
Contribution a l'étude de la qualité de l'eau de quelques sources et puits dans les communes de Belkheir et Boumahra Ahmed (Wilaya de Guelma, Nord-est Algérien)

Auteurs : AOUISSI amina(1), HOUHAMDI moussa(2).

1. Laboratoire *LBEE* : *Biologie, Eau et Environnement*. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et sciences de la terre et de l'univers (SNV-STU). Université 8 Mai 1945 Guelma (Algérie).
E-mail : amina_ouissi@yahoo.fr
2. Laboratoire *LBEE* : *Biologie, Eau et Environnement*. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et sciences de la terre et de l'univers (SNV-STU). Université 8 Mai 1945 Guelma (Algérie).
E-mail : houhamdimoussa@yahoo.fr

Résumé. Dans le but de caractériser la qualité de l'eau de quelques sources et puits de deux régions rurales, les communes de Belkheir et de Boumahra Ahmed, nous avons prélevé des échantillons de 06 sources et puits choisies pour leurs utilisations quotidiennes par les riverains afin d'effectuer des analyses bactériologiques de leur eau. Des mesures des paramètres physicochimiques ont été également effectuées. Les résultats obtenus montrent que pour les deux communes, certains paramètres physicochimiques dépassent les normes en vigueur, notamment la température, pH et la turbidité, ce qui présente des incidences sur la qualité de l'eau consommée. L'analyse bactériologique a montré que l'eau de la plupart des sources est de mauvaise qualité bactériologique. Elle est donc considérée comme non potable à cause de sa teneur en coliformes totaux et streptocoques fécaux qui dépasse les normes recommandées par l'OMS. Cette pollution affecte l'environnement et constitue une menace majeure sur la santé des habitants.

Mots clés : qualité microbiologique, physico-chimique, pollution de l'eau, coliformes, eau souterraine, Guelma.

Introduction

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et dans l'activité humaine. C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Elle participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Elle est aussi considérée comme un transporteur potentiel de nombreuses maladies.

Le contrôle de la qualité de l'eau joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur le sol, sur l'organisme humain et même de toucher à la santé de toute une population [8].

Vue cette importance majeure, nous avons essayé d'étudier et de déterminer la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau de certains puits et sources de deux régions rurales, les communes de Belkheir et de Boumahra Ahmed (wilaya de Guelma Nord-Est de l'Algérie) et ceci dans le but d'apprécier l'évolution de sa qualité et son impact sur l'environnement et sur la santé publique.

Description de site

La wilaya de Guelma est située au Nord-Est de l'Algérie à 60 km environ de la Méditerranée. Elle est limitée au Nord par la wilaya d'Annaba, au Nord-Est par la wilaya d'El Tarf, au Sud-Est par la wilaya de Souk Ahras et Oum-El Bouagui, à l'Ouest par la wilaya de Constantine et et au Nord-Ouest par la wilaya de Skikda, Elle s'étend sur une superficie de 3686,84 Km². [3]. La zone d'étude se situe dans la plaine de Guelma. Elle concerne la commune de Guelma, Belkheir, Boumahra Ahmed. (Fig.1)

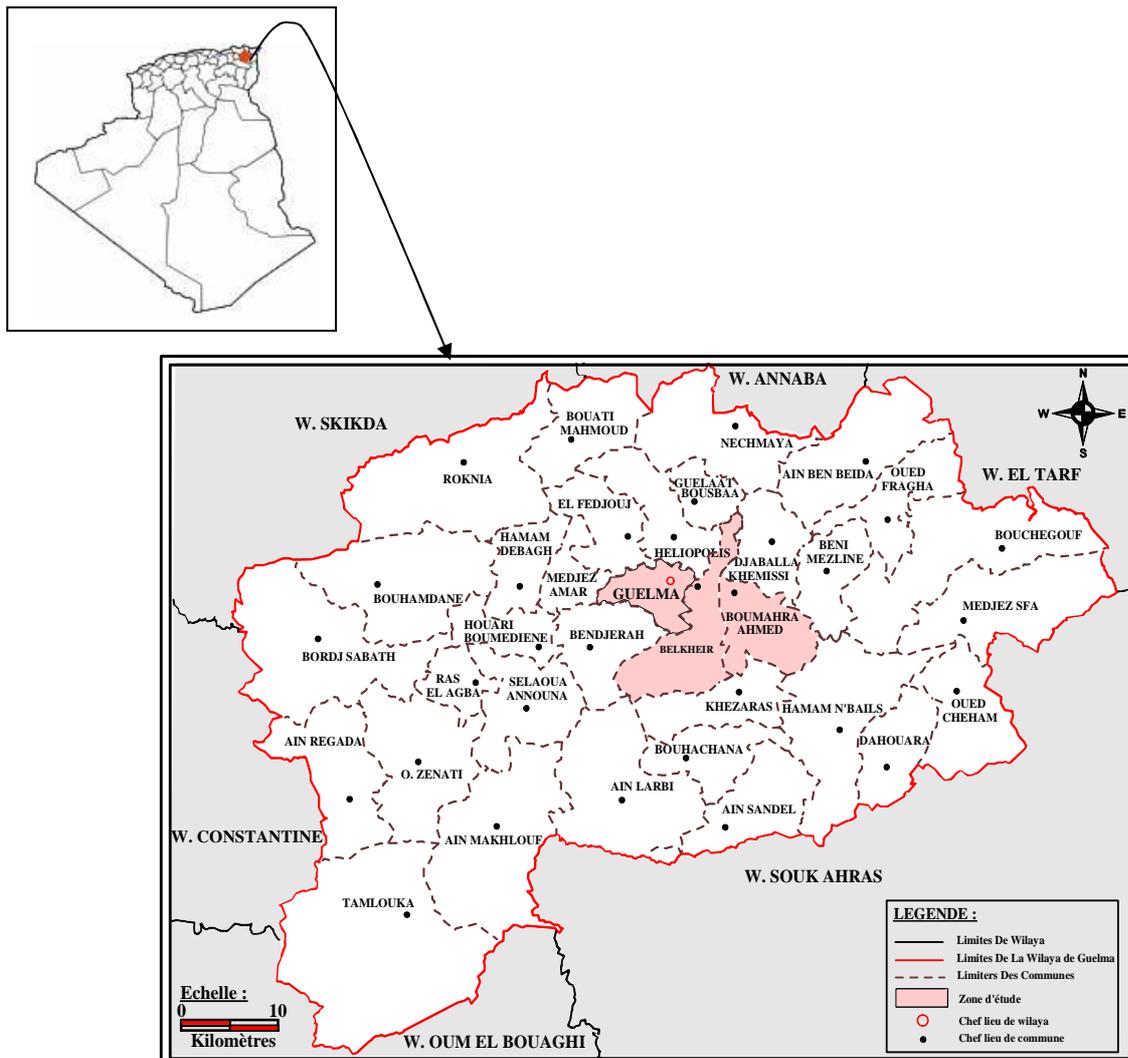


Fig.1. Carte de situation géographique de la zone d'étude (DPAT, 2008)

Matériel et Méthodes

L'étude a été réalisée pendant la période allant de mois septembre 2008 au mois juin 2009. Pour l'étude bactériologique nous avons utilisé une analyse quantitative ; dénombrement par la technique du nombre le plus probable (NPP), et analyse qualitative une test de présence et absence de microorganisme, identification biochimique (Galerie Api 20E). Pour l'étude physico-chimique: trios paramètres physico-chimique (la température, la conductivité, et l'oxygène dissous) sont mesurés *in situ* immédiatement après le prélèvement. Les autres paramètres physico-chimique tel que le pH, les éléments chimiques (le calcium, le sodium, le potassium, le chlore, le cycle de l'azote: NO₃-NO₂⁻, et NH₄⁺) ont été aussi déterminés au laboratoire. Toutes ces analyses ont été effectuées suivant les méthodes de Rodier.

Les six points qui ont été choisies pour le contrôle des eaux sur le plan bactériologique et physico-chimique sont localisées dans les communes de Guelma, Belkheir, et Boumahra Ahmed (Fig. 2).

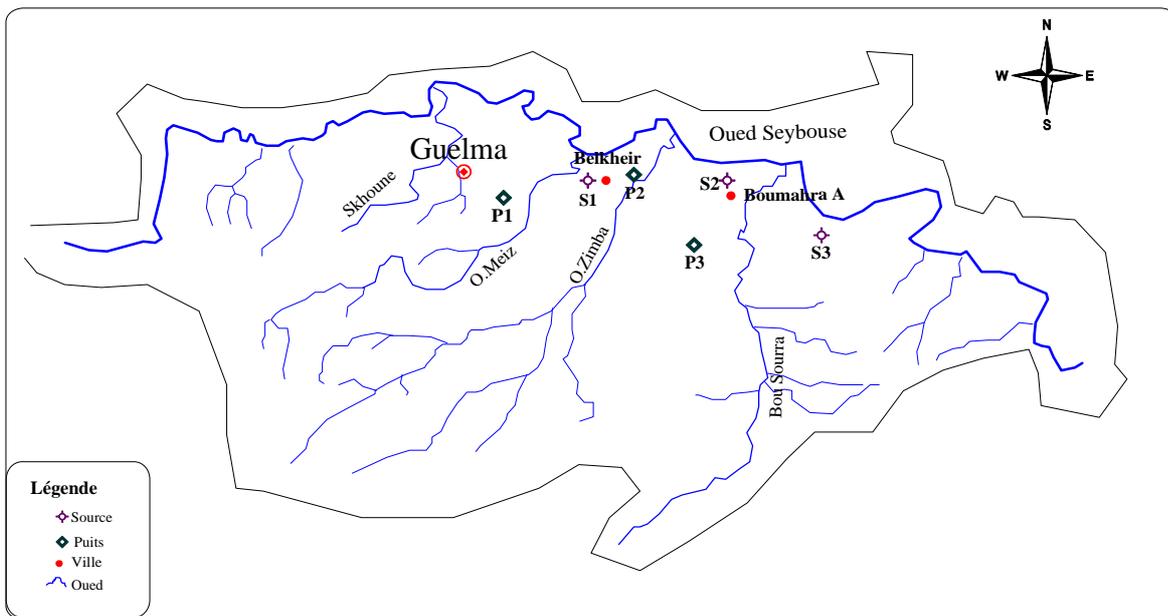


Fig. 2. Localisation des points de prélèvement

Résultats et discussion

1. Analyses microbiologique:

Les analyses microbiologiques de l'eau des puits et des sources de notre étude ont montrés une grande variation des concentrations des bactéries.

1.1. Résultats des dénombrements des micro-organismes de l'eau :

1.1.1. Coliformes totaux :

L'examen des graphiques illustrés dans les figures (03,04) nous montre que les concentrations des coliformes totaux extrêmement varies dans les six points de prélèvement et qui dans l'ensemble sont supérieure à la valeur guide des eaux potable (10 CT/100 ml) (OMS, 1994). Les puits présentent globalement des taux inferieures à la valeur guide des eaux destinés à l'irrigation (1000 CT/100 ml).

Pour les sources, la source captée (S1) les concentrations des coliformes totaux sont élevées au cours de toute la période d'étude, avec un maximum de 160 CT/100ml pour le prélèvement des mois de décembre et de février. Ceci est sans doute du à sa présence près des agglomérations (commune de Guelma et de Belkheir) et des activités humaines (station de lavage, et de carburants ...). Pour les puits, la forte concentration des coliformes totaux est de 240 CT/100ml pour les prélèvements des mois de janvier, de février, de mai, et de juin

enregistrée au niveau de (P1) et de (P3). Elle est due à leur exposition directe aux eaux de ruissellement qui sont chargées d'une masse importante de germes d'origine terrestre ramenés des terrains agricoles avoisinants (période hivernale), ou peut être accumulée suite à l'augmentation de la température de l'eau. La valeur de 10 CT/100ml enregistrée pendant le prélèvement du mois de janvier au niveau du puit P2 est due à l'effet de froid qui agit négativement sur le développement et sur la croissance des ces bactéries.

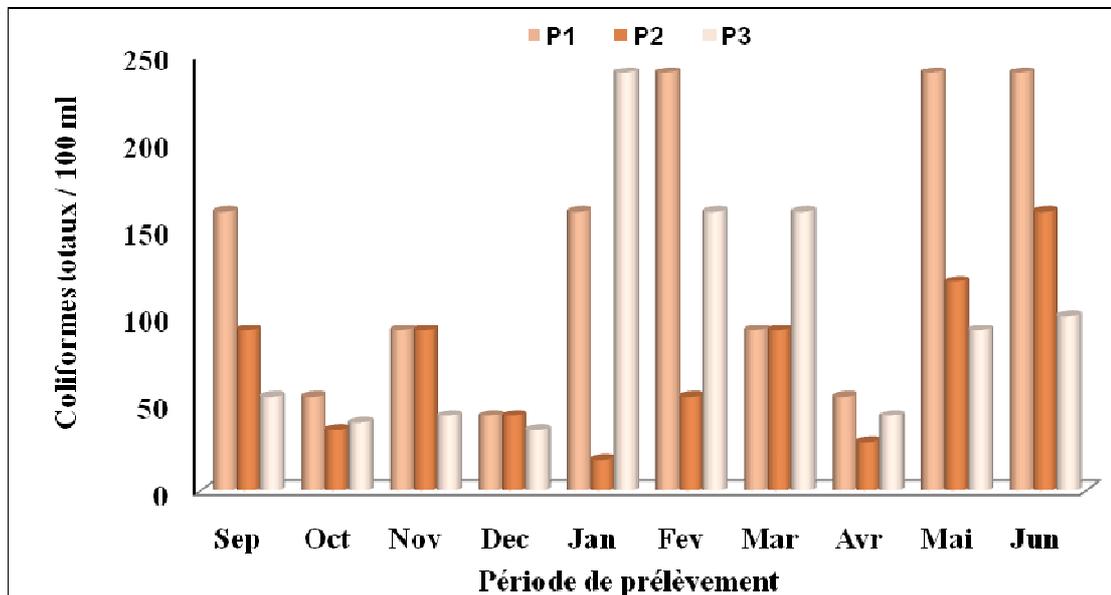


Fig. 3. Evolution du nombre de coliformes totaux dans les sources

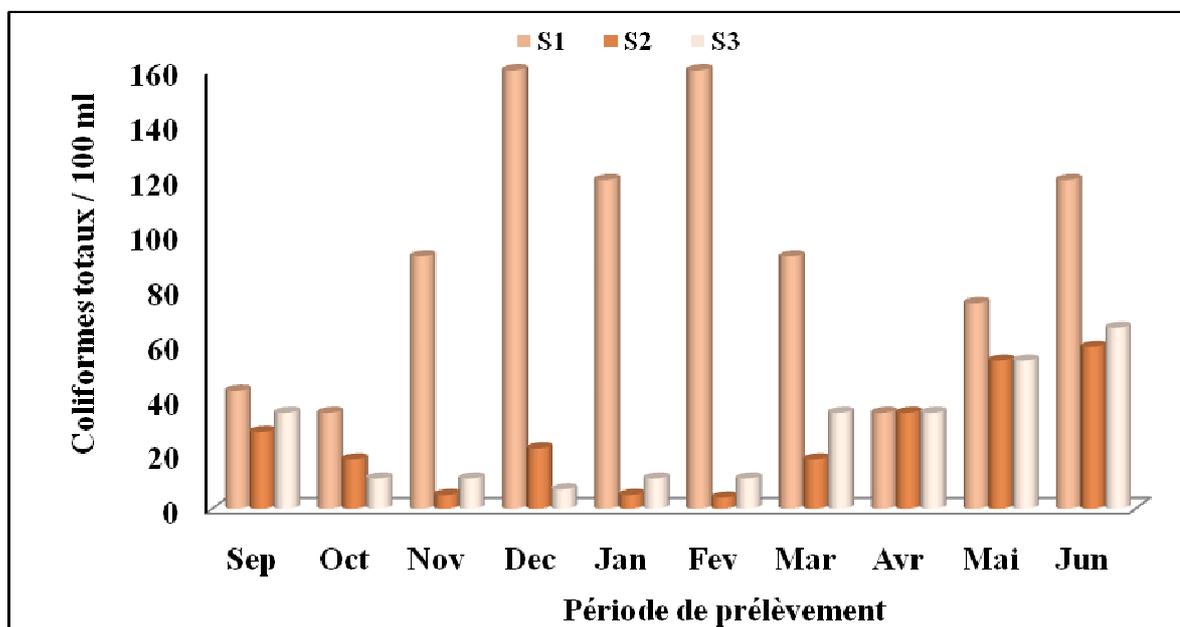


Fig. 4. Evolution du nombre de coliformes totaux dans les puits

1.1.2. Streptocoques fécaux :

Le maximum de concentrations des streptocoques fécaux dans les eaux des sources est de 93 SF / 100 ml pour le prélèvement réalisé pendant le mois de mai au niveau de la source (S1) et qui semble être la source la plus contaminée par les streptocoques D et ceci au cours de toute la période d'étude.

Le maximum enregistré dans les eaux des puits est de 240 SF / 100 ml au niveau des prélèvements réalisés pendant les mois de mai et de juin dans le puit (P1). Les puits P2 et P3 présentent une contamination considérable par les streptocoques fécaux. Cet enrichissement est principalement du au lessivage des terres agricoles avoisinantes chargées d'énormes quantités de fumier, aux rejets domestiques des agglomérations rurales (fosses septiques qui déchargent à l'air libre), et à l'élevage d'ovin et bovin.

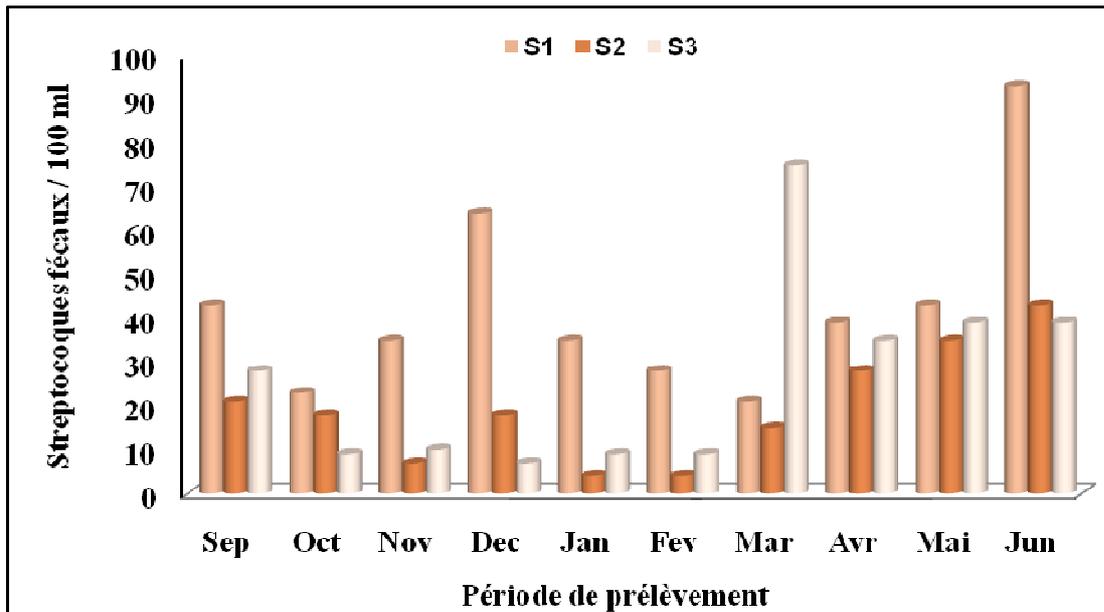


Fig.5. Evolution du nombre des streptocoques fécaux dans les sources

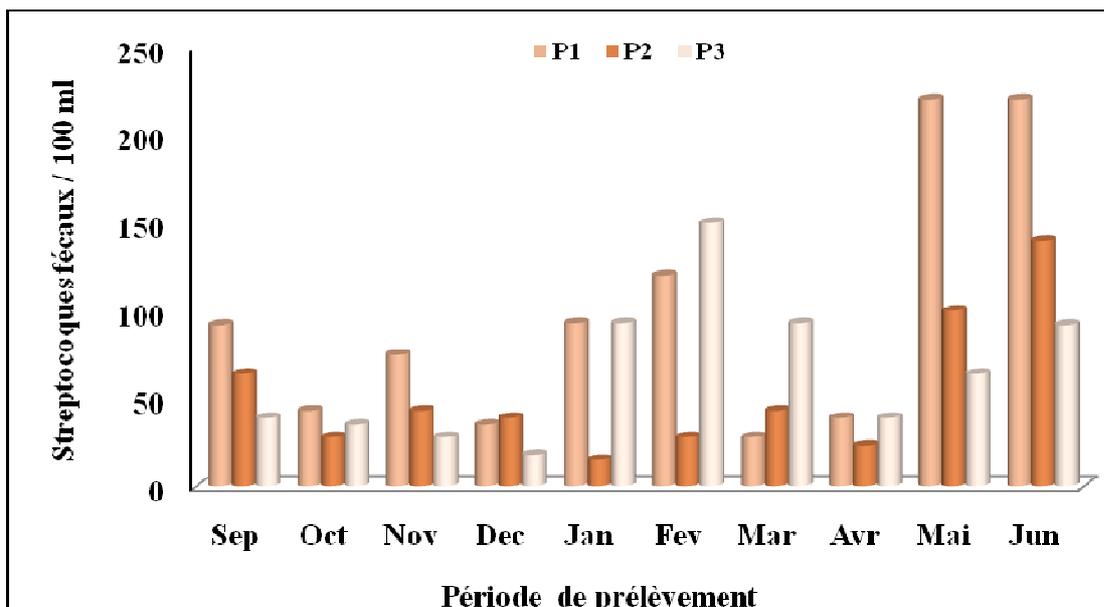


Fig. 6. Evolution du nombre de streptocoques fécaux dans les puits

1.1.3. Identification des souches bactériennes:

1.1.3. 1. Résultats de l'identification biochimique:

L'étude biochimique nous a permis d'identifier 21 espèces bactériennes appartenant à la famille des Enterobacteriaceae avec une présence majoritaire d'*Aeromonas hydrophila* gr1, *Serratia odorifera* dans les six points de prélèvement, suivi par la détection de *Citrobacter freundii* dans les puits (P2, P3) et dans la source S3. Nous avons aussi isolé et identifié dans le puit P3 deux espèces pathogènes: *Vibrio fluvialis* et *Pseudomonas aeruginosa*. La présence de ces bactéries avec des concentrations assez importantes est synonyme de risque sanitaire potentiel (principalement des maladies gastro-intestinales).

Les tests effectués sur les staphylocoques nous ont permis d'identifier des *Staphylococcus* non pathogènes.

2. Analyses physico-chimiques :

Les analyses physico-chimiques des eaux des puits et des sources de notre étude ont montrés une grande variation des concentrations des éléments chimiques dont certaines dépassent les normes décrites par l'OMS pour les eaux destinées à la consommation humaine.

2.1. Les paramètres physiques :

2.1.1. La température (T°C):

Au niveau de tous les points de prélèvement, les taux de la température oscillent entre 11 et 22°C (Fig. 7). Ces températures sont proches de la température ambiante et indiquent une origine peu profonde de l'eau étudiée.

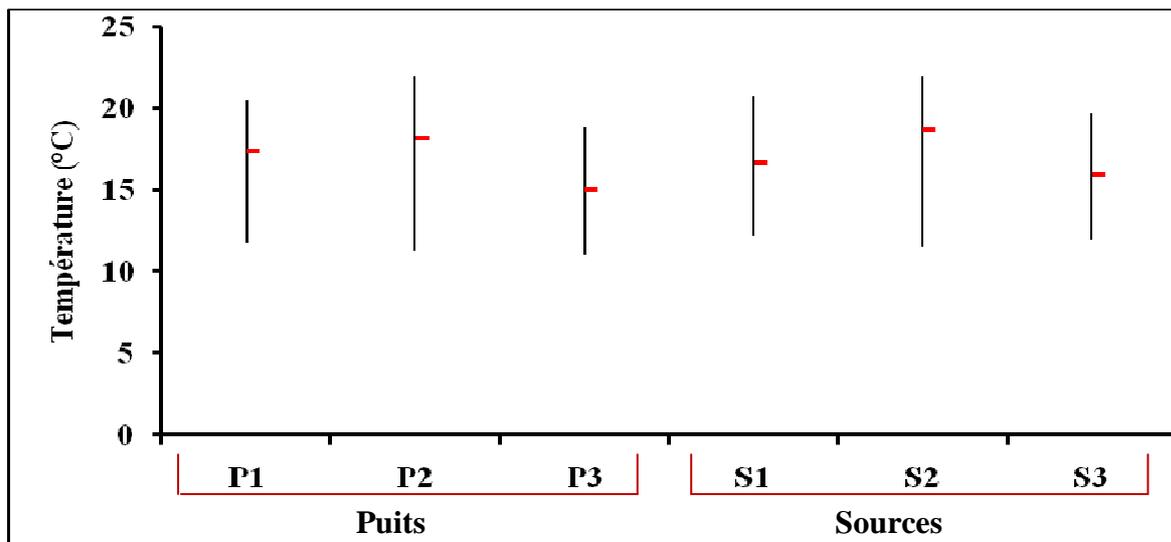


Fig. 7. Evolution de la température dans les eaux des puits et des sources

2.1.2. La conductivité électrique (CE) :

La figure 8 nous expose que les valeurs de la conductivité dans tous les points d'eau dépassent la norme recommandée pour les eaux potables (400 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Pour les eaux d'irrigation, les trois puits montrent des valeurs inférieures à la norme (20000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La valeur la plus faible est observée au niveau du point P3 avec 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La valeur maximale est alors enregistrée au niveau du point S2 avec 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces fortes valeurs sont dues probablement à la dissolution des lentilles gypseuses qui existent au niveau de la nappe [7].

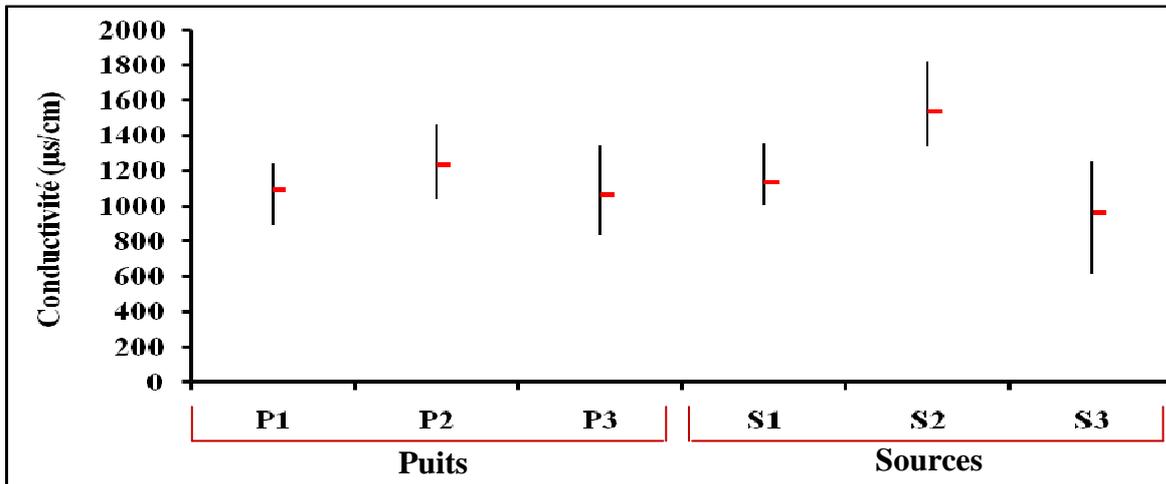


Fig. 8. Evolution de la conductivité électrique (CE) dans les eaux des puits et des sources

2.1.3. Le potentiel d'hydrogène (pH):

La figure 9 nous montrent que le pH des eaux des puits et des sources étudiées est situé dans la fourchette des normes de potabilité ($6,5 < \text{pH} < 8,5$) et ce durant toute la période de l'étude mais avec des valeurs beaucoup plus intercalées entre 6,6 et 7,8.

Les grands variations des valeurs de pH ont été notés au cours des périodes de fortes pluies.

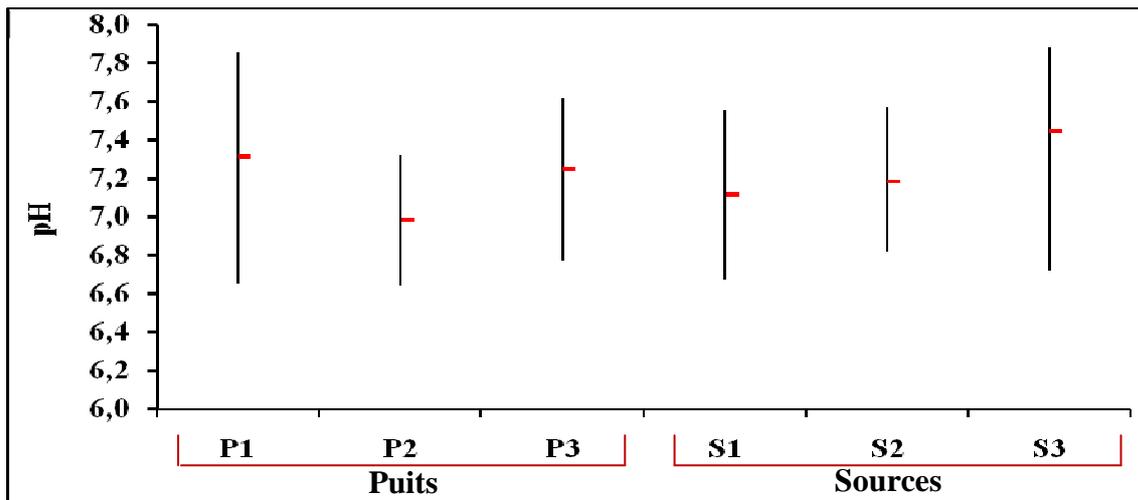


Fig. 9. Evolution du pH dans les eaux des puits et des sources

2.2. Paramètres chimiques :

2.2.1. Oxygène dissous (O₂):

D'une manière générale, les teneurs moyennes en oxygène dissous (O₂) sont comprises entre 3,81 et 6,2 mg/l. Ces teneurs n'expriment pas une forte pollution organique. La teneur faible de 2,5 mg/l est enregistrée au niveau des puits (P2, P3) et au niveau de la source (S1) (Fig. 9).

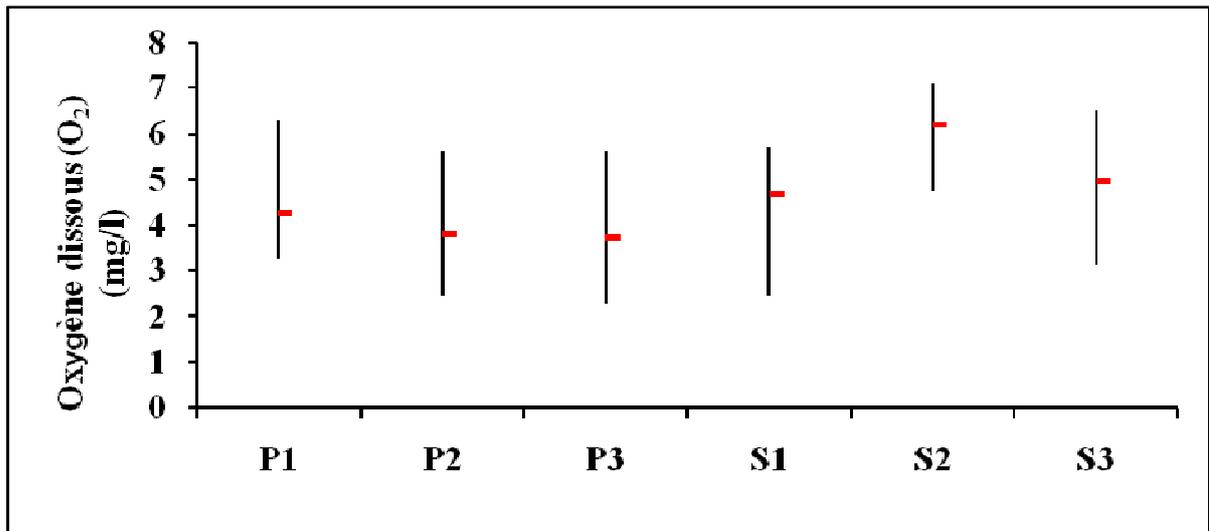


Fig. 10. Evolution de l'oxygène dissous dans les eaux des puits et des sources

2.2. 2. Les éléments de la pollution :

2.2. 2.1. Les éléments majeurs:

La qualité des eaux souterraines peut se produire soit simultanément, soit avec un léger temps de retard due à l'infiltration des eaux. Les résultats obtenus nous montrent une grande variation des concentrations des éléments majeurs tel le Na⁺, les Cl⁻, les SO₄²⁻, le Ca²⁺, le Mg²⁺, les HCO₃⁻ et le K⁺.

- **Le calcium (Ca²⁺) :**

Le calcium est un autre élément qui constitué la dureté de l'eau et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. La figure 11 nous montre que les concentrations de Ca²⁺ dans les eaux des puits et des sources dépassent la valeur guide (100 mg/l) pour les eaux destinées à la consommation humaine (OMS, 1994) sauf pour la source 3 (maximum de 96 mg/l). La présence de cet élément dans les eaux a pour origine la dissolution des formations carbonatées et gypseuses.

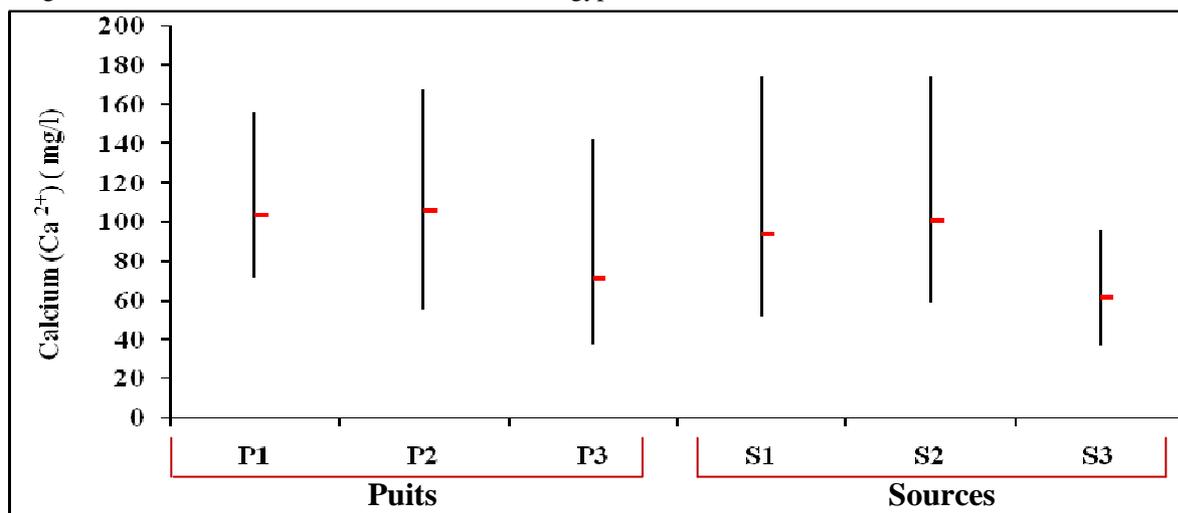


Fig. 11. Evolution du taux de calcium dans eaux des puits et des sources

- **Les chlorures (Cl⁻):**

L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportions très variables. Leur teneur augmente généralement avec le degré de minéralisation de l'eau. Les teneurs calculées sont inférieures à la norme de potabilité (250 mg/l) dans tous les points de prélèvement sauf pour la source (S2) où ces taux ont atteint un maximum de 261 mg/l (Fig.13). Ces ions chlorures proviennent des lentilles argileuses présentes dans les alluvions.

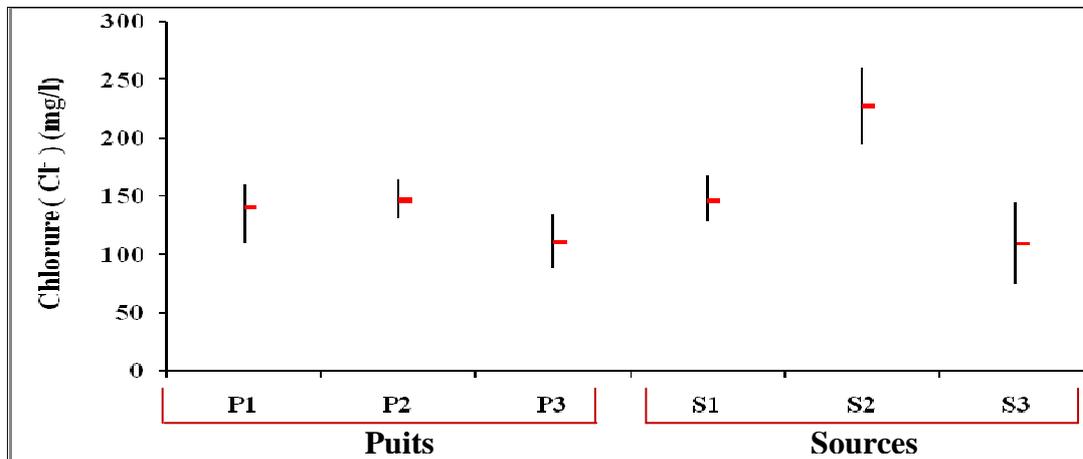


Fig.12. Evolution des chlorures dans les eaux des puits et des sources

- **Bicarbonates (HCO₃⁻) :**

Les concentrations en bicarbonates dans les eaux naturelles sont en relation directe avec le pH de l'eau, la température, la concentration en CO₂ dissous et la nature lithologique du sol.

Les teneurs sont très variables. Elles varient entre 82 mg/l (minimum observé) au niveau du point S3 et 315 mg/l au niveau point S2 (maximum observé). Les concentrations en HCO₃⁻ sont plus élevées durant les mois de mai et de juin et ceci peut être lié à l'effet de l'évaporation (Fig.13).

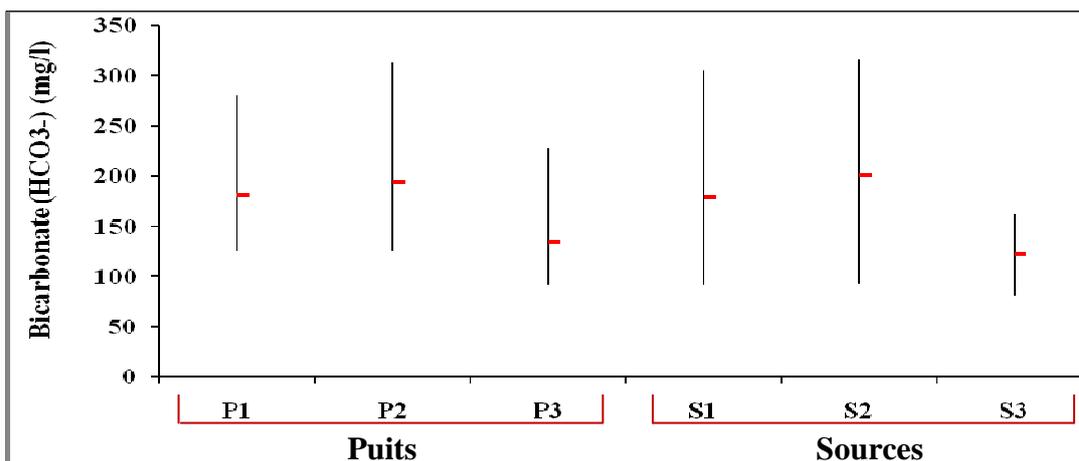


Fig. 13. Evolution de bicarbonate dans les eaux des puits et des sources

2.2. 2.2. Cycle de l'azote :

Dans la nature l'azote existe sous trois formes chimiques (nitrates, nitrite et l'ammonium):

- **Nitrates (NO_3^-) :**

Les ions nitrates représentent la forme la plus oxygénée de l'azote. C'est une forme très soluble. Sa présence dans les eaux souterraines est liée à l'utilisation intensive des engrais chimiques.

La figure 14 nous montre que la variation des teneurs en nitrates est identique pour les eaux des puits et des sources, où les concentrations sont élevées au cours des périodes de pluviométrie importante. Ce qui peut s'expliquer en partie par la dynamique de l'azote minérale au cours des successions culturales essentiellement durant la période pluvieuse. Le transport des nitrates dans la ressource en eau dépend essentiellement des précipitations, de la nature du sol, de la conduite des cultures, de la fertilisation et des systèmes de production.

Les concentrations dans les six points d'eau sont dans l'ensemble inférieures à la norme de 50 mg/l décrite par l'OMS pour les eaux destinées à la consommation humaine (OMS, 1994).

- **Nitrites (NO_2^-) :**

Considéré comme un élément toxique, le NO_2^- est la forme la moins stable dans le cycle de l'azote. Il est issu de la réduction de l'ammonium NH_4^+ . Son origine est liée à l'agriculture et aux rejets urbains et industriels.

La figure 15 nous montre que les teneurs en nitrites sont peu importantes. Les valeurs moyennes de tous les puits et les sources de notre étude ne dépassent pas les normes requises. Le maximum enregistré est de 0,18 mg/l au niveau du puit P1, il est du probablement à l'infiltration des eaux des oueds vers la nappe.

- **Ammonium (NH_4^+) :**

L'ammonium est la forme d'azote la plus toxique. Sa présence dans l'eau est liée soit aux rejets urbains et industriels, soit à la réduction des formes azotées (nitrates et nitrites) en conditions réduites. Pourriot et Meybek (1995) ont considérés que les eaux naturelles présentent une teneur de l'ordre de 0,0015 mg/l en NH_4^+ mais d'une manière générale une eau bien oxygénée ne contient que des traces d'ammoniaque.

Les valeurs moyennes des teneurs en NH_4^+ calculés durant toute notre étude sont inférieures aux normes décrites par l'OMS (0,5 mg/l). Le maximum de 0,56 mg/l est observé au niveau de la source S3 (Fig.16).

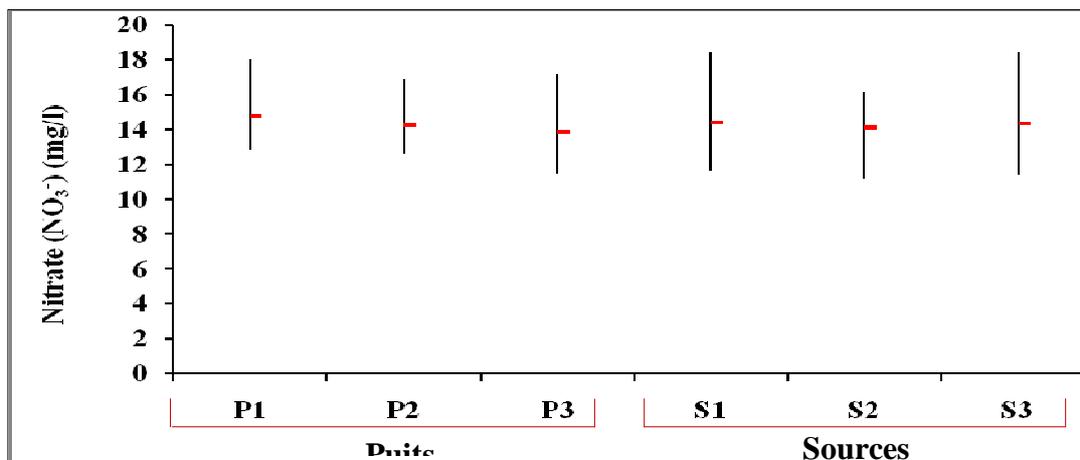


Fig.14. Evolution du taux des nitrates dans les eaux des puits et des sources

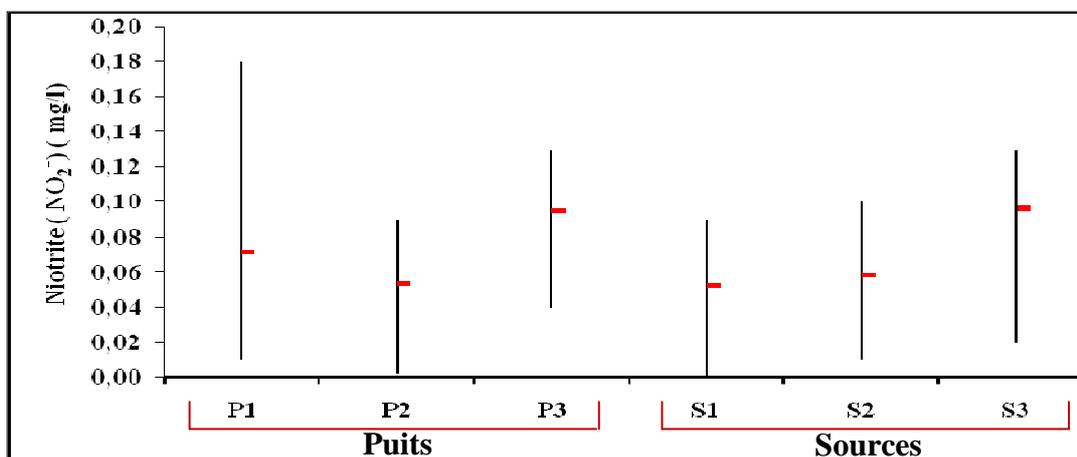


Fig. 15. Evolution du taux des nitrites dans les eaux des puits et des sources

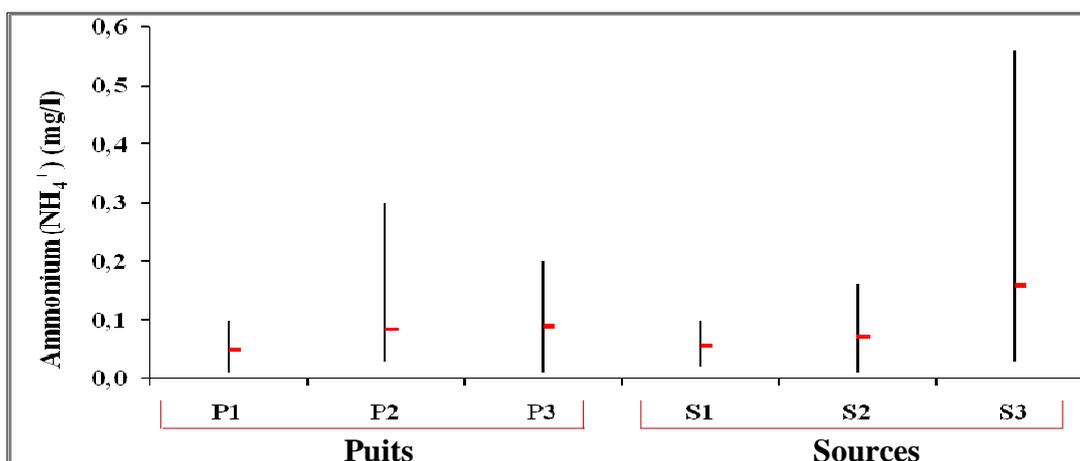


Fig. 16. Evolution du taux d'ammonium dans les eaux des puits et des sources

Conclusion :

Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de certains puits et sources de deux régions rurales, les communes de Belkheir et de Boumahra Ahmed (wilaya de Guelma Nord-Est de l'Algérie).

Du point de vue microbiologique, les résultats que nous avons obtenus dans les six points d'eau (sources et puits) à travers les dénombrements réalisés le long de nos campagnes de prélèvements nous exposent une contamination bactérienne variable. En effet, l'évolution des abondances des différents groupes a montré des variations spatiale et temporelle très marquées avec des concentrations bactériennes maximales notées durant la période estivale. Du point de vue nature de germes isolés et quantités de microorganismes, ceux-ci dépassent les normes décrites pour l'eau utilisée en consommation rendant celle-ci impropre à la consommation humaine. Les causes de cette pollution sont multiples; les principales sont:

- ✓ La mauvaise protection des puits et des sources.
- ✓ La non application des mesures d'hygiène élémentaires.
- ✓ La mauvaise conception des puisards et des latrines.
- ✓ La mauvaise évacuation des eaux usées.

Du point de vue physico-chimique, une différence notable des taux et des teneurs mesurées de chaque paramètre étudié. Dans la majorité des cas elles répondent aux normes de potabilité alors que des fois elles dépassent les normes, tel: la conductivité, la dureté, la TDS, les sulfates et le calcium, qui sont souvent liés à la formation géologique et aux caractéristiques climatiques de la région. Les fluctuations de ces paramètres peuvent être aussi expliquées par l'effet de nombreux facteurs, à savoir les apports en eaux usées domestiques, la pratique agricole et par les effluents industriels.

A la lumière de ces résultats, les ressources en eau exploitées de la nappe alluviale de la région de Guelma à travers les puits et les sources concernés par notre étude se montrent menacées par la pollution engendrée par le développement urbain et agricole, notamment, les eaux usées des agglomérations avoisinantes qui ne disposent pas de système d'assainissement, des ordures ménagères, du réseau routier et des activités agricoles.

Références Bibliographiques:

- [1] **A.B.H-C.S.M** (Agence des Bassins Hydrographiques; Constantinois, Seybouse, Mellègue) (2005). Qualité Des Eaux Souterraines Dans Le Bassin De La Seybouse, Rapport Interne. 46 p.
- [2] **Algéo** (Alger Géophysique) (1997). Etude Géophysique Dans La Plaine De Guelma. Rapport Interne, 28 p.
- [3] **D.P.A.T.** (2008). Direction De La Planification Et De l'Aménagement Du Territoire. Rapport Interne, Monographie De La wilaya De Guelma. 36 p.
- [4] **Djabri L.** (1996). *Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse. origines géologiques, industrielles, agricoles et urbaines.* Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba. 261 p.
- [5] **Duffour A-P.** (1977). *E.coli: The Faecal Coliform.* 4 8-58. in Hoadely A.W. and B.J.Dukta (eds).
- [6] **E.NA.GEO.** (1971). Entreprise Nationale De Géophysique. Etude Géophysique Dans La Région De Guelma. 52 p.

- [7] **Kherici N. (1993).** *Vulnérabilité à La Pollution Chimique Des Eaux Souterraines D'un Système De Nappe Superposée En Milieu Industriel Et Agricole (Annaba-la Mafragh) Nord-Est Algérien.* Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar. Annaba. 170p.
- [8] **Roux M. (1987).** Office International De L'eau: L'analyse Biologique De L'eau. *TEC& DOC.* Paris. 229p.