

SUPERFICIELLES - APPLICATION AU BASSIN VERSANT CÔTIER CONSTANTINOIS EST.

SYSTEM OF ASSESSMENT OF THE SUPERFICIAL WATER QUALITY - APPLICATION TO THE BASIN POURING COASTING CONSTANTINOIS EAST.

Zenati N & Messadi D.

Laboratoire de Sécurité Environnementale et Alimentaire, Université Badji Mokhtar – Annaba, Annaba, Algérie. Zenati_nouredine@yahoo.fr
d_messadi@voila.fr

RESUME

L'Algérie, avec plus d'une centaine de barrages, ne mobilise que $4.5 \cdot 10^3 \text{ hm}^3$ d'eau. Elle fait partie des pays considérés comme zone de tension « 500 à 1000 $\text{m}^3/\text{hab}/\text{an}$ ». Compte tenu des perspectives de développement socio-économique et des tendances amorcées en matière d'aménagement du bassin Côtier Constantinois Est, il est de plus en plus nécessaire de mobiliser l'ensemble des ressources en eau disponible. Cette ressource est de l'ordre de 755 hm^3 dont 228 hm^3 mobilisés actuellement.

Depuis une dizaine d'années, de plus en plus d'acteurs dans le bassin versant « DHW. ANB. ONA. DSA. ABH. Pêche. ADE.. » mettent en avant la nécessité d'appuyer la gestion des ressources sur un système de suivi de la qualité des eaux des oueds.

Un nouveau Système d'Evaluation de la Qualité d'Eau « SEQ Eau » dont le diagnostic est basé sur les types d'altérations de l'eau, caractérisées par un regroupement de paramètres de même nature ou de même effet sur le milieu. Ces altérations sont susceptibles de perturber les différents usages de l'eau.

L'application de la méthode aux deux oueds Bounamoussa et El Kébir Est montre une qualité de l'eau très mauvaise pour tous les usages en aval du bassin versant.

Mots clés : Oued. Indice de qualité. Aptitude des eaux. Altérations des eaux

ABSTRACT

Algeria, with more of about hundred dams, only mobilizes 4.5 103 hm³ of water. It is part of countries considered like zone of tension " 500 to 1000 m³/living/years ". Considering perspectives of socioeconomic development and started tendencies concerning planning of the basin Coasting Constantinois East, it is necessary to mobilize the whole available water resources. This resource of the order of 755 hm³ of which mobilized currently 228 hm³.

Since about ten years, more actors in the basin pouring " DHW. ANB. ONA. DSA. ABH. Fishing. ADE.. " put the necessity to push the management of resources on a system of follow-up of the quality of the river water forward.

A new System of assessment of the water " SEQ Water " Quality whose diagnosis is based on types of water adulteration, characterized in the same way by a regrouping of parameters nature or in the same way effect on the middle. These changes are susceptible to disrupt the different uses of water. The application of the method to the two river Bounamoussa and El Kébir East shows a quality of the very bad water for all uses downstream the basin pouring.

Key words: River. Sign of quality. Aptitude of water. Adulteration of water

INTRODUCTION

L'eau du bassin versant Côtier Constantinois Est est un patrimoine commun, sa ressource limitée et ses usages multiples ; c'est pourquoi la gestion de l'eau doit être durable, globale, collective et solidaire : une gestion quantitative, qualitative, décentralisée et concertée.

L'application du système d'évaluation de la qualité des eaux est très utile à la planification, à la décision et au suivi des milieux aquatiques. Ce système est fondé sur la notion d'altération de la qualité de l'eau. Il remplace la grille dite multi-usages, qui constituait le système d'évaluation de la qualité de l'eau utilisé jusqu'à présent. Le nouveau système prend en compte de nouveaux termes de pollution, notamment les pesticides et les micro-polluants organiques, et fait appel à de nouvelles techniques d'évaluation de la qualité de l'eau.

REGION D'ETUDE ET METHODOLOGIE

Zone d'étude

Le bassin versant Côtier Constantinois Est avec une population de 356000 habitants (estimation 2005), constitue une surface de 3203 km² à l'extrême Nord Est Algérien (Fig.1). C'est un espace rural limité :

- Au Nord par la Mer Méditerranée ;
- Au Sud par le bassin versant de la Medjerda ;
- A l'Ouest par le bassin versant de la Seybouse ;
- A l'Est par la frontière Algéro-Tunisienne.

Le bassin versant est à vocation essentiellement agro-sylvo-pastorale où l'application d'une très grande variété de cultures est favorable (périmètres irrigués de : Bounamousa 14800ha, Cheffia 250 ha, El Frin 250 ha, Mouaïssia 100 ha, Zeribi 110 ha et Souarek 50 ha) . L'activité industrielle est moins importante. Elle est caractérisée surtout par quelques entreprises agroalimentaires comme les conserveries de tomate.

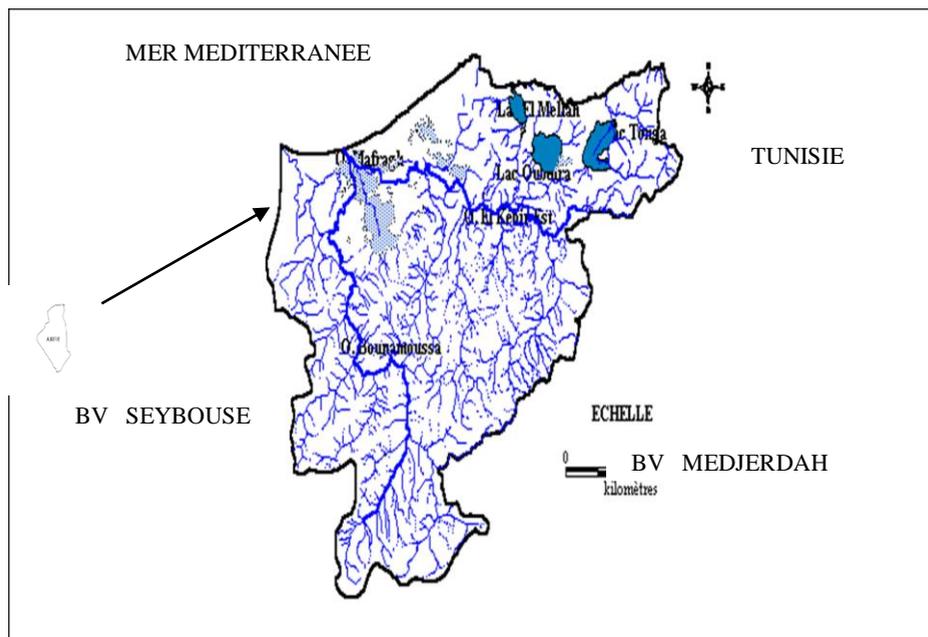


Fig. 1 Carte de situation géographique du bassin versant Côtier Constantinois Est

Aspect géologique

Les études géologiques réalisées dans le bassin versant (L.Joleaud (1936), J.F.Raoult (1974), J.M Villa (1984) et A. Marre (1992)) montrent l'existence de deux grands ensembles : L'ensemble des plaines littorales est caractérisé par des sédiments quaternaires récents, qui constituent le fond de cette dépression tectonique, et de grés numidiens qui constituent les sommets dont les plus importants sont localisés autour de la commune de Daghoussa.

L'ensemble des unités allochtones constitue :

- Des flyschs maurétaniens qui sont composés essentiellement par des alternances de bancs argileux et calcaro-argileux. Ils couvrent des surfaces faibles à l'amont d'El Kébir Est.

- Des flyschs massyliens sont formés essentiellement par des marnes et des argiles avec de très minces bancs de grés et de calcaires. Ils affleurent dans les différents endroits du mont de Cheffia.

- La nappe numidienne constitue le relief sud du bassin versant. Cette série est composée par des grés numidiens, des argiles sous-numidiennes et des argiles supra-numidiennes.

Climat

Le bassin versant est soumis à un climat méditerranéen sub-humide. Il reçoit une lame d'eau moyenne annuelle de 789 mm ; le cycle de l'eau du bassin versant se décompose ainsi : un ruissellement de 165 mm (21 %), une infiltration de 133 mm (17 %) et une évapotranspiration réelle de 492 mm (62 %).

Cette distribution traduit, à elle seule, un grand déséquilibre au détriment de l'infiltration qui limite considérablement la possibilité de réalimentation des aquifères. La prédominance du relief montagneux au sud du bassin versant explique le taux élevé du ruissellement.

Hydrologie

Les ressources en eaux superficielles du bassin versant Côtier Constantinois Est sont constituées par un réseau hydrographique très développé et des zones humides dont certaines sont classées par la Convention Ramsar (du nom d'une ville iranienne), signée le 2 février 1971 par plusieurs pays dont l'Algérie : Tonga ; El Mellah ; Oubeira ; Lac des oiseaux (Fig.2).

Les oueds Bounamoussa et El kébir Est sont les principales sources d'eau sur le bassin versant. Le Kébir Est débite 222.2 hm³/an, avec une aire de réception de 373 km². Les oueds Guergour, Bouhalloufa et Boulathan

affluents de l'oued El Kébir transitent des apports respectifs de $10.1 \text{ hm}^3/\text{an}$, $29 \text{ hm}^3/\text{an}$ et $21.1 \text{ hm}^3/\text{an}$.

Les oueds El Kébir Est et Bounamousa, dont la confluence conduit à l'oued Mafragh transitent respectivement un apport de 309 et $76 \text{ hm}^3/\text{an}$. On note que le régime hydrologique de ces cours d'eau suit le régime des précipitations, du fait de l'absence de réserves aquifères importantes.

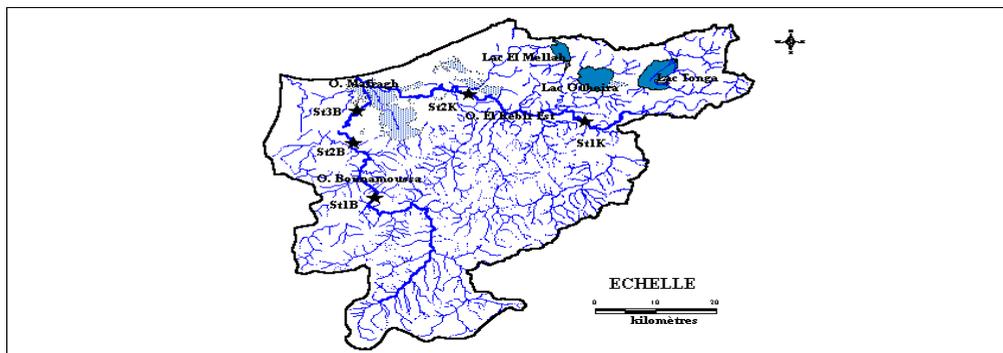


Fig. 2. Carte du réseau hydrographique du bassin versant Côtier Constantinois

Tableau 1. Caractéristiques hydrologiques des principaux oueds du bassin côtier Constantinois Est

| Paramètres | El Kébir Est | Guergour | Bouhaloufa | Boulathan | Bounamousa | Mafragh |
|---------------------------------------|--------------|----------|------------|-----------|------------|---------|
| Apports Maximum m^3/s | 14.83 | 1.16 | 3.66 | 2.52 | 6.78 | 32.8 |
| Apports minimum m^3/s | 2.73 | 0.21 | 0.72 | 0.50 | 2.45 | 7.70 |
| Apports moyens m^3/s | 7.04 | 0.55 | 1.61 | 1.11 | 4.29 | 16.62 |
| Ri | 5.43 | 5.52 | 5.08 | 5.04 | 2.77 | 4.26 |
| Ecart type | 3.09 | 0.24 | 0.73 | 0.5 | 1.06 | 6.24 |
| CV | 0.44 | 0.44 | 0.45 | 0.45 | 0.25 | 0.38 |
| Abondance spécifique | 10.41 | 9.82 | 9.12 | 8.95 | 8.37 | 5.89 |

SOURCES DE POLLUTION

Les rejets domestiques

Les eaux usées domestiques contiennent des particules minérales, des bactéries fécales, des matières organiques, des produits toxiques, des

quantités importantes d'azote et de phosphore, ainsi que d'autres produits (Fig.3).

Les rejets agricoles

Les rejets agricoles contiennent plusieurs types de polluants : des matières organiques, des éléments nutritifs (N,P), des métaux lourds, des pesticides et des micro-organismes.

Les rejets industriels

L'industrie dans le bassin versant est caractérisée par quelques entreprises agroalimentaires. Elles rejettent une eau chargée en composés organiques dissous et en suspensions, des graisses, et des composés phosphorés et azotés (Fig.3).

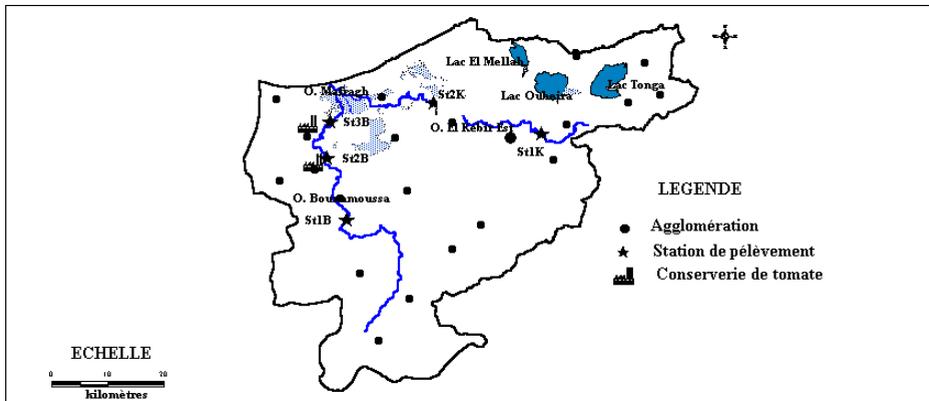


Fig. 3 Carte des sources de pollution

METHODES ANALYTIQUES

Pour appliquer ce système d'évaluation de la qualité de l'eau, sept campagnes d'échantillonnages ont été réalisées durant la période qui s'étale du mois de janvier jusqu'au mois de juillet pour les deux stations amonts du bassin versant (St1B, St1K). Pour les trois stations qui se situent en aval (St2K, St2B, St3B), il n'a été effectué qu'une seule campagne pour estimer l'influence des rejets des conserveries de tomates sur l'environnement durant la saison de production.

Les paramètres physico-chimiques (pH, température, conductivité, oxygène dissous, Eh) sont mesurés in situ à l'aide d'un appareil multi-paramètres WTW (multi 340i /SET). L'analyse des éléments chimiques a

été réalisée par volumétrie (Cl⁻), par absorption atomique avec flamme et par colorimétrie.

L'analyse bactériologique a été effectuée par ensemencement de l'échantillon par incorporation dans un milieu nutritif.

Ces différentes analyses ont été réalisées au laboratoire de l'Algérienne des Eaux (Annaba).

Méthodologie [Seq-EAU. 32 bits version 1.13.08 – 03/06/1999. SILOGIC]

Le système d'évaluation de la qualité des eaux est développé et promu par le ministère français de l'aménagement du territoire et de l'environnement et les agences de l'eau (1999). Quinze types d'altération des eaux ont été retenus. Chacun fait référence à une liste de paramètres dont la mesure permet de calculer un indice de qualité d'altération :

- pour chaque paramètre sont définies quatre valeurs seuils et une courbe d'interpolation qui permet d'associer à chaque prélèvement une valeur d'indice de qualité.
- Pour une altération, l'indice de qualité d'altération est l'indice de qualité minimal calculé parmi la liste de paramètres.

Cet indice de qualité d'altération est compris entre 0 (le pire) et 100 (le meilleur) et découpé en cinq classes (00 – 19 : très mauvaise, 20 – 39 : mauvaise, 40 – 59 : passable, 60 – 79 : bonne, 80 – 100 : très bonne). L'indice de qualité d'altération relatif à une période de temps est l'indice le plus pénalisant calculé dans 90 % des cas, le nombre de prélèvements doit être supérieur à un nombre fixe propre à chaque paramètre.

Une fonction, « potentialités biologiques de l'eau » qui traduit l'aptitude à permettre la vie dans le cours d'eau si l'habitat y est satisfaisant. Cinq usages sont définis : production d'eau potable, abreuvement, irrigation, aquaculture et potentialité biologique. Un usage ou une fonction peut être différemment influencé par l'altération. Si l'usage ou la fonction est sensible à l'altération, l'indice de qualité d'altération est classé parmi cinq groupes d'aptitude relative à l'usage ou la fonction. Le seuil de ces classes d'aptitude est choisi pour chaque couple usage/altération en fonction de l'état d'avancement des connaissances. Enfin, la classe d'aptitude pour un usage donné est la classe d'aptitude la plus pénalisante parmi celles calculées pour toutes les altérations.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Aptitude des eaux en amont du bassin versant

L'évolution chimique des échantillons prélevés en amont des deux oueds Bounamoussa et El Kébir Est, montre de bonnes valeurs d'indices de qualité de l'eau (tableau. 2).

Matières azotées : malgré l'importance de l'activité agricole et les rejets de quelques agglomérations les résultats observés, de janvier à mai, de l'indice de qualité de l'eau relativement à l'azote indiquent une bonne qualité pour les deux oueds. Toutefois, on assiste à une dégradation de la qualité au mois de juillet. Ce phénomène peut être expliqué par les débits très faibles de deux oueds durant ce mois.

En ce qui concerne les nitrates, on observe une faible dégradation de la qualité de l'eau à partir du mois de mars pour l'oued El Kébir Est, et du mois de février pour l'oued Bounamoussa que l'on peut expliquer par les apports diffus des pratiques agricoles.

Matières phosphorées : à l'exception du mois de février où la qualité de l'eau est passable dans l'oued Bounamoussa, la qualité de l'eau par rapport aux matières phosphorées peut être classée de bonne à très bonne sur toute l'année pour les deux cours d'eau.

Particules en suspensions : la teneur en matière en suspensions des eaux est très variable d'un cours d'eau à l'autre. Elle s'explique par la nature des terrains traversés, la saison, la pluviométrie et les rejets. Une mauvaise à très mauvaise qualité de l'eau par rapport aux matières en suspensions est observée à l'oued El Kébir Est ; alors que l'oued Bounamoussa présente généralement une bonne à très bonne qualité de l'eau.

Tableau 2. Indices d'altérations des oueds El Kébir Est et Bounamoussa (St1B, St1K)

| Altérations | Mois | | J | F | M | A | M | J | Ju |
|---------------------------|-----------------|--|-----|-----|----|-----|----|-----|----|
| | Oueds | | | | | | | | |
| Matières Azotées | O. El Kébir Est | | 80 | 80 | 80 | 80 | 71 | 77 | 67 |
| | O. Bounamoussa | | 80 | 79 | 80 | 80 | 80 | 80 | 33 |
| Nitrates | O. El Kébir Est | | 80 | 80 | 68 | 79 | 75 | 68 | 74 |
| | O. Bounamoussa | | 83 | 67 | 77 | 64 | 71 | 73 | 75 |
| Matières Phosphorées | O. El Kébir Est | | 84 | 86 | 86 | 81 | 86 | 86 | 86 |
| | O. Bounamoussa | | 85 | 40 | 85 | 85 | 85 | 85 | 86 |
| Particules en suspensions | O. El Kébir Est | | 71 | 64 | 11 | 74 | 63 | 23 | 23 |
| | O. Bounamoussa | | 70 | 85 | 74 | 77 | 76 | 76 | 49 |
| Température | O. El Kébir Est | | 100 | 98 | 98 | 98 | 91 | 40 | 8 |
| | O. Bounamoussa | | 100 | 100 | 96 | 100 | 99 | 94 | 12 |
| Minéralisation | O. El Kébir Est | | 32 | 45 | 48 | 48 | 44 | 34 | 46 |
| | O. Bounamoussa | | 63 | 0 | 31 | 33 | 35 | 37 | 99 |
| Acidification | O. El Kébir Est | | 95 | 80 | 92 | 60 | 95 | 100 | 96 |
| | O. Bounamoussa | | 83 | 85 | 97 | 94 | 84 | 80 | 86 |
| Micro-organismes | O. El Kébir Est | | 73 | 76 | 68 | 82 | 80 | 72 | 82 |
| | O. Bounamoussa | | 82 | 55 | 75 | 80 | 74 | 83 | 56 |
| Matières organiques | O. El Kébir Est | | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| | O. Bounamoussa | | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |

Micro-organismes : à l'exception des mois de février et juillet (qualité passable) pour l'oued Bounamoussa, la période d'échantillonnage montre une qualité bonne à très bonne. Il faut toutefois relativiser ce constat, la plupart des cours d'eau subissent de plus en plus une pollution bactérienne importante. Ceci est expliqué par la constante augmentation des débits des rejets et l'absence des stations d'épurations.

Acidité : étant donné le pouvoir tampon de l'eau, et sauf dans le cas de rejets industriels particuliers et la nature des terrains traversés, il est rare que l'eau ait un pH qui soit une contre-indication à la potabilité. Les deux oueds du bassin versant présentent souvent à l'égard de l'acidité une qualité globalement très bonne.

Minéralisation : L'indice de minéralisation chute vers les classes mauvaises (à très mauvaise à la station de Bounamoussa au mois de février). Ceci est probablement dû à la précipitation possible du calcium avec, par exemple, les phosphates ou les sulfates. Ce phénomène implique donc une moindre concentration en calcium soluble et ainsi un déficit au moment de la mesure. On note aussi que les formations géologiques de la région dans laquelle se trouvent les deux oueds constituent également un élément d'explication ; en effet, les sels de calcium et de magnésium proviennent essentiellement de la dissolution par l'eau de roches calcaires ou dolomitiques. Une faible teneur en calcium signifie donc que les sols ne sont pas de ce type.

Matières organiques et oxydables : les deux oueds du bassin versant présentent à l'égard des matières organiques et oxydables une qualité très mauvaise. Elle s'explique par les rejets des agglomérations.

L'examen des planches de résultats SEQ eau (Fig. 4) de ces deux oueds permettent de voir immédiatement la diversité de la situation d'un même cours d'eau vis – à – vis des différentes fonctions. La matière organique, la minéralisation et à des degrés moindres les matières en suspensions et la température, contribuent le plus souvent au déclassement de la qualité des eaux.

Le bassin versant présente une qualité d'eau satisfaisante pour l'irrigation et l'abreuvement, mais passable pour l'aquaculture et très mauvaise pour la production en eau potable.

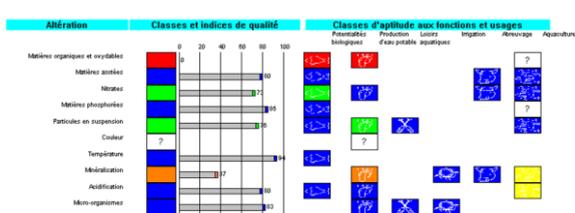
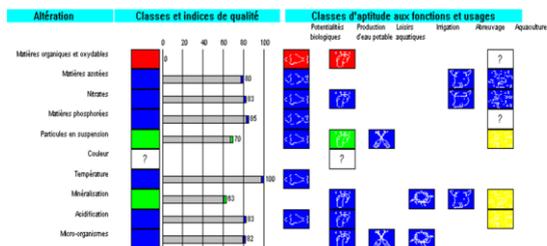
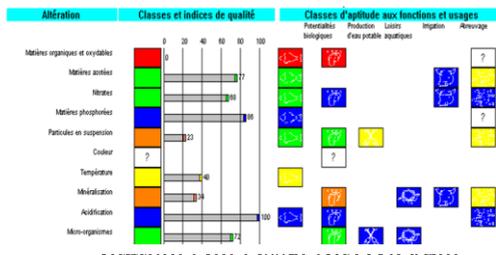
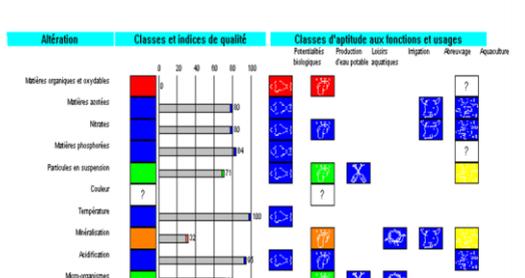
Aptitude des eaux en aval du bassin versant

La comparaison des indices de qualités des eaux de cinq stations sélectionnées dans le bassin versant (mois de juillet) montre un diagnostic quelque peu pessimiste.

En effet, les résultats réunis dans le tableau 3 établissent clairement l'inaptitude de la totalité des stations pour les usages possibles (irrigation, aquaculture, abreuvement, AEP,..), et nécessitent un traitement complet en raison d'altérations importantes en :

Tableau 3. Indices des altérations des stations de deux oueds El Kébir Est et Bounamoussa

| Oueds Altérations | Oued El Kébir Est | | | Oued Bounamoussa | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------------|---|------------------|---|--------------------------------------|
| | St1K Amont | St2 après l'usine | K | St1B amont | St2 après 1 ^{ère} usine | B la 2 ^{ème} usine |
| Matières Azotées | 67 | 80 | | 33 | 08 | 80 |
| Nitrates | 74 | 63 | | 75 | 73 | 68 |
| Matières Phosphorées | 86 | 86 | | 86 | 86 | 86 |
| Particules en suspensions | 23 | 11 | | 49 | 46 | 15 |
| Température | 8 | 13 | | 12 | 24 | 09 |
| Acidification | 96 | 86 | | 86 | 97 | 40 |
| Micro-organismes | 82 | 62 | | 56 | 72 | 59 |



Station Bounamoussa (St1B). Janvier

Station Bounamoussa (St1B). Juin

| | Indice | Qualité |
|---|----------|---------------|
|  | 80 - 100 | Très bonne |
|  | 60 - 79 | Bonne |
|  | 40 - 59 | Passable |
|  | 20 - 39 | Mauvaise |
|  | 00 - 19 | Très Mauvaise |

Fig 4. Planches de résultats SEQ eau

Particules en suspensions : une dégradation constatée de l'amont vers l'aval des deux oueds, avec le passage de la qualité des eaux de passable à très mauvaise. Cette dégradation peut s'expliquer par la nature des sols, ou les rejets des conserveries de tomate.

Température : l'indice de qualité de l'eau dans les cinq stations est mauvais à très mauvais. Cette situation est engendrée par plusieurs facteurs : température élevée du mois de juillet, et rejets d'eau chaude des industries des conserveries de tomate.

Matières azotées et nitrates : dans le bassin versant, notamment dans certaines stations (St1B, St2B), l'indice de qualité des eaux de la matière azotée et nitrates se situe dans les zones passables à très mauvaise. Par contre on constate un indice de bonne à très bonne qualité en aval des deux oueds. Les rejets industriels et domestiques associés à l'intensification de l'agriculture, particulièrement dans le périmètre irrigué de Bounamoussa (St2 B) seraient à l'origine de cette situation.

Micro-organismes : ils résultent principalement des déjections humaines et animales. La pollution se manifeste par la présence, dans l'eau, de virus et de bactéries (coliformes fécaux, streptocoques, entérocoques) qui peuvent causer des maladies infectieuses. Cette pollution est due aux rejets des eaux usées des agglomérations, et des rejets d'élevages. L'indice de qualité montre une eau qui varie entre passable et très bonne.

Matières phosphorées : Dans ce cas, on note une très bonne qualité des eaux pour les différentes stations.

Acidité : A l'exception de la station en aval de l'oued Bounamoussa (St3 B), les eaux des autres stations du bassin versant peuvent être qualifiées de très bonne au vu des différents indices de qualité calculés.

CONCLUSION

Le système d'évaluation de la qualité de l'eau des oueds est un système évolutif en mesure de s'adapter aux avancées scientifiques dans le domaine de l'eau. Son importance est de voir immédiatement la diversité des situations d'un même cours d'eau vis-à-vis des différentes altérations et des différentes fonctions.

L'application de ce système aux deux oueds El Kébir Est et Bounamoussa du bassin versant Côtier Constantinois Est montre une situation presque identique au cours du temps, par rapport aux différentes altérations dans les deux stations amont. Ainsi, on a constaté que par rapport aux minéralisations, matière organique et particules en suspensions, les indices de qualité de l'eau indiquent une détérioration de la qualité.

Malheureusement, la qualité de l'eau, se détériore de façon notable en allant vers l'aval où les indices pour les nitrates, la température et la matière phosphorée sont à la baisse. L'importance de l'activité agricole, les rejets domestiques et industriels conjugués aux faibles débits durant la période peuvent générer cette situation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Colin F.** (2000) : Approche spatiale de la pollution chronique des eaux de surface par les produits phytosanitaires. Cas de l'atrazine dans le bassin versant du Sousson (Gers, France). L'unité mixte de recherche Cemagreg – ENGREF. Thèse. 233p.
- Chniti N.** (2002) : *Microbiologie des eaux de rejet de l'industrie textile*. Cahiers de l'association scientifique européenne pour l'eau et la santé. Volume 7 N°1. pp.33-46.

- Gaëlle H.** (2004) : *Bilan de la qualité des eaux des principales rivières du bassin Adour-Garonne*. Revue de l'agence de l'eau de l'Adour – Garonne. N° 90. pp. 3 – 7.
- Messadi D. et al .** (2001) : *Utilisation des spectroscopies d'absorption et d'émission atomique pour le contrôle de la pollution minérale des oueds Meboudja et Seybouse dans la zone industrielle de Annaba (Nord-Est Algérien)*. Cahiers de l'association scientifique européenne pour l'eau et la santé. Volume 6 N°1. pp.41-48.
- Nouar T. al .** (2005) : *Etude de la pollution des eaux superficielles du bassin de Guelma*. Le journal de l'eau et de l'environnement N° 6. pp.32-40.
- Slim K. et al .** (2000) : *Estimation de la qualité des eaux du nahr Beyrouth. Utilisation de l'indice diatomique de polluo-sensible (IPS)*. Cahiers de l'association scientifique européenne pour l'eau et la santé. Volume 5 N°1. pp.51-60.
- Zenati N.** (1994) : *Ressources en eau dans l'extrême Nord - Est Algérien. Synthèse et analyse des données*. Université Badji Mokhtar Annaba. Mémoire d'ingénieur.180p.