

Pollution organique des eaux de l'Oued Seybouse (Plaine alluviale de Guelma, Nord-Est Algérien)

A. LARABA* ; S. HADJ ZOBIR.

Université Badji Mokhtar, Faculté des Sciences de la Terre,

Laboratoire de Géologie, BP12, 23 000 Annaba, Algérie

E-mail: abdlaraba@yahoo.fr

ملخص : تكون المياه السطحية محملة بالمواد. تشكل كثرة المواد العذوى بالنسبة لمياه الري والمياه الجوفية. يحدث التلوث العضوي لما يدخل في الماء قاتض من المواد العضوية مثل الأسمدة الكيماوية أو المياه القذرة. تقع مسطحة قالمة في وسط منطقة فلاحية كبيرة و محاطة بجبال مما يعطيها اسم "مدينة حوض". تستمد خصوبة هذه المنطقة من واد سيبوس و السد الكبير الذي يمقى مساحة كبيرة منها تقدر ب (12000 هكتار). لكن تطور الحركة الصناعية و النمو الديمغرافي أدى إلى تدهور نوعية المياه السطحية و الجوفية. لتقييم آثار تسرب المياه القذرة على نوعية مياه واد سيبوس تم حسب عدة عوامل فيزيائية و كيميائية منتشرة على سبعة نقاط على طول الواد. أوضحت النتائج أن هناك تدهور في نوعية المياه. يتمثل هذا التدهور في نقص تركيز الأكسجين المحلل في الماء و ارتفاع كبير في مؤشرات التلوث.

الكلمات الأساسية : تلوث عضوي، سيبوس، قالمة، الجزائر.

Abstract : The surface waters are often charged in matters. An excess of matter increase the contamination risk for the irrigation and the underground waters. Organic pollution occurs when an excess of organic matter, such as manure or sewage, enters the water. Water pollution also occurs when rain water runoff from urban and industrial areas.

The alluvial plain of Guelma is located in the centre of an agricultural region and is surrounded by mountains what gives it the name of "basin pan city". The Seybouse wadi and the dam assure a vast perimeter of irrigation (12000 ha). However, the very fast development of the industrial activity, accompanied by a very advanced growth of the population dragged a deterioration of surface and underground water quality. In order to study the impact of the waste waters, different physico-chemical parameters have been measured in seven sites distributed along the Seybouse wadi. The study shows a deterioration of the water quality, this result in a decrease of the oxygen content in water and by an important increase of the pollution indicators.

Keywords: Organic pollution, Seybouse, Guelma Algeria.

Résumé : Les eaux de surfaces sont souvent chargées des matières. Un excès de matière présente généralement un risque de contamination pour eaux

Les eaux d'irrigation ainsi que pour les eaux souterraines. La pollution organique se produit quand un excès de matière organique, tel qu'engrais ou eaux d'égout, entre dans l'eau. La plaine alluviale de Guelma, se situe au centre d'une grande région agricole, entourée de montagnes ce qui lui donne le nom de « ville cuvette ». Cette région trouve sa fertilité grâce notamment à l'Oued Seybouse et au grand barrage qui assure un vaste périmètre d'irrigation (12000 ha). Cependant, le développement très rapide de l'activité industrielle, accompagné d'une croissance très poussée de la population ont entraîné une dégradation de la qualité des eaux de surfaces et souterraines. Afin d'évaluer l'impact des rejets des eaux usées sur la qualité des eaux de l'oued Seybouse différents paramètres physico-chimiques ont été mesurés en sept sites répartis le long de l'Oued. Les résultats ont montré une nette détérioration de la qualité des eaux. Cette détérioration se traduit par une diminution de la teneur en oxygène dissous dans l'eau et par une augmentation importante des indicateurs de pollution.

Mots-clés : Pollution organique, Seybouse, Guelma, Algérie

1. Introduction

La vallée de la Seybouse et ses principaux affluents constituent des zones de vulnérabilité des eaux de surfaces et de la nappe superficielle de Guelma. La caractéristique hydrographique du bassin est l'absence de grandes rivières, les cours d'eau, formés de rivière et petits oueds, se caractérisent par la faiblesse de leur débit. Situation qui ne favorise pas la dilution de la pollution, associée à une forte densité de la population et d'industrie et le manque d'infrastructure d'épuration et d'évacuation des eaux usées, ce qui explique la médiocre qualité de l'eau de l'oued. L'étude menée sur les sept stations localisées sur le parcours de l'oued Seybouse a permis d'évaluer l'impact des eaux usées sur la qualité des eaux de la Seybouse.

2. Cadre géographique et climatique

La plaine alluviale de Guelma se situe au Nord Est algérien formant une cuvette entourée par les monts de (Haoura, Debagh, Mahouna et Dj Nador), faisant partie du bassin versant de l'Oued Seybouse, elle s'étend le long de la vallée de l'Oued orientée sensiblement Ouest – Est. Le cours d'eau principal, l'Oued Seybouse, est formé par la confluence des oueds Cherf et Bouhamdane au niveau de Medjez Amar drainant la partie sud du bassin imposant ainsi au drainage général une direction sud – nord. Le long de son parcours, l'oued Seybouse reçoit d'autres affluents d'importance inégale en longueur et en quantité d'eau. La « moyenne Seybouse », s'étendant jusqu'au pied du Djebel Nador, occupe les bassins versants des oueds Mellah et Bouhamdane et toute la plaine de Guelma. La région de Guelma soumise à un climat de type méditerranéen, est caractérisée par deux périodes différentes, l'une pluvieuse humide, l'autre sèche. La pluviométrie de 570 mm/an et la température moyenne annuelle est de l'ordre de 18°C La zone d'étude y est marquée par un réseau hydrographique constitué par l'Oued principal Seybouse qui parcourt la plaine, présente l'axe de drainage d'un bassin versant de 6471 Km². Et ses affluents secondaires : Oued Skhoun à l'ouest de la ville de Guelma, Oued Maïz à l'ouest de Belkheir, Oued Zimba à l'est de Belkheir et Oued Bou Sorra à l'ouest de Boumahra Ahmed. La vallée de Guelma est un ancien bassin d'effondrement longtemps fermé où s'est entassé un ensemble varié de sédiments allant du Miocène au Quaternaire. Les mouvements tectoniques du Plio-quaternaire ont joué un rôle important dans la morphogenèse de la région.

3. Contexte géologique

Le bassin versant de la Seybouse fait partie de la chaîne alpine de l'Algérie orientale (Durand Delga, 1969). Cette chaîne est constituée par la superposition de plusieurs unités structurales hétérogènes, dont l'histoire géologique s'étale depuis le Trias jusqu'au Pliocène (Figure.1). Cet édifice complexe est partiellement recouvert par une sédimentation Mio-Pliocène et/ou Quaternaire, surtout continentale (Vila, 1980). La géologie de la région de Guelma peut-être divisée en trois grands ensembles anté-nappe, (ii) un ensemble Mio-Pliocène (continental, du bassin de Guelma) et (iii) un ensemble récent (Pliocène et Quaternaire). La région de Guelma c'est le domaine néritique de Djebel de Debagh, Héliopolis et le sud de Guelma.

Cette unité à faciès carbonaté Jurassique-Crétacé, plus ou moins karstifiée est surmontée par plusieurs nappes de charriages et soumise à de grands accidents tectoniques.

Entre Nador et Medjez Amar, la Seybouse a déposé des alluvions sur son parcours, le Quaternaire occupe le centre de la plaine et correspond au faciès des terrasses on y distingue :

Alluvions anciennes : éboulis et galets formant le remplissage du bassin d'effondrement, et possédant une grande importance hydrogéologique pour la région.

Alluvions récentes : Ces formations sont peu importantes et sont constituées de cailloutis, de graviers, de galets, de calcaires et de limons.

L'Oued Seybouse traverse le bassin de Guelma qui a connu pendant le Pliocène un remplissage avec des manifestations diapiriques intenses du Trias.

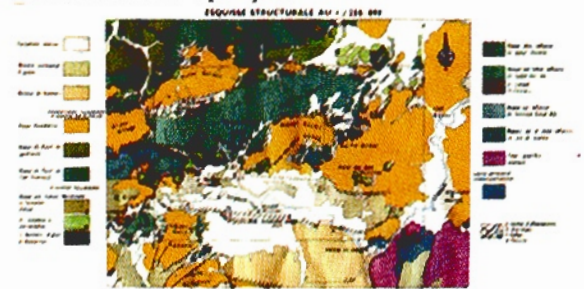


Fig. 1 : Esquisse structurale de la région de Guelma

4. Matériels et méthodes

Deux campagnes de prélèvements ont été effectuées pendant la période des hautes eaux (Mai 2005/2006). Sur chaque échantillon d'eau, les déterminations analytiques ont porté sur les paramètres suivants :

- Température, pH, Conductivité à 20°C, Oxygène dissous,
- Demande chimique en oxygène DCO,
- Paramètres de l'azote : NH₄, NO₂, NO₃
- Phosphore : PO₄

La série de données hydrochimique des eaux de la Seybouse réalisée au sein du laboratoire des recherches appliquées (DRA, ISPAT Annaba) a permis de tracer les courbes d'évolution des principaux indicateurs de pollution des eaux. Les eaux sont classées d'après les critères de qualité de la grille établie par l'ANRH (2004) selon les normes internationales et européennes, pour les eaux de surfaces. Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des flacons en polyéthylène de 1 litre, transportés au laboratoire dans une glacière à basse température (4°C). Les paramètres physico-chimiques (pH, CE, T°, et l'O₂ dissous) sont mesurés in situ en utilisant des appareils de terrain : un pH mètre WTW, un conductimètre de terrain WTW et un oxymètre OXI.

La température est obtenue simultanément avec la mesure du pH, CE et l'oxygène dissous. Les nitrates, nitrites, l'ammonium et les orthophosphates ont été dosés directement dans l'eau filtrée par addition des réactifs.

5. Résultats et discussion

Le réseau de contrôle de la qualité des eaux de surface comprend 07 stations réparties le long de la vallée de la Seybouse dans la région de Guelma (Figure. 2), sur les différents affluents du bassin, et ce de l'amont à l'aval :

à l'amont, cette partie est surtout l'objet d'une activité agricole.

sur les cours des affluents de la Seybouse (O. Skhoun, O. Maiz, O. Zimba, O. Bou sorra) La partie médiane (centre) est exposée à une activité industrielle et ménagère.

- à l'aval dans l'oued Seybouse

Les résultats des analyses sont exposés dans le tableau 1.



Fig. 2 : Localisation des stations de prélèvement sur l'Oued Sebouse (région de Guelma)

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des affluents de l'oued Seybouse (région de Guelma)

Paramètres	Seybouse amont	Skhoun	Maiz	Zimba	Seybouse centre	Bou Sorra	Seybouse aval
T°C	17,5	20,3	21,3	22	21,5	22	22,5
pH	7,7	7,6	7,3	7,5	7,4	7,1	7,8
O2 (mg/l)	5,75	4,75	4,8	4,6	4,85	6,1	5,3
DCO (mg/l)	240	298	250	252	260	284	264
O2/D							
NO3 (mg/l)	30	43	78	48	81	80	60
NEH (mg/l)	0,09	0,34	0,24	0,12	0,19	0,12	0,08
PO4 (mg/l)	0,12	0,38	0,5	0,09	0,22	0,04	0,6
NO2 (mg/l)	0,3	3	2,2	1,2	1,7	0,3	0,4

Température

La mesure de la température s'effectue dans la rivière au moyen d'un thermomètre approprié. La température exerce son influence sous deux aspects principaux : Elle modifie la solubilité des gaz dans l'eau et modifie la vitesse des réactions chimiques et biochimiques. Lorsque la température s'élève, les bactéries consomment plus de dioxygène, ce qui réduit la quantité disponible pour les autres êtres vivants de l'écosystème. Les températures des eaux des affluents de l'oued varient entre 17,5 °C en amont et 22,5 °C en aval (Tableau.1).

On constate qu'à l'amont les valeurs thermiques sont faibles alors que dans les secteurs centre et aval de la plaine, ces dernières deviennent élevées. Cette variation peut être expliquée par des rejets industriels d'eaux chaudes de rinçage des appareils de production. Ces valeurs de températures répondent bien aux normes algériennes de rejet industriel qui est de 30°C (JORA, 2006). La température élevée des eaux favorise le développement des micro-organismes et induit des odeurs désagréables.

pH

Le pH influence la dissolution des roches et la précipitation de certains sels.

Le pH est important dans les rivières pauvres en carbonates dont le pouvoir tampon est très faible. Elles sont donc plus sensibles aux apports extérieurs d'un pH différent.

Le pH est aussi important dans les rivières déficientes en dioxygène : la dégradation des molécules organiques s'arrête souvent au stade d'acides organiques.

Les eaux de l'oued Seybouse sont caractérisées par un pH relativement neutre à alcalin entre 7,7 en amont et 7,8 en aval. Ceci est probablement lié à la neutralisation par les industries de leurs rejets avant leur déversement dans l'oued. Mais leur pH est compatible avec la vie de la biomasse.

L'oxygène

La teneur en oxygène dissous est déterminante pour la qualité des eaux : Les eaux polluées renferment peu ou pas d'oxygène (O2 dissous) parce que les microorganismes qui font fermenter les déchets organiques consomment cet oxygène massivement. L'oxygène dissous est l'un des paramètres indicateurs de pollution, Les variations de cet élément sont régulières et faibles, comprises entre 4,6 et 6.1 mg/l, (Fig.3), elles définissent une classe de l'eau assez bonne avec une pollution de l'eau modérée. Les faibles valeurs sont observées au niveau des affluents de l'oued Seybouse : oueds Zimba, Maiz et Skhoun et notamment oued Seybouse centre, exprimant une classe médiocre et une pollution nette.

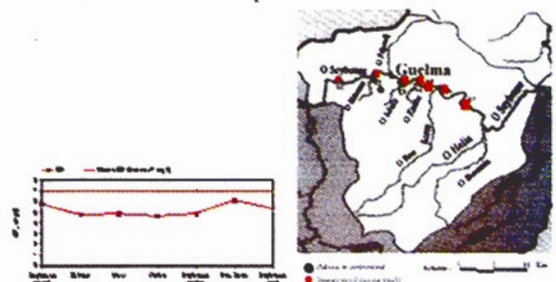


Fig. 3 Variation de l'oxygène dissous O2

La Demande chimique en oxygène DCO

Les eaux résiduaires de l'oued Seybouse présentent des valeurs voisines de 281 mg/l en demande chimique en oxygène (Tableau 1). Les valeurs de DCO pour les eaux des différentes stations étudiées dépassent la valeur de 50 mg d' O₂ / l fixée par les normes Algériennes (ANRH 2004) (Tableau 2). Ce qui permet de classer ces eaux comme de très mauvaise qualité, ceci est en rapport avec les déversements des eaux usées des agglomérations et des différentes zones industrielles de la région de Guelma.

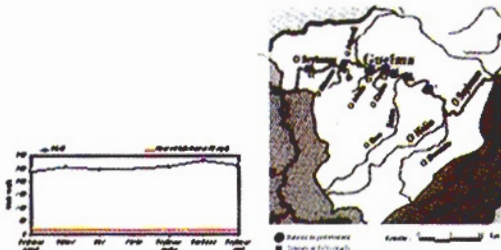


Fig. 4 Variation de la demande chimique en oxygène DCO

Tableau 2 : Classe de qualité des eaux de surfaces (ANRH mai 2004)

Paramètres	Classe de Qualité			
	Bonne	Moyenne	Polluée	Très polluée
DBO5 (mg/l)	≤5	5 à 10	10 à 15	≥15
DCO (mg/l)	≤20	20 à 40	40 à 60	≥60
O2 dissous (mg/l)	≥7	7 à 5	5 à 3	≤3
NH4 (mg/l)	0 à 0,001	0,01 à 0,1	0,1 à 3	≥3
PO4 (mg/l)	0 à 0,001	0,01 à 0,1	0,1 à 3	≥3
NO2 (mg/l)	0 à 0,001	0,01 à 0,1	0,1 à 3	≥3
NO3 (mg/l)	≤10	10 à 20	20 à 40	≥40

Les nitrates

Les résultats des analyses des nitrates montrent que leurs teneurs varient entre 30 mg/l à la station amont et 81 mg/l à la station médiane. La figure. 5, indique une forte teneur en nitrates de l'amont vers l'aval de la plaine de Guelma parallèlement au sens d'écoulement des eaux de l'oued, sans doute à cause des phénomènes de transformation et consommation par les microorganismes (Rodier 1996). Les teneurs en nitrates dans les eaux prélevées dépassent les 40 mg/l proposées par les normes algériennes sauf pour le site amont. Ce qui indique une contamination des eaux de la Seybouse.

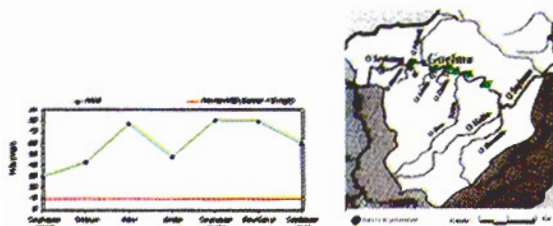


Fig. 5 Variation des nitrates NO3

Les nitrites

Les analyses révèlent que la totalité des sites de prélèvements ont des teneurs en nitrites inférieures aux normes Algériennes de 3 mg/l pour les eaux usées. Les valeurs enregistrent des variations allant de 0,3 à 3 mg/l (Fig.6). La valeur seuil limitant est observée au niveau de l'affluent de Oued Skhoun où se déversent les rejets des eaux usées non traitées.

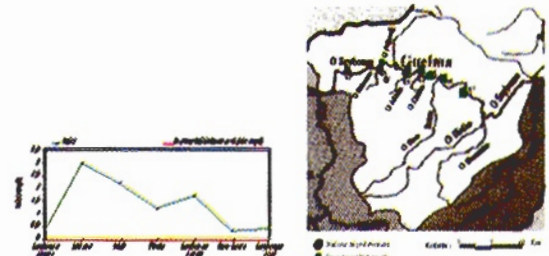


Fig. 6 Variation des nitrites NO2

L'ammonium

L'évolution de la courbe (NH₄ ammonium) (Fig.7) montre qu'il y'a de faibles concentrations inférieures à 0,1 mg/l en amont et en aval de l'agglomération de Guelma, ce qui indique une qualité moyenne de l'eau. Les valeurs élevées s'observent sur les sites des oueds Skhoun, Maiz, et Seybouse centre, où les teneurs en NH₄ sont respectivement : 0,34 , 0,24 et 0,20 mg/l, indiquant une eau polluée, ceci pourrait être lié aux rejets des eaux usées de la ville de Guelma.

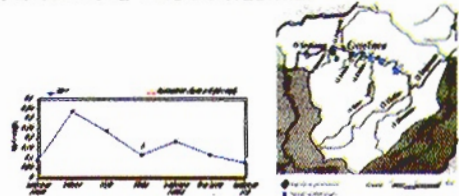


Fig. 7 Variation de l'ammonium NH4

Les phosphates

Le phosphore provient essentiellement des activités domestiques, (rejets organiques des lessives) mais également des industries et de l'agriculture via l'érosion des sols. Des teneurs supérieures à 0,1 mg/l constituent un indice de pollution (Rodier.1996, ANRH.2004). Selon ces normes, les valeurs obtenues des ions orthophosphates (Tableau.1) sont considérées comme élevées pour les stations de : O. Skhoun, O. Maiz, Seybouse Centre et Seybouse Aval (Fig.8). Ces valeurs sont à attribuer aux déversements des eaux usées de la ville de Guelma. La qualité phosphore est mauvaise à l'aval de l'oued Seybouse et de chaque collectivité importante, ceci est dû à l'absence de traitement de cet élément par les stations d'épuration. Dans ces zones, les eaux usées collectées doivent être soumises à un traitement plus rigoureux pour éliminer en particulier azote et phosphore.

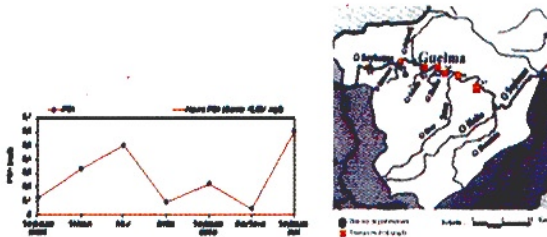


Fig. 8 Variation des phosphates PO4

6. Conclusion

Les résultats obtenus au cours de cette étude témoignent dans leur majorité d'une contamination relative des eaux de l'oued Seybouse par les eaux usées de la région de Guelma. Avec des teneurs maximales de 81 mg/l en nitrates, de 284 mg d'O₂/l en DCO.

Les eaux de la Seybouse sont classées selon la grille de qualité des eaux de surfaces en Algérie comme étant assez chargées et polluées. Elles constituent une menace pour l'environnement de la région et notamment pour les eaux souterraines. La demande chimique en oxygène (DCO) a des valeurs très élevées, soit 284 mg/l, ce qui reflète bien la quantité importante de matière organique contenue dans les eaux de l'Oued. Elles donnent une indication globale de la contamination organique.

L'évolution des teneurs en ammonium, nitrates et nitrites dans l'oued Seybouse montre une forte concentration de NO₃, NO₂ et NH₄. L'azote est présent dans l'eau sous forme organique ou minérale plus ou moins oxydée et en quantité importante a souvent pour origine des rejets domestiques, agricoles ou industriels. L'abondance du phosphore dans le milieu aquatique conduit à la prolifération des algues. A certains endroits ce phénomène peut être aggravé par le ralentissement de la dynamique des oueds (sécheresse). La principale source de phosphore est l'agriculture, les rejets domestiques et les rejets industriels.

Le rejet dans l'Oued Seybouse et ses affluents, sans aucun traitement préalable, des eaux usées des villes et des industries se trouvant sur le bassin versant présente un haut potentiel de risque de contamination des eaux souterraines d'autant plus que l'oued traverse sur la presque totalité de son cours des zones très vulnérables. Ce risque est d'autant plus grave que des échanges sont possibles d'une part entre l'oued et la nappe superficielle et d'autre part entre les deux nappes (superficielle et profonde).

La gestion de la qualité d'un oued est donc une responsabilité partagée par tous ses utilisateurs, La qualité de l'eau en aval dépend du souci de protection en amont.

Les cours d'eau pourraient être considérés non plus comme des égouts naturels, mais comme une ressource potentielle d'eau d'irrigation.

Pour des mesures préventives, ces zones à risque doivent être contrôlées, d'une part, par l'utilisation rationnelle des fertilisants et d'autre part, il faudrait aussi prévoir, à l'échelle de tout le bassin versant de la Seybouse, un traitement préalable des eaux usées urbaines et industrielles qui sont rejetées.

La protection des forages de captage par des périmètres de protection est très recommandée

Remerciements

Les auteurs remercient le personnel du laboratoire des recherches appliquées (DRA, ISPAT Annaba, Algérie, le personnel des analyses chimiques, l'ensemble des étudiants hydrogéologues du département de Géologie Annaba, Algérie.

Références

- Debieche. T.H. (2002), Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la basse plaine de la Seybouse N-E Algérien. Thèse pour le grade de docteur de l'université de Franche-Comté. 199p
- Djabri L, Hani A, Mania J, Murdy J. (2001). Impact des eaux urbaines sur la qualité des eaux de l'oued seybouse Symposium frontière de la gestion de l'eau urbaine, 18-20 juin 2001 ; marseille
- Durand Delga M. (1969). Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. Bull.Serv.Carte Géol. Algérie, N.S, n°39, 9.89-131, 9 fig., Alger.
- JORA, 2006.JournalOfficiel de la République Algérienne. Décret ministériel n°06-141, portant organisation et réglementation des déchets liquides industriels.
- Lahondère. J.C. (1987), Les séries ultratelliennes d'Algérie nord-orientale et les formations environnantes dans leur cadre structural. Thèse d'Etat Univ. Paul Sabatier, Toulouse 204p.
- Rodier J. (1996). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 7e édition, Dunod, Paris, 1350p.
- Vila J.M. (1980). La chaine Alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse Doctorat d'état Univ. Pierre et Marie – Curie, Paris VI, 665 p.