

Impact des néo-facteurs de pollution sur la qualité des eaux de la zone aval de la vallée de l'Oued Seybouse, Est Algérien.

Pollution néo factors impact on water : down part of Oued Seybouse valley, East of Algeria.

Abdelaziz Belhamra*¹ & Azzedine Hani²

¹Département Aménagement, Université Badi Mokhtar, BP12, Annaba, 23000, Algérie.

²Département Géologie, Université Badi Mokhtar, BP12, Annaba, 23000, Algérie.

Soumis le : 24/05/2015

Révisé le : 10/01/2016

Accepté le : 12/01/2016

ملخص:

تميزت منطقة الدراسة دوما بالتلوث. فالدراسات الأولية التي أجريت على مياه منطقة سافلة نهر سيبوس خلال سنوات التسعينيات من القرن الماضي سمحت بإبراز مصادر التلوث بوضوح. من جهة أخرى لقد أبرزت الدراسة الميدانية التي قمنا بها ظهور عوامل جديدة للتلوث؛ إذ لاحظنا تغيرا معبرا عن هذا التلوث. من أجل التعرف على نوعية المياه الجديدة في منطقة دراستنا أجرينا تحاليل فيزيائية و كيميائية للمياه السطحية ولمياه الآبار حيث بينت نتائج هذه التحاليل تلوثا هاما بواسطة عناصر هامة ETM (بقايا آثار معدنية) و نترات. أكد تقارب نتائج الطرق المستعملة كلها على أن التلوث الطبيعي تميز بروابط موجودة بين عناصره الرئيسية و بين التلوث البشري بقايا آثار معدنية (ETM) و نترات، كما أكدت تغيرات هذه العوامل على هذا التلوث. تجلت العلاقة الموجودة بين المياه الجارية (السطحية) ومياه الآبار في ظاهرة هذا التلوث الديناميكية والمتسارعة. أبرزت الرسوم البيانية المنجزة بشكل جيد الانتقال بين وسطي التلوث الهام على مستوى الآبار المرتبطة مباشرة بالأودية الأمر الذي يفسر التبادل المباشر بين الواسطين.

الكلمات المفتاحية: وادي سيبوس- تلوث طبيعي- آثار بقايا معدنية (ETM)- التلوث البشري

Résumé

La région étudiée a toujours été caractérisée par une pollution. Les premiers travaux réalisés sur la zone avale de la vallée de l'oued Seybouse durant les années quatre vingt dix ont permis de mettre en évidence les sources de pollution. Par ailleurs, l'enquête réalisée par nos soins a montré l'apparition de nouvelles sources de pollution. Nous remarquons alors, un changement significatif. Pour matérialiser cette nouvelle qualité des eaux dans notre zone d'étude des analyses physico-chimiques des eaux de surface et des puits ont été réalisées. Les résultats obtenus montrent une pollution importante par les éléments majeurs des Eléments Traces Métalliques (ETM) et des nutriments. Les méthodes utilisées convergent toutes pour confirmer la pollution naturelle caractérisée par les liens existant entre les éléments majeurs et une pollution anthropiques par les ETM et nutriments. Les variations de ces facteurs confirment cette pollution. Le phénomène de cette pollution est dynamique et accéléré par la relation existante entre les cours d'eau et les puits. Les graphiques réalisées montrent bien le transfert entre les deux milieux de pollution qui est importante au niveau des puits qui sont en relation directe avec les oueds justifiant ainsi la présence d'échange directe entre les deux parties.

Mots clés : Oued Seybouse-pollution naturelle-etm-pollution anthropique.

Abstract

The study area has always been affected by pollution. Early works on the downstream area of the valley of Seybouse during the nineties have helped to identify sources of pollution. In addition, the survey conducted by us showed the emergence of new sources of pollution. In otherwise, the achieved survey has showed another source of pollution. The survey was based on samples distributed along the downstream area of the river. The chosen area can be justified by the appearance of some production units that are the origin of this neo-factor pollution. We notice a significant change. To materialize this new water quality in our study area of physico-chemical surface water and wells have been completed. The results show significant pollution by major elements of ETM and nutrients. The methods converge to confirm the natural pollution characterized by the linkages between major elements and pollution emissions by "ETM" (Elements Traces Metals) and nutrients. Changes in these factors confirm that pollution. The phenomenon of this pollution is dynamic and accelerated by the existing relationship between streams and wells. The graphs clearly show made the transfer between two media of pollution is important at wells that are directly related to the wadis thus justifying the presence of direct exchange between the two parties.

Keywords: Oued Seybouse-Natural pollution-ETM-Entropic pollution

*auteur correspondant : belhamra.dz@gmail.com

1. INTRODUCTION

Les nouvelles orientations politiques du pays surtout axées sur les petites industries et l'agriculture, ont entraînés un exode rural important d'où l'apparition de nouveaux rejets (domestiques et industriels) [1]. Par ailleurs la recherche d'une production importante se traduit par une sur utilisation d'engrais [2], se répercutant ainsi sur la pollution des eaux des Oueds et des nappes par le biais d'un retour des eaux d'irrigation [3]. Ainsi l'objectif de notre travail est la mise en évidence de l'impact des nouveaux sites industriels sur la qualité des eaux de la zone aval de la Seybouse [1,4]. Les travaux réalisés au début des années 1990, ont porté sur l'état de la qualité des eaux selon le contexte prévalent au cours de cette période. A partir de l'année 1998, le contexte environnemental a changé, en effet le barrage Bouhamdane qui était en construction est entré en exploitation. Cette indisponibilité d'eau au niveau de l'Oued Seybouse conjuguée à l'implantation de nouvelles industries dans la région [5,6] a entraîné dans certaines zones l'accentuation de la dégradation de l'eau [7,8]. Ainsi de nouvelles formes de pollution, ont été observées et vont faire l'objet d'un intérêt particulier dans notre étude.

La région d'étude a fait l'objet, durant ces dernières années, de nombreux travaux d'expertise et de recherche. Les résultats de ces travaux ont soulevé les problèmes de la dégradation de la qualité de l'environnement et des ressources naturelles (sol, eau, air,...) d'une manière générale.

Les études réalisées par exemple sur les rejets des unités industrielles situées sur l'axe reliant El-Hadjar à Annaba montrent de très fortes concentrations en éléments chimiques potentiellement nuisibles et qui ont pour corollaire une dégradation de la qualité des eaux superficielles de la Seybouse [9], une détérioration des eaux, ayant des impacts négatifs sur la faune et la flore [10].

Le stockage des déchets industriels, au niveau du complexe sidérurgique d'El-Hadjar, influe directement sur le sol et les rejets liquides dans l'oued Meboudja [11], et, ont provoqué une contamination des eaux superficielles et souterraines par plusieurs métaux lourds.

Par ailleurs, Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les rejets d'origines urbaines et industrielles au niveau de la décharge de la ville d'Annaba, montrent une forte pollution véhiculée par les eaux et une

dégradation qualitative des eaux souterraines, surtout dans les parties situées dans les secteurs qui se trouvent à l'aval hydraulique de la décharge en relation avec des écosystèmes très fragiles (lac Fetzara) [12,16]. Les travaux réalisés au niveau du complexe de phosphates d'Asmidal ont montré les effets néfastes des rejets liquides et solides sur la santé des populations des agglomérations limitrophes. L'évaluation simplifiée des risques réalisée par les bureaux d'études canadiens a conclu à la nécessité d'approfondir les investigations sur ce site.

2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1. Situation géographique

Notre région d'étude est située au Nord-est Algérien (Fig.1), à savoir dans les territoires de trois wilayas qui sont, Guelma, El Tarf et Annaba. Elle est limitée :

- Au Nord Est par la mer Méditerranée.
- A l'ouest par le massif de l'Edough qui culmine à une altitude de 1008m, et le bassin fermé du lac Fetzara qui est séparé à son tour par les croutes septentrionales du Djebel Houara (981m)
- A l'Est par le prolongement oriental du système aquifère Annaba-Bouteldja, et au Sud Est par le Djebel Béni Salah.
- Au Sud par la Chaîne Numidique (1411m).

La Seybouse est l'un des oueds les plus importants de l'Algérie de par sa longueur, et le nombre de ses affluents, ainsi que l'importance de son bassin versant qui couvre une superficie de 6471 km² divisée en trois parties bien distinctes:

- 1- Les Hautes plaines (Haute Seybouse).
- 2- Le tell méridional (Moyenne Seybouse).
- 3- Le tell septentrional (Basse Seybouse), celle-ci représente notre aire d'étude :

Bouchegouf, Dréan, El-Hadjar, Elbouni et Sidi Salem.



Figure 1. Carte de situation géographique de la zone d'étude (in Bougherira, 2015)

2.2. Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques

Les études réalisées dans la région [13], montrent l'existence de deux types de terrains: l'un métamorphique et l'autre sédimentaire (Fig. 2). Les affleurements géologiques sont datés du Paléozoïque au Quaternaire. Le Paléozoïque affleure à l'Ouest dans le massif de l'Edough, Belilieta et Boukhadra. Il est constitué surtout de gneiss. Le Mésozoïque affleure au Sud de la zone d'étude, vers Guelma et Bouchegouf. Il est constitué par : le Trias, formé par une association de dolomies, de calcaires dolomitiques et de gypse. Le Jurassique constitué de dolomies noires et de schistes calcaireux. Le Crétacé comportant des calcaires dolomitiques à foraminifères. Le Cénozoïque représenté par l'Eocène inférieur, l'Oligocène et le Mio-Pliocène; celui-ci est représenté par les faciès suivants Le faciès fluvial, bien développé dans la plaine d'Annaba, il est surtout formé de galets, de sable et d'argiles le long des oueds.

Le faciès marin (plaisancien) : caractérisé par des marnes bleues avec des intercalations calcaires.

Le faciès continental : il est lié aux dépôts des fosses d'effondrement qui sont : la fosse de Ben Ahmed, orientée Sud-Nord et la fosse de Ben M'hidi, orientée SW-NE. Ces deux fosses sont séparées par l'élévation du haut-fond de Daroussa.

Le Quaternaire : les formations dunaires alluvionnaires constituent la roche réservoir. On y distingue :

Le Quaternaire ancien (hautes terrasses) qui renferme la nappe des alluvions dont le matériau est composé de sables, d'argiles et de graviers.

Le Quaternaire récent qui correspond à la basse et à la moyenne terrasse.

Le Quaternaire actuel où les alluvions sont représentées par des dépôts du lit actuel de l'oued ; il s'agit de sables et de cailloutis.

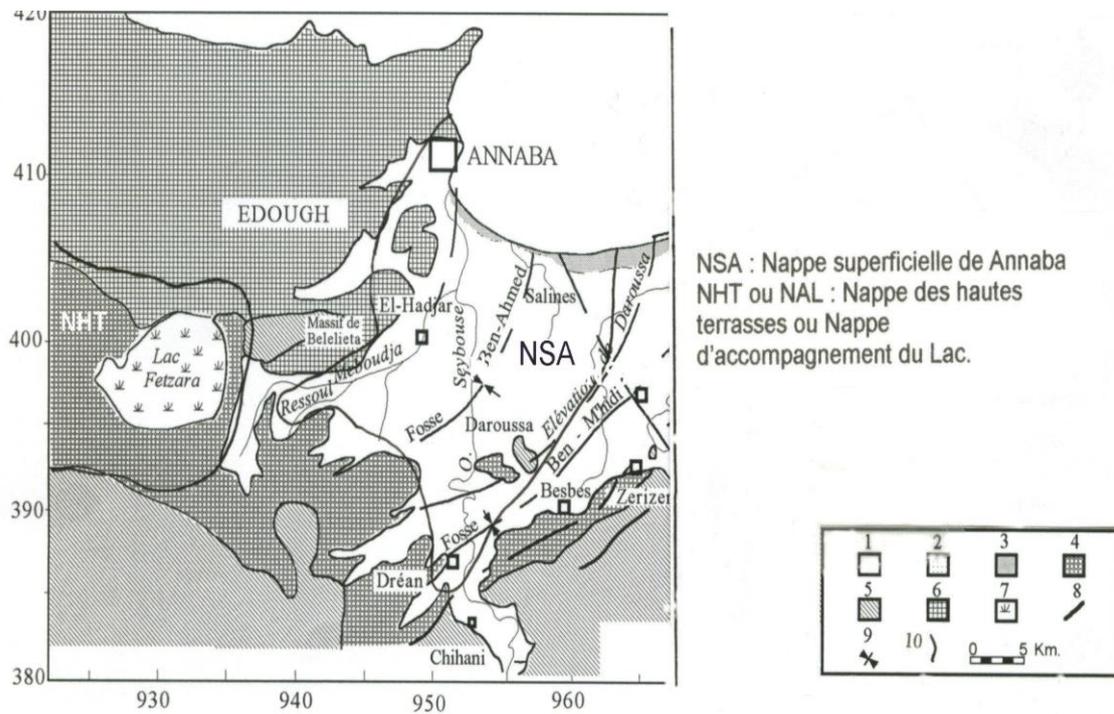


Figure 2. Caractéristiques Géologiques de la Zone d'Etude

1: Nappe des formations superficielles; 2: Nappe des sables du massif dunaire de Bouteldja; 3: Nappe des sables du cordon dunaire; 4: Nappe des alluvions de haut niveau; 5: Grès et argiles du Numidien; 6: Formations métamorphiques (nappe des cipolins); 7: Marécages; 8: Failles; 9: Fosses; 10: Limite de la zone étudiée. (Khelfaoui 2014).

La zone d'étude recèle deux nappes d'eau, la première dite nappe superficielle dans laquelle sont implantés tous les puits domestiques. Les eaux de ces puits sont surtout destinées à l'irrigation. La seconde nappe profonde dénommée nappe des graviers, cette nappe est captée par des forages. Les eaux sont utilisées pour l'alimentation en eau potable (AEP) et l'irrigation [3].

2.3. Indications climatiques

Le climat de la région est de type méditerranéen, les précipitations avoisinent 800 mm/an. L'infiltration et le ruissellement sont importants et contribuent aux déplacements horizontaux et verticaux des polluants. Le tableau 1 donne un aperçu sur les facteurs climatiques des stations inventoriées dans la zone d'étude.

Tableau 1. Valeurs des caractéristiques hydrologiques calculées au niveau des stations d'Annaba et de Pont Bouchet (infiltration, Ruissellement, Evapotranspiration Réelle (ETR)).

Station	P (m)	ETR (m)	R (m)	I (m)
Annaba les Salines	0.639	0.524	0.112	0.121
Pont Bouchet	0.615	0.449	0.78	0.089

3. MATERIEL ET METHODES

Pour réaliser cette approche d'étude qui repose sur les variations physico-chimiques des eaux de surface de la zone aval de l'oued Seybouse. On a inventorié sur le terrain les lieux de rejets et l'implantation de cinq stations le long de l'oued Meboudja (Fig. 5). De ce fait les mesures des paramètres physiques ont été réalisées in situ à l'aide d'un appareil multi paramètres de marque WTW (Multi Line PPH/LF-SET). Pour la détermination des éléments chimiques et l'analyse des ETM on a utilisé l'absorption atomique à flamme pour les cations. Les anions sont dosés par le spectrophotomètre photo labo spectral.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

La croissance démographique, le développement économique et l'agriculture (engrais), influencent considérablement le phénomène de la pollution des eaux. Les eaux de surface des cours d'eau sont exposées de plus en plus à la pollution sous la forme de rejets d'effluents industriels ou domestiques [6]. Les sources d'émission de polluants sont l'industrie, l'agriculture et les eaux domestiques [1,4]. Le tableau 2, récapitule les sources de pollution et leurs lieux de déversement. Nous remarquons que les Oueds et particulièrement la Seybouse, constituent l'étape finale des eaux rejetées, ces dernières seront acheminées directement vers la mer Méditerranée.

Tableau 2. Les rejets des eaux usées et leurs lieux de déversement au niveau de la basse vallée de la Seybouse

Agglomération	commune	Types	Lieu de rejet
Boucheougouf	Boucheougouf	Urbains	Oued Seybouse
Oued Fragma	Oued	Urbains	Oued Seybouse via Oued Fragma
Moumna	Oued	Urbains	Oued Seybouse
Boukamouza	Oued	Urbains	Oued Seybouse
Chihani	Chihani	Urbains	Oued Seybouse
Dréan	Dréan	Urbains	Oued Seybouse
Chebaita Mokhtar	Chebaita	Urbains	Oued Seybouse
El Hadjar	El Hadjar	Urbains	Oued Seybouse +Oued Meboudja
Sidi Amar	Sidi Amar	Urbains	Oued Meboudja
El Bouni	EL Bouni	Urbains	Oued Seybouse +Oued Meboudja
Sidi Salem	EL Bouni	Urbains	La Mer

4.1. Evolution temporelle de la population de la zone d'étude

La population recensée dans notre aire d'étude a atteint 648 067 habitants (Tab. 3). Elle est fortement concentrée dans les agglomérations les plus importantes, c'est-à-dire au niveau du chef lieu de wilaya, daïras et communes ainsi que les agglomérations secondaires. Cette population est à l'origine

d'une forte augmentation des rejets domestiques qui sont acheminés directement dans les cours d'eaux sans traitement préalable, augmentant ainsi les risques de pollution. Le tableau 3 montre bien le nombre de la population par daïra et commune dans la vallée de la basse Seybouse.

Tableau 3. Répartition de la population dans zone aval de la vallée de l’oued Seybouse

Daira	Communes	Population (hab.)
Annaba (1)	Ain Berda	20611
	El Hadjar	37364
	Sidi Amar	83254
	El Bouni	125265
	Annaba	257359
Boucheougouf (2)	Boucheougouf	26057
	Oued Fragha	7325
	Ain Ben Beida	9721
	Nechmaya	10205
Dréan (3)	Dréan	37686
	Chihani	10094
	Chebaita	23135
Total		648067

Source : (1) et (3) ONS, (RGPH 2008). ; (2) www.dcwguelma.gov.dz le 17 Novembre 2015.

4.2. Les nouvelles industries implantées dans la zone d’étude

La figure 3 ainsi que le tableau 4, donnent un aperçu exhaustif sur l’implantation des nouveaux sites industriels particulièrement polluants (sidérurgie, entretien des

véhicules, gaz industriel) et le débit des eaux rejetées. Nous remarquons aussi que la région d’Annaba est la plus exposée à la pollution. Dans le tableau 4 nous n’avons pas recensé les stations d’essence, qui sont également source de pollution.

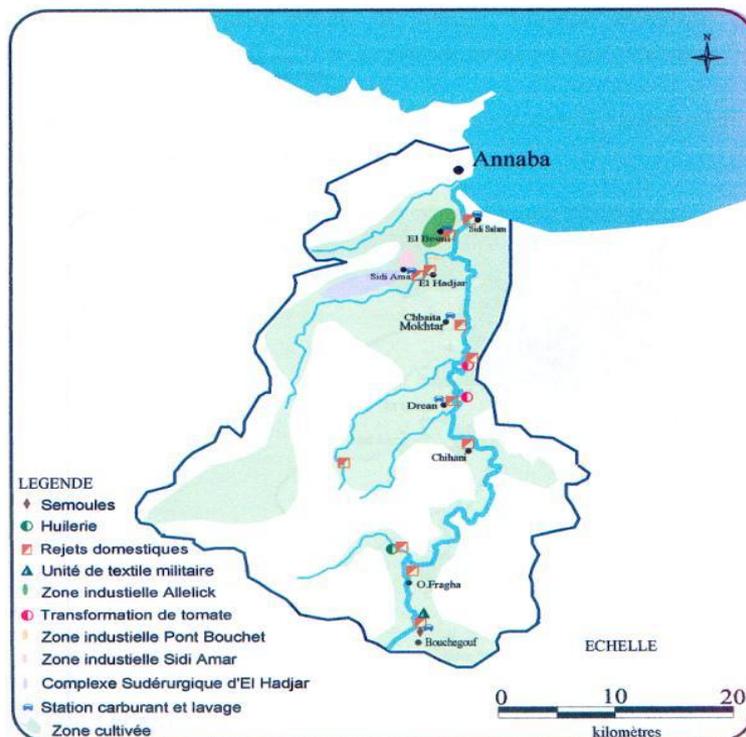


Figure 3. Carte de répartition des sources de pollution au niveau de la zone d’étude (In Khadri 2009)

Tableau 4. Implantation des nouveaux sites industriels et le débit des eaux rejetées dans la zone d'étude

Lieu d'implantation	Dénomination	Nature	Volume rejeté
Boucheouf	Eriad	Semoules	4
Oued Fragha	L'huilerie (privé)	Transformation d'olive	1
Z.I. Pt Bouchet	CHO-CO-TEK	Chocolaterie et confiserie	9
Z.I. Pt Bouchet	SA	Transformation du papier	9
Z.I. Pt Bouchet	M.T.A	Maintenance, transport,	4
Z.I. Pt Bouchet	ETS Boutra (privé)	Fabrication des sachets en	10
Z.I. Pt Bouchet	SOFARM (privé)	Fabrication articles	2
Z.I. Pt Bouchet	T.M.P.K (privé)	Transformation du	2
Z.I. Pt Bouchet	E.N.G.L	Gaz industriel	600
Z.I. Pt Bouchet	TREFIL EST ex	Transformation de l'acier.	10
Z.I. Sidi Amar	EN SIDER	Sidérurgie	10429
Z.I. Sidi Amar	SARL PROCOMAC	Fabrication de carrelage	1
Z.I. Sidi Amar	PLASTINATTE	Transformation du	1
Z.I. Sidi Amar	G.I.P.C. CELPAP	Récupération et	1
Z.I. Sidi Amar	PROCIM ex	Construction et	5
Z.I. Allelick	S.N.V./URD 801	Entretien de véhicules	99
Z.I. Allelick	ORELAIT	Lait et ses dérivés.	666
Gharbi Aissa	G.A.E.-U.A.B.	Aliments de bétail	4
Z.I. Sidi Salem	S.N.C. Zemouli	Boissons gazeuses	1
Z.I. Sidi Salem	Coop.El EKHOUA	Fabrication de parpaings	2
Z.I. Sidi Salem	ASMIDAL	Engrais phosphatés azotés	2800

4.3. Mise en évidence d'une pollution par les rejets industriels

En nous référant aux normes de pollution, le tableau 5, montre un excès en

chlorures et en nutriments particulièrement NH_4 , NO_2 et PO_4 . L'excès en nutriments proviendrait des rejets, et ou, des phosphates utilisés par les agriculteurs d'où la pollution observée [6].

Tableau 5. statistiques élémentaires

Elément dosé	Effectif	moyenne	Ecart	Minimum	Maximum	Normes
Ca^{2+}	11	160.585	42.814	61.600	210.000	200
Mg^{2+}	11	34.598	6.154	23.667	44.000	50
Na^+	11	297.358	55.828	182.500	374.533	200
K^+	11	9.334	2.613	4.230	13.477	12
HCO_3^-	11	266.531	42.270	210.000	371.067	-
Cl^-	11	318.806	56.045	235.250	437.550	250
SO_4^{2-}	11	114.884	31.036	40.500	148.667	250
NO_3^-	11	2.406	1.946	0.570	7.093	50
NO_2^-	11	1.776	1.911	0.187	6.363	0.1
NH_4^+	11	4.067	4.606	0.580	13.117	0.5
PO_4^{3-}	11	1.138	0.962	0.230	3.157	0.5

Les cours d'eaux sont des collecteurs des eaux des rejets industriels et urbains, de ce fait les eaux transitant par les Oueds sont

polluées [14]. Les mécanismes de pollution, se font selon le schéma suivant (Fig.4) :

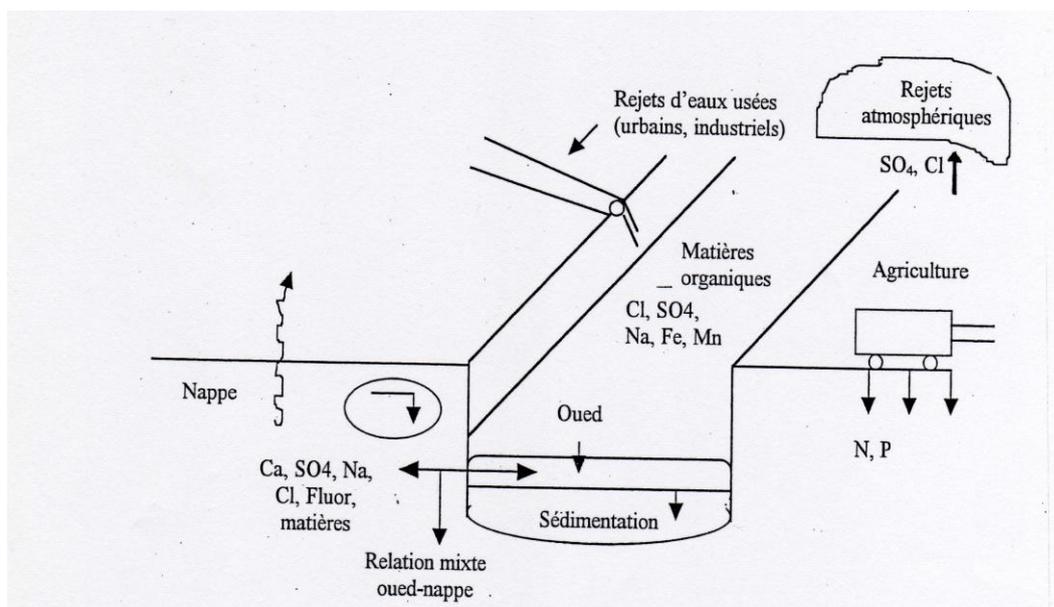


Figure 4. Schéma montrant les origines de la pollution (In Khadri 2009)

Nous remarquons que les eaux aboutissant au niveau des cours d'eau ont différentes origines, il s'agit :

- des rejets domestiques des agglomérations limitrophes aux Oueds (El Bouni, El Hadjar, Sidi Amar...).
- des rejets industriels, c'est le cas d'ARCELOR MITTAL, ORELAIT...seul ASMIDAL, déverse ses eaux directement en mer. Les agriculteurs, en l'absence de contrôle permanent irriguent à partir de ces

eaux usées des Oueds, ce qui augmente le risque de pollution.

4.4. Caractéristiques physico-chimiques des eaux des rejets

Nous avons dosé les eaux rejetées par ARCELOR MITTAL, ORELAIT, conserverie et les eaux de mer. Les résultats obtenus sont condensés dans le tableau 6, [6,15].

Tableau 6. Composition physico-chimique des eaux de quelques rejets industriels (In Boughrira 2015)

Lieu du rejet Unité.	T° C. (°C)	PH	Cond. (µS/cm)	Eh (mV)	O ₂	Nh ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻ mg ⁻¹	PO ₄	Fer (T)	Mn ²⁺
Rejet Arcelor Mittal	13.7	2.3	8670	526	4.5	88	0.3	117	0.3	1390	33
Rejet Orelait	25.5	7.1	1330	164	0.7	2.6	0.1	0	3.2	0.3	0.1
Rejet Usine de Tomate	15.8	7.7	570	364	3.3	0	0	0	0.1	0	0
Mer	25	5.6	51000	476	3.3	34	0.4	0	260	0.2	2.4

L'observation du précédent tableau montre une température élevée de l'ordre de 25.5°C, pour les eaux du rejet de l'Orelait. Cette valeur est liée au processus de

transformation du lait en poudre en lait liquide [15]. La valeur de la température relative aux eaux de mer est élevée car on est en période estivale.

Le pH : il varie dans une large gamme, la valeur enregistrée au niveau du rejet d'ARCELOR Mittal est très faible, montrant que les eaux issues de l'usine n'ont pas été traitées avant leur sortie des ateliers.

La valeur du pH, mesurée pour les eaux de mer, montre que les eaux sont acides. Les eaux des rejets de la conserverie et de l'Orelait, présentent un pH neutre à légèrement basique.

Les paramètres chimiques dosés confirment, la présence d'une pollution des eaux par les nutriments, le fer et le manganèse [11]. Pour cerner au mieux la propagation de la pollution, nous avons effectué des analyses des eaux de l'Oued Seybouse dans sa partie

amont et aval.

Les résultats obtenus (Tab. 7), montrent un accroissement très important de la conductivité des eaux. Cette dernière est de l'ordre de 2600 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en amont et elle atteint de très fortes valeurs (12100 $\mu\text{s}/\text{cm}$) en aval. Cet accroissement s'explique par :

- lessivage et dilution des formations géologiques à l'affleurement,
- les échanges pouvant se produire en l'eau et la formation (échanges de bases),
- les apports d'eau particulièrement chargée par les affluents de l'oued principal, cette situation caractérise les eaux de l'Oued Meboudja qui draine le lac Fetzara [12,16], dont les eaux sont très salées

Tableau 7. Résultats des analyses des eaux prélevées en amont et en aval de l'Oued Seybouse (2009)

Lieu de prélèvement. (mg/l)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ^{- -}	HCO ₃ ⁻	CE	pH
Seybouse Amont	108	60	346	58	560	90	476	2600	8.0
Seybouse Aval	350	344	2040	260	4000	1250	305	12100	8.1

L'oued Seybouse charrie différents polluants, au cours de la partie précédente, nous avons démontré la présence d'une pollution minérale (due à la roche), cependant cette pollution peut être accompagnée par une pollution organique [7], dont la mise en évidence passe par l'étude du rapport DCO/DBO₅ pour la connaissance de l'origine des eaux. Les dosages effectués, montrent que les concentrations déterminées atteignent respectivement 118.4 mg/l en DCO et 50 mg/l en DBO₅.

Le rapport DCO/DBO₅ = 2.36, indique une origine urbaine des rejets. Ceci nous permet de dire que l'influence des eaux urbaines sur la dégradation de la qualité des eaux est importante. Les valeurs obtenues démontrent que les rejets des eaux urbaines peuvent

polluer les eaux de l'Oued Seybouse mais cette pollution ne peut être que locale d'où la recherche d'autres origines de la pollution constatée des eaux [4].

Nous venons de mettre en évidence deux sources de pollution (géologie et rejets des eaux usées), le troisième facteur de pollution est l'industrie et ses rejets, c'est le cas d'Arcelor Mittal. Pour mettre en évidence l'impact des rejets du complexe sur la qualité des eaux, nous avons analysé les eaux des rejets à différentes stations, se répartissant le long de l'Oued Meboudja ce qui nous permettra de visualiser l'évolution de la pollution le long de l'Oued [6]. La figure 5 et le tableau 8, donnent un aperçu sur l'emplacement des points analysés ainsi que les concentrations déterminées.

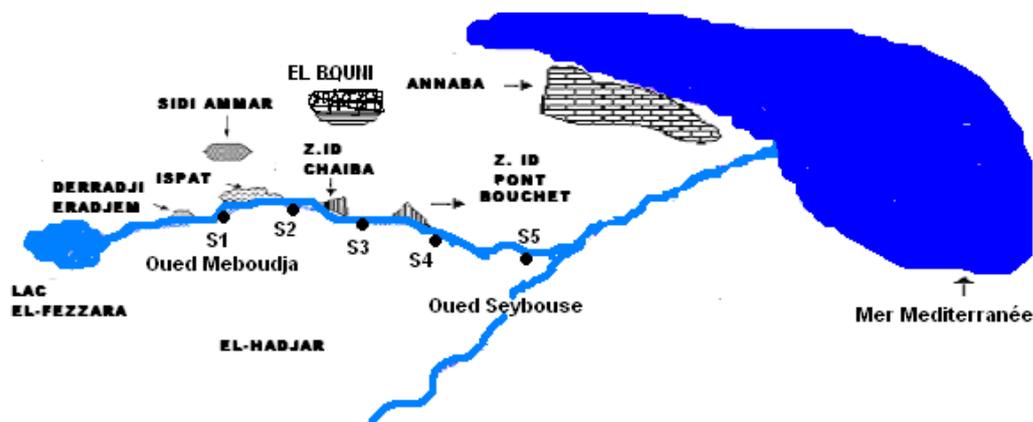


Figure 5. Emplacement des points analysés (in Zahi, 2014)

Nous remarquons que le point S1 est situé avant l’arrivée des rejets d’Arcelor Mittal (Sider).

Tableau 8. Variations des polluants au niveau des stations S1, S2, S3, S4, S5, le long de l’oued Meboudja, année (2009) (in Bougherira 2015)

Stations Elément	S1 (mg/l)	S2 (mg/l)	S3 (mg/l)	S4 (mg/l)	S5 (mg/l)	Norme (mg/l)	Observation
Fe	3,90	11,07	5,40	6,93	1,93	0.2	> à la norme
Mn	0,85	2,08	0,87	0,46	0,225	0.1	> à la norme
Pb	0,73	0,99	0,84	0,63	0,49	0.05	S5< norme
Cu	0,32	1,21	0,58	0,31	0,12	1	< à la norme
Ni	0,12	0,21	0,13	0,08	0,02	0.05	S5< norme

Nous remarquons, que les concentrations en Cuivre sont faibles et inférieures à la norme indiquant ainsi une absence de pollution par le cuivre. Les autres ETM, indiquent une pollution particulièrement au niveau des stations S1, S2, S3, S4 et S5, c’est le cas du manganèse et du plomb. Nous remarquons un excès en fer au niveau des stations S1, S2, S3 et S4 par contre le nickel est présent dans les eaux des stations S1, S2 et S3. L’observation du précédent tableau

indique une hétérogénéité dans la répartition des ETM, cette situation s’explique par le piégeage des métaux par le sol. Cette situation est matérialisée par le schéma suivant, démontrant un excès en ETM, au point du rejet particulièrement la station S2 (Fig.6), au delà de cette station il y a atténuation des concentrations dans les eaux de l’Oued, démontrant ainsi un piégeage des ETM par le sol [6].

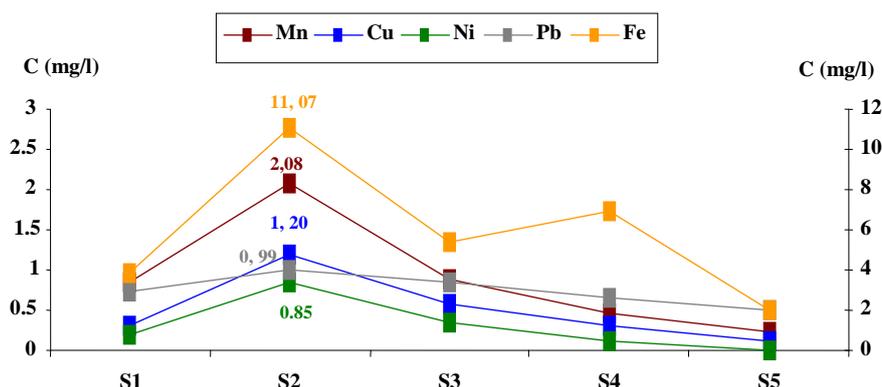


Figure 6. Courbes représentatives de la contamination au niveau du Site de prélèvement

5. CONCLUSION

Les eaux de l'oued Seybouse sont confrontées à une pollution d'origine multiple, elle est soit naturelle soit anthropique étant donné qu'elle reçoit directement des rejets industriels et urbains, aussi l'agriculture est intensément pratiquée dans la vallée basse de la Seybouse. L'analyse statistique a montré que les eaux de surface sont chargées en Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , et SO_4^{2-} , NO_2 , NH_4 , PO_4 , Fe, Mn, Pb et Ni. Ces éléments sont soit d'origine naturelle (éléments majeurs) ou d'origine anthropique (ETM). Le rapport DCO/DBO₅, par sa valeur confirme l'impact des eaux usées sur la qualité des eaux. Cette étude a montré que les sources de pollution sont nombreuses et qu'elles interfèrent entre elles. La dégradation de la qualité des eaux de l'oued Seybouse peut s'accroître et se déplacer horizontalement d'amont en aval, affectant ainsi l'homme et son environnement. Cependant, devant les méfaits de cette pollution des eaux, la première urgence est d'essayer de réduire de manière significative les facteurs polluants, ceci dit nous préconisons :

- La construction de stations d'épuration et de traitement au niveau des grandes agglomérations, par contre pour les petites concentrations de population il y a

lieu de traiter les eaux par un système de lagunage.

- Procéder par un prétraitement des eaux au niveau des rejets industriels.
- Utilisation rationnelle des engrais par les agriculteurs.
- Veiller à ce que les associations de « protection de l'environnement » soient plus efficaces, et arrivent à instaurer une culture de l'environnement.

REFERENCES

- [1] Khadri S., 2009. Qualité des eaux de la vallée de la Seybouse dans sa partie aval : Impacts des Néofacteurs de Pollution. Mémoire de magister en Hydrogéologie. Université BADJI Mokhtar, Annaba. 112p.
- [2] Djabri L., Hani A., Mania J., Mudry J., 2000. Conséquences des pratiques agricoles sur la qualité des eaux du bassin la Seybouse (Est algérien) Actes du colloque ESRA 2000, Poitiers, S3, pp.39-42.
- [3] Moussa 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 magister en Hydrologie. Université BADJI Mokhtar, Annaba. 158p.
- [4] Djabri L., 1996. Mécanismes et vulnérabilité des eaux de la Seybouse, origines géologique, industrielle, agricole et urbaine, Thèse de Doctorat en

Hydrologie, Université BADJI Mokhtar Annaba, Algérie, 261p.

[5] Debièche 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 Nord Est algérien, Thèse de Doctorat en Hydrologie, Université de Franche-Comté, France.199p.

[6] Boughrira N., 2015. Mécanismes de transfert des polluants métalliques dans la vallée de la Meboudja (w.annaba), Thèse de doctorat, Université BADJI Mokhtar Annaba, Algérie, 255p.

[7] Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellègue., 2009, Pollution de l'oued Seybouse-diagnostique et solutions. Journée de la Pollution du bassin de la Seybouse, Guelma, le 02 Février 2009.

[8] Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Utilisation des engrais pour la culture en Algérie, 2005, Rome.

[9] Debièche T.H., Mania, J., Mudry, J., 2003. Species and mobility of phosphorus and nitrogen in a wadi Relationship. J. of Afric. Earth Sci., 37/1-2/47-57.

[10] Djorfi, S., Hani A., Djabri L., Laouar R., Lamouroux C., 2008. Impacts des rejets industriels sur la qualité des eaux de l'aquifère d'Annaba (Algérie).Bull. Ser. Géol. Nat. 49.

[11]. Hydrological Sciences Journal, DOI: 10.1080/02626667.2015.1052451] Bougherira N., Hani A., Toumi A., Haied N., Djabri L., 2015. Impact des rejets urbains et industriels sur la qualité des eaux de la plaine de la Meboudja (Algérie

[12] Habes S., 2013 .Caractéristiques chimiques d'un lac appartenant aux écosystèmes humides du Nord de l'Algérie ; cas : Lac Fetzara (N.E. Algérien), Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, 250p.

[13] Blayac J., 1912. Esquisse géologique du bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines. 480p.

[14] Khelfaoui H., 2014. Modélisation des écoulements et de transport de masse dans une région industrielle (Exemple de la nappe de Berrahal, Nord-est Algérien). Thèse de Doctorat, Université BADJI Mokhtar Annaba, Algérie, 270p.

[15] Sayad L., 2015. Le pouvoir auto épurateur de l'oued Seybouse sur les rejets de la laiterie de l'Edough (Annaba-Algérie) et les objectifs environnementaux des rejets. Thèse de Doctorat, Université BADJI Mokhtar Annaba, Algérie, 196p.

[16] Zahi F., 2014 .Contribution à l'étude hydro chimique du bassin versant du Lac Fetzara – Approche géochimique et fonctionnement des sols et des eaux. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, 285 p.