides durant :

✓ L'eau et le sol peuvent être pollués par les pesticides utilisés:.....

✓ Les utilisateurs connaissent les risques de contamination causé par l'utilisation intensive des pesticides: Oui/non.....

Observations et remarques :

.....
.....
.....

LIVRES ET THESES:

Abdouroihmane A, Amira I, Gheribi A (2012). Qualité des eaux de source issues d'un périmètre irrigué Guelma-Boumahra.

Mémoire de master option : biochimie microbiologie appliqué, spécialité : qualité des produits et sécurité alimentaire. Université de 08 mai 1945 de Guelma.72p

Aouissi A ., (2009) .Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-est de l'Algérie). Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 de Guelma.132p.

Bechiri N, (2011).Evolution du chimisme des eaux de surface et Souterraines dans le bassin versant de la Seybouse (Nord-est Algérien). Mémoire de Magister. . Université de badji moukhtar Annaba. Option: Qualité des eaux et impact sur l'homme et l'environnement. 100p

Behailil M, Hamlaoui B, Laraisia H,(2011).Qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de sources de la région de Guelma.Mémoire de master en biologie, option : microbiologie de l'environnement, spécialité : santé eau et environnement. Université du 08 mai 1945 de Guelma 76p.

Bensdira G, Chirouf F, (2013). Situation actuelle de la qualité de eaux de surfaces et Souterraines dans le périmètre irrigué Guelma-Boumahra.

Bentouti Latifa, (2011). Etude de la pollution des eaux souterraines de la région Sétif et d'oued bousselem par les rejets industriels et urbains. Mémoire de magister en biologie végétal. Université de badji moukhtar. 109p.

Bouaroudj S, (2012). Evaluation de la qualité des eaux d'irrigation. Magistère en Écologie, Option : Gestion des déchets évaluation et solution environnementales. Université Mentouri Constantine. 52p.

Dajoz R, (2000). Précis d'écologie : Cours et exercices résolues. 7ième Edition. Dunod. Paris. 986p.

Djabri L, (1996). Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des de la Seybouse. Origine géologique, industrielle, agricoles et urbaines. Thèse de doctorat, Université Badji Moukhtar, Annaba. 261p.

Boudra M,(2011). Renouvellement du centre originel de la ville de Guelma par la démarche du projet urbain. Mémoire de magistère, université Mentouri, Constantine.222p.

Habou Allassane I, Issifi Souno I, (2014).Etude hydrochimique des eaux de sources de la nappe alluviale de Guelma. Mini projet de fin d'études 3^{eme} année licence. Spécialité: hydrogéologie, Université du 08 mai 1945 de Guelma 63p.

Hamada S, Salah S, (2012). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de forages du périmètre irrigué Guelma-Boumahra. Mémoire de master option : biochimie microbiologie appliqué, spécialité : qualité des produits et sécurité alimentaire. Université de 08 mai 1945 de Guelma.48p

Jean R, (2009). « L'analyse physico-chimie, des eaux naturelles ». L'analyse de l'eau, 9e édition Entièrement mise à jour.112-363p. Paris : Dunod.

Mouassa S, (2006). Impact du périmètre d'irrigation sur la qualité des eaux souterraines de la nappe alluviale de Guelma et sur les sols, Mémoire de magistère en hydrogéologie. Université Badji Moukhtar, département de géologie, Annaba, 120p.

Mouchara N, (2009).Impacte des lâchées de barrage hammam Debagh sur la qualité des eaux de la vallée de Seybouse dans sa partie amont (Nord-est Algérie). Mémoire de Magister. Université de badji moukhtar Annaba. Option: Géoscience (hydrogéologie). 123p.

SITES WEB :

[1] Andi Guelma, 2013. [En ligne]. [Consulté le 15 novembre 2013]. Disponible sur :

<http://www.andi.dz/PDF/monographies/Guelma.pdf>

[2] Djazairess, 2013. [En ligne]. [Consulté le 15 novembre 2013]. Disponible sur :

<http://www.djazairess.com/fr/elwatan/154445>

[3] vitamine dz, 2009. [En ligne]. [Consulté le 08 décembre 2013]. Disponible sur :

<http://www.vitaminedz.com/fr/guelma/Agriculture/18/Photos/1.html>

[4] Noura Z.2007. « Utilisation des engrais minéraux en grand culture ». [En ligne].

[Consulté le 17 mars 2014]. Disponible sur :

http://www.bas-rhin.chambagri.fr/.../FT_50-FERTILL-Forme-Engrais_Avril2.

[5] ggl, 2014. [En ligne]. [Consulté le 11 février 2014]. Disponible sur :

<http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s3/cycle.azote.html>.

[6] cima.ualg, 2013. [En ligne]. [Consulté le 04 avril 2014]. Disponible sur :

http://www.cima.ualg.pt/piloto/UVED_Geochemie/UVED/site/html/3/2-5/2-5-3/2-5-3-3.html

[7] Wikipedia, 2014. [En ligne]. [Consulté le 02 mars 2014]. Disponible sur :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/nitrate>.

[8] Wikipedia, 2014. [En ligne]. [Consulté le 02 mars 2014]. Disponible sur :

Références bibliographique

<http://fr.wikipedia.org/wiki/nitrite>.

[9] Wikipedia, 2014. [En ligne]. [Consulté le 26 mars 2014]. Disponible sur :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/ammoniac>.

[10] Wikipedia, 2013. [En ligne]. [Consulté le 23 novembre 2013]. Disponible sur :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Phosphore>.

[11] Lenntech, 2013. [En ligne]. [Consulté le 26 mars 2014]. Disponible sur :

<http://www.google.dz/search?aq=2&oq=potta&gclid=chrome&ie=UTF-8&q=potassium>. Potassium.

[12] Source Encarta junior, 2009. [Consulté le 10 avril 2014]

[13] Amazon, 2014. [En ligne]. [Consulté le 26 mai 2014]. Disponible sur :

http://www.amazon.com/websearch/ref=bit_bdsp12_serp_ff_us_display?ie=UTF8&tagbase=bdsp12&tag=bdsp12serpusff20&tbrId=v1_abbchannel12_a1150078c2e84ea5855330a6d178c9d5_39_1006_20140607_DZ_ff_ab_fr79sec-npd&query=Tp+hydrochimie+important+pdf.

[14] Gouvernement algérienne, 2013. Dose des cultures. Disponible sur :

http://www.profert-dz.com/sulfate_amonique.html [consulté le : 8 mars 2014]

حققت الجزائر استثمارات كبيرة في مجال التنمية الزراعية لضمان الأمن الغذائي وكانت الري وسيلة متميزة للتنمية الزراعية و تلقى اهتماما خاصا من الحكومة في السنوات الأخيرة محيط المروية من قالمة من بين أقدم و أكبر في البلاد، و تشهد حاليا تكثيف الأنشطة الزراعية مع استخدام المواد الكيميائية ونتيجة لذلك ، و المياه الجوفية هو جزء مهم جدا من تراث المنطقة قالمة الهيدروليكية مهددة حاليا . ((الأسمدة و المبيدات مستويات وفقا للمعلومات التي تم الحصول عليها تحليلها (النتريت والنترات و الأمونيوم والفوسفات و كبريتات) الامتثال حتى المياه الجوفية في منسوب المياه الجوفية قالمة محمية من التلوث الناجم عن مركبات .لمعايير منظمة الصحة العالمية النيتروجين على الأقل حتى الآن

تظهر الدراسات الحديثة على نوعية مصادر المياه الناتجة عن المياه الجوفية الضحلة في محيط على مستوى عال من النترات، مما يشير إلى أن المدخلات الخارجية من خلال الأنشطة الزراعية لتقييم أفضل تلوث المياه الجوفية بالنترات ، ونحن نوصي بما يلي:

NPK وحرصا على إجراء مراقبة منتظمة ل حتى تطور تأثير المنتجات الكيماوية للاستخدام الزراعي في منتجات معينة - على نوعية مواردنا المائية والتربة (

صوت و الإدارة الفعالة من أجل مكافحة وجود مواد كيميائية في غذائنا وضمان الأمن الغذائي على نحو أفضل - إنشاء سياسة الذي هو للسيطرة على جميع الأنشطة الزراعية في محيط المروية الدور الرئيسي . على الرغم من كل التهديدات هي دائما هناك، تكون منتبهة

Algeria has made considerable investments in agricultural development to ensure food security.

Irrigation has been a privileged way of agricultural development and has received special attention from the government in recent years. The irrigated perimeter of Guelma among the oldest and largest in the country, and is currently experiencing an intensification of agricultural activities with the use of chemicals (fertilizers and pesticides). As a result, groundwater is a very important part of the heritage of the region hydraulic Guelma are currently threatened. According levels obtained parameters analyzed (nitrites, nitrates, ammonium, phosphate and sulfate) comply with WHO standards. So groundwater in the water table Guelma is protected from pollution by nitrogen compounds at least for now. Recent studies on the quality of water sources resulting from the shallow aquifer in the vicinity show a high level of nitrate, indicating an external input through agricultural activities.

To better assess nitrate pollution of groundwater, we recommend:

- In the interest of making regular monitoring to even the evolution of the impact of chemical products for agricultural use in particular products (NPK) on the quality of our water resources and soil.
- A sound and efficient management in order to fight against the existence of chemicals in our food and to ensure better food security.
- Creation of a policy whose main role is to control all agricultural activities within the irrigated perimeter.

Despite all the threats are always there, be attentive.

Résumé

L'Algérie a consenti des investissements considérables en matière de mise en valeur agricole en vue d'assurer sa sécurité alimentaire.

L'irrigation a constitué une voie privilégiée du développement agricole et a bénéficié d'une attention particulière des pouvoirs publics ces dernières années.

Le périmètre irrigué de Guelma compte parmi les plus anciens et les plus importants du pays, et connaît actuellement une intensification des activités agricoles avec usage des produits chimiques (engrais et pesticides). En conséquence, les eaux souterraines qui constituent une part très importante du patrimoine hydraulique de la région de Guelma sont actuellement menacées.

D'après les teneurs obtenues des paramètres analysés (nitrites, nitrates, ammoniums, phosphate et sulfates) sont conformes aux normes de l'OMS. Donc les eaux souterraines de la nappe alluviale de Guelma sont à l'abri de la pollution par les produits azotés au moins pour l'instant.

Des études récentes sur la qualité des eaux des sources issues de la nappe superficielle dans le périmètre montrent un taux de nitrate élevé, témoignant d'un apport de l'extérieur à travers les activités agricoles.

Pour mieux évaluer la pollution azotée des eaux souterraines, nous recommandons :

- Aux intéressés de faire un suivi régulier afin de voir l'évolution de l'impact des produits chimiques à usage agricole en particulier les produits (NPK) sur la qualité de nos ressources en eau et sol.

- Une gestion rationnelle et efficace pour pouvoir lutter contre l'existence des produits chimiques dans nos aliments et pour assurer une sécurité alimentaire meilleure.

- Création d'une police ayant pour rôle principal le contrôle de toutes activités agricoles au sein du périmètre irrigué.

Malgré tout les menaces seront toujours là, soyons attentifs.

Mots clés :

Eaux souterraines, Périmètre irrigué, Pollution azotée, Nitrites, Nitrates, Ammoniums, Phosphate, Sulfates, Guelma-Boumahra.

Abstract

Algeria has made considerable investments in agricultural development to ensure food security.

Irrigation has been a privileged way of agricultural development and has received special attention from the government in recent years.

The irrigated perimeter of Guelma among the oldest and largest in the country, and is currently experiencing an intensification of agricultural activities with the use of chemicals (fertilizers and pesticides). As a result, groundwater is a very important part of the heritage of the region of Guelma is currently threatened.

According to levels obtained from parameters analyzed (nitrites, nitrates, ammonium, phosphate and sulfate) are comply with WHO standards . So groundwater is protected from pollution by nitrogen compound at least for now.

Recent studies on the quality of water sources resulting from the shallow aquifer show a high level of nitrate, indicating an external input through agricultural activities.

To better assess nitrate pollution of groundwater, we recommend :

- In the interest of making regular monitoring to control the impact of chemical products for agricultural use in particular products (NPK) on the quality of water resources and soil.
- A sound and efficient management in order to fight against the existence of chemicals in our food and to ensure better food security.
- Creation of a policy whose main role is to control all agricultural activities within the irrigated perimeter.

Despite all, the threats are always there, be attentive.

Keywords:

Groundwater, Irrigated Perimeter, Pollution By Nitrogen, Nitrite, Nitrate, Ammoniums, Phosphate, Sulfate, Guelma-Boumahra.

حققت الجزائر استثمارات كبيرة في مجال التنمية الزراعية لضمان الأمن الغذائي وكانت الري وسيلة متميزة للتنمية الزراعية و تلقى اهتماما خاصا من الحكومة في السنوات الأخيرة.

محيط السقي لقائمة يعد من بين الأقدم و الأكبر في البلاد، و يشهد حاليا تكييف في الأنشطة الزراعية مع استخدام المواد الكيميائية (الأسمدة و المبيدات) ونتيجة لذلك، المياه الجوفية التي تمثل جزء هاماً جداً من تراث المنطقة المائي مهددة حالياً

وفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها للمواد التي تم تحليلها (النترت و النترات و الأمونيوم و الفوسفات و كبريتات) متماثل مع المعايير لمنظمة الصحة العالمية ، أي المياه الجوفية في منسوب المياه لقائمة محمية من التلوث الناجم عن فني مركبات النيتروجين على الأقل حتى الآن.

تظهر الدراسات الحديثة على نوعية مصادر المياه الناتجة عن المياه الجوفية الضحلة في محيط السقي على مستوى عال من النترات، مما يشير إلى التأثيرات الخارجية من خلال الأنشطة الزراعية لتقييم أفضل تلوث المياه الجوفية بالنترات ، نوصي بما يلي:

- إجراء مراقبة منتظمة حتى نساير تطور تأثير المنتجات الكيماوية المستخدمة في الزراعة (NPK) على نوعية مواردنا المائية و التربة في منتجات معينة .

- تسير عقلائي وفعال من أجل مكافحة وجود مواد كيميائية في غذائنا و ضمان الأمن الغذائي على نحو أفضل. إنشاء هيئة تشرف و تراقب جميع الأنشطة الزراعية على مستوى المحيط المسقي. على الرغم من كل التهديدات، يجب أن نكون يقينين.

الكلمات المفتاحية:

المياه الجوفية، محيط السقي، التلوث بالازوت، النترت، النترات، الأمونيوم، الفوسفات، السيلفات، قائمة بومهرة.

L'Algérie a consenti des investissements considérables en matière de mise en valeur agricole en vue d'assurer sa sécurité alimentaire.

L'irrigation a constitué une voie privilégiée du développement agricole et a bénéficié d'une attention particulière des pouvoirs publics ces dernières années.

Le périmètre irrigué de Guelma compte parmi les plus anciens et les plus importants du pays, et connaît actuellement une intensification des activités agricoles avec usage des produits chimiques (engrais et pesticides). En conséquence, les eaux souterraines qui constituent une part très importante du patrimoine hydraulique de la région de Guelma sont actuellement menacées.

D'après les teneurs obtenues des paramètres analysés (nitrites, nitrates, ammoniums, phosphate et sulfates) sont conformes aux normes de l'OMS. Donc les eaux souterraines de la nappe alluviale de Guelma sont à l'abri de la pollution par les produits azotés au moins pour l'instant.

Des études récentes sur la qualité des eaux des sources issues de la nappe superficielle dans le périmètre montrent un taux de nitrate élevé, témoignant d'un apport de l'extérieur à travers les activités agricoles.

Pour mieux évaluer la pollution azotée des eaux souterraines, nous recommandons :

- Aux intéressés de faire un suivi régulier afin de voir l'évolution de l'impact des produits chimiques à usage agricole en particulier les produits (NPK) sur la qualité de nos ressources en eau et sol.

- Une gestion rationnelle et efficace pour pouvoir lutter contre l'existence des produits chimiques dans nos aliments et pour assurer une sécurité alimentaire meilleure.

- Création d'une police ayant pour rôle principal le contrôle de toutes activités agricoles au sein du périmètre irrigué.

Malgré tout les menaces seront toujours là, soyons attentifs.

Mots clés :

Eaux souterraines, Périmètre irrigué, Pollution azotée, Nitrites, Nitrates, Ammoniums, Phosphate, Sulfates, Guelma-Boumahra.