

Évolution de la qualité des eaux des barrages dans le bassin du Haut Cheliff

Touhari F¹, Mehaiguen M¹, Messelmi H²

¹ Université de Khemis Miliana, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie et sciences de la Terre, Laboratoire production agricole et valorisation durable des ressources naturelles, 44225 Khemis Miliana, Algérie. ftouhari@yahoo.fr

² Agence Nationale des ressources hydriques, secteur Khemis Miliana, hydroland_2006@yahoo.fr

Abstract

This work aims to assess the quality of water dams based on the monitoring of physical-chemical parameters for a period of 10 years (1999-2008).

Quality sheets of dam water in the region of Upper Cheliff (Ghrib, Deurdeur, Harreza and Ouled Mellouk) show a degradation of the quality over time. Indeed, the registered amount of COD often exceeds 50 mg/l, and the OM also exceeds 15 mg/l. The waters of dams show a very high salinity (TDS = 2574 mg/l in 2008 for the waters of the dam Ghrib, standard = 1500 mg/l). The concentration of nitrogenous substances (NH_4^+ , NO_2^-) in water is high in 2008 at Ouled Mellouk dam.

On the other hand, we studied the relationship between the evolution of quality parameters and filling dams. We observed a decrease in the salinity and COD following an improvement of the filling state of dams. While increased levels of nitrates and phosphorus in the waters of four dams studied during the rainy season compared to the dry period.

Keywords: Dam water quality, pollution, physical-chemical parameters, Upper Cheliff basin.

Résumé

Ce travail a pour objectif l'évaluation de la qualité des eaux des barrages (Ghrib, Deurdeur, Harreza et Ouled Mellouk) situés dans le bassin du Haut Cheliff sur la base du suivi des paramètres physico-chimiques pour une période de dix années (1999-2008).

Les fiches de qualité des eaux des barrages montrent une dégradation de cette qualité au cours du temps. En effet, la quantité de la DCO enregistrée dépasse souvent 50 mg/l, et celle de la MO aussi dépasse les 15 mg/l. Cette pollution est due aux rejets des eaux usées et au processus d'eutrophisation. Les eaux des barrages montrent une salinité très élevée (résidu sec = 2574 mg/l en 2008 pour les eaux du barrage Ghrib, norme = 1500 mg/l). La teneur des eaux en matières azotées (NH_4^+ , NO_2^-) est élevée en 2008 dans le barrage Ouled Mellouk.

D'autre part le suivi de l'évolution des paramètres de qualité et le remplissage des barrages a permis de constater une diminution de la salinité et de la DCO suite à une amélioration de l'état de remplissage des barrages. Tandis que l'augmentation des teneurs en nitrates et en phosphore pendant la période pluvieuse par rapport à la période sèche.

Mots-clés : Qualité de l'eau de barrage, pollution, les paramètres physico-chimiques, bassin du Haut Cheliff.

Introduction

De nos jours, le problème des ressources en eau mobilisables ne se pose pas uniquement en termes de quantité disponible ; la qualité de ces eaux commence à poser de sérieux problèmes. En Algérie, l'eau est une ressource de plus en plus précieuse. La concurrence que se livrent l'agriculture, l'industrie et l'A.E.P pour avoir accès à des disponibilités limitées en eau grève d'ores et déjà les efforts de développement de nombreux pays (PDARE, 2009).

Le bassin du Haut Cheliff, représente l'essentiel des ressources en eau dans la région du bassin hydrographique du Cheliff. Il constitue un enjeu majeur pour le développement agricole. Cependant, la surexploitation des ressources naturelles et l'usage de produits phytosanitaires pour intensifier l'agriculture ont contribué à l'envasement des barrages et à la dégradation de la qualité de l'eau. Ce travail, fera l'objet d'une étude d'évaluation de la qualité des eaux des barrages sur la base du suivi des paramètres physico-chimiques par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) pour une période de dix années (1999-2008).

1. Matériels et Méthodes

1.1. Échantillonnage

La surveillance et l'évaluation de l'état qualitatif des eaux exigent un réseau de mesure de la qualité des eaux, des analyses régulières, une interprétation de ces analyses et la comparaison des résultats avec les normes de qualité admises.

L'étude de la qualité des eaux de barrage du Haut Cheliff portera sur les 5 barrages en exploitation Ghrib, Deurdeur, Harreza, Ouled Mellouk et Sidi M'hamed BenTaiba (Figure 1). Ces barrages font l'objet d'un suivi de la qualité des eaux par l'existence des stations de surveillance de l'ANRH. Nous signalons que le barrage SMBT, ne sera pas examiné dans la présente étude, car sa date de mise en eau n'est que de 2006.

L'échantillonnage de l'eau a été effectué mensuellement (avec une fréquence d'un prélèvement par mois) par l'ANRH au cours d'un cycle d'étude de dix ans (1999 à 2008). Les analyses sont effectuées sur les eaux brutes du barrage prélevées à différentes profondeurs. Les échantillons d'eau ont été prélevés à l'aide de bouteilles en plastique, préalablement rincées avec l'eau à analyser. Le transport des échantillons s'est effectué dans des glacières à 4 °C et les analyses ont été réalisées selon les méthodes homologuées par (Rodier et al, 2009).

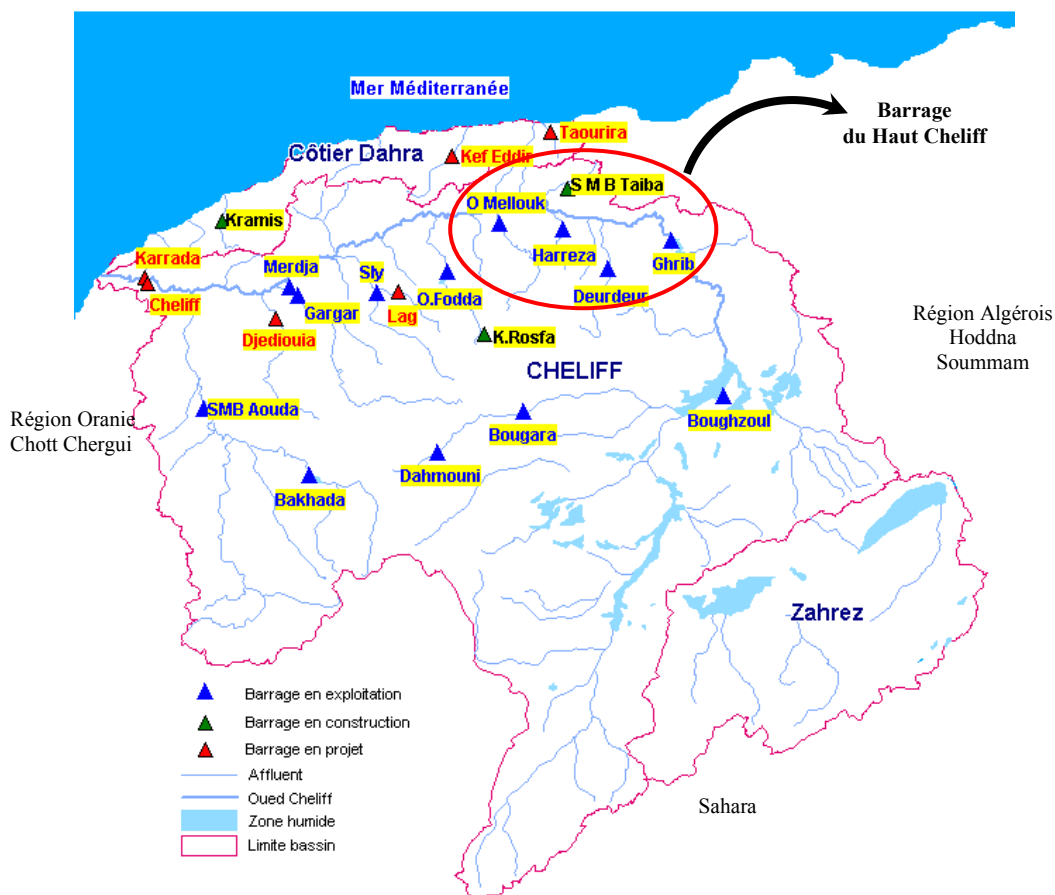


Figure 2: Répartition des barrages dans le bassin du Haut Cheliff.

1.2. Représentation de la qualité des eaux de barrages

L'étude a porté sur la mesure in situ du pH et de l'oxygène dissous et sur la détermination au laboratoire d'autres éléments (Résidu sec, MO, DBO₅, DCO, PO₄³⁻, NO₂⁻, NH₄⁺ et NO₃⁻).

L'appréciation de la qualité des eaux repose sur la comparaison des teneurs en diverses éléments chimiques analysés (souvent appelées paramètres) à des normes ou seuils (tableau 01). L'ensemble des seuils pour les paramètres pris en compte constitue une grille de qualité, grâce à laquelle il est possible d'attribuer une classe de qualité des eaux de barrage (Touhari, 2015).

Pour une meilleure représentation des différents niveaux de pollution des eaux, nous avons attribué une couleur par classe qui définit une grille adoptée par l'ANRH :

- ✓ les eaux de **bonne** qualité sont représentées en **bleu**.
- ✓ les eaux de qualité **moyenne** sont représentées en **vert**.
- ✓ les eaux de qualité **mauvaise** sont représentées en **jaune**.
- ✓ les eaux de qualité **très mauvaise** sont représentées en **rouge**.
- ✓

Tableau 1: Grille de qualité des eaux de barrages adoptée par l'ANRH.

Paramètres	Unité	Échelle de Qualité			
		Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
pH		6.5 – 8.5	6.5-8.5	8.5-9	>9 et <6.5
O ₂ dissous	%	100-90	90-50	50-30	<30
NH ₄ ⁺	mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
NO ₂	mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
NO ₃	mg/l	<10	10-20	20-40	>40
DBO ₅	mg/l	<5	5-10	10-15	>15
DCO	mg/l	<20	20-40	40-50	>50
PO ₄ ³⁻	mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
MO	mg/l	<5	5-10	10-15	>15
RS	mg/l	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600

2. Résultats et discussions

2.1. Évolution annuelle de la qualité des eaux

2.1.1. Barrage Ghrib

Les paramètres moyens annuels (Figure 02) montrent que les eaux du barrage Ghrib présentent une très mauvaise minéralisation exprimée en résidus secs durant toute la période d'observation, une dégradation continue de la DCO, ce qui explique l'augmentation des teneurs moyennes en matières organiques d'une part, et la quantité d'oxygène nécessaire pour l'oxydation énergétique des matières organiques d'autre part. La qualité de l'eau du barrage Ghrib se dégrade. En effet, la qualité des eaux qui était moyenne pour l'année 1999, est devenue très mauvaise en 2006. L'origine de cette pollution est due aux apports des polluants provenant des rejets d'eaux usées urbains et au processus d'eutrophisation. L'eutrophisation peut se manifester à des concentrations relativement basses en phosphates (50 µg P/l) (De Villers et al., 2005).

Les eaux du barrage présentent aussi une mauvaise qualité exprimée en ammonium, nitrite et phosphate (Fig.02), les teneurs sont dues à l'oxydation de la matière organique azotée et à l'utilisation irrationnelle des engrais.

Le barrage Ghrib nécessite une intervention immédiate, et un procédé de traitement très poussé car son eau est destinée aussi à l'AEP.

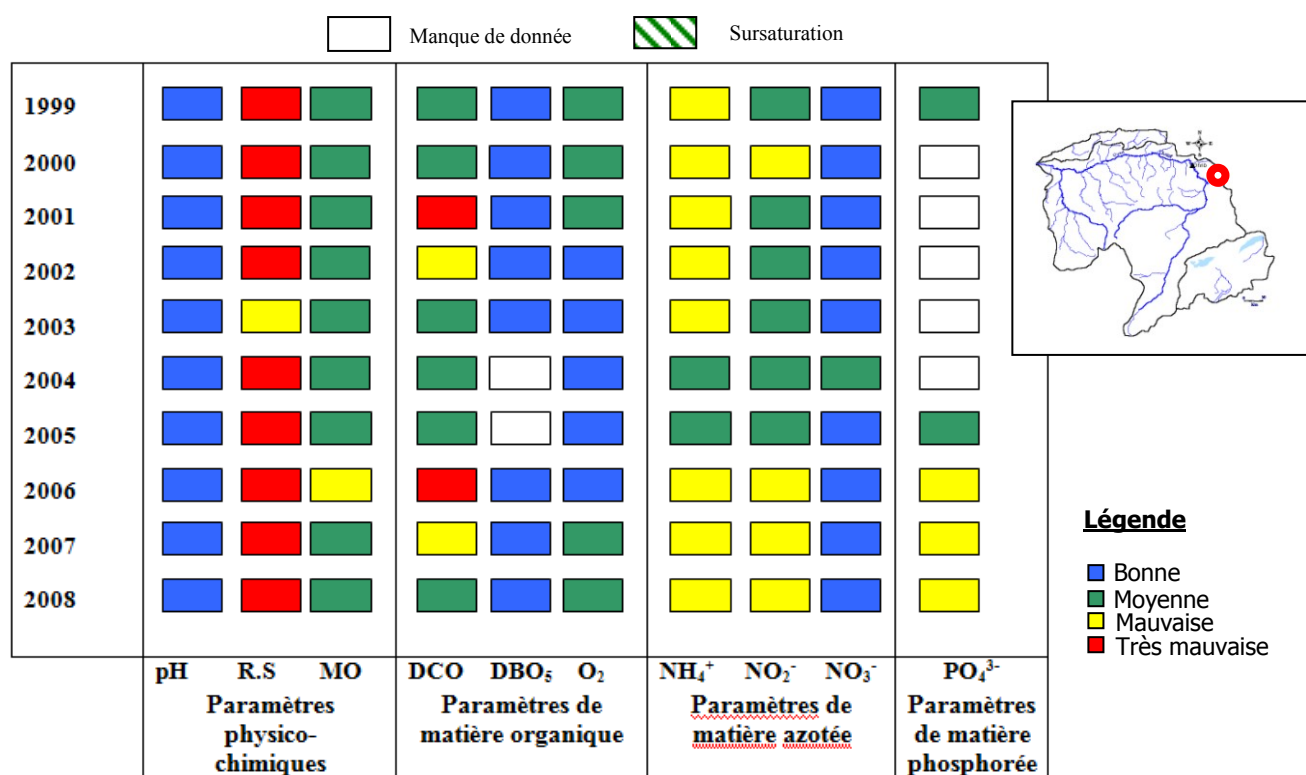


Figure 2 : Fiche de Qualité moyenne annuelle des eaux de barrage Ghib (1999-2008)

2.1.2. Barrage Deurdeur

D'après la fiche de qualité annuelle du barrage Deurdeur (Fig03), on remarque une dégradation de la qualité des eaux au cours du temps, en raison de l'augmentation de la teneur en matières organiques, représentée par le paramètre DCO et une qualité moyenne pour l'oxygène (O₂) dissous, ce qui implique une pollution due aux apports des polluants provenant des rejets d'eaux usées et au processus biologique (eutrophisation) par accumulation des éléments dans les réservoirs. L'oxydation de la matière organique azotée provoquent une augmentation des teneurs en NH₄⁺ et NO₂⁻. Le Résidu Sec a donné une bonne qualité en 1999, mais une mauvaise qualité en 2002 (Fig.03) et elle est redevenue moyenne en 2007, 2008. On remarque une concentration élevée en phosphate surtout dans les quatre dernières années, cela est le résultat de l'utilisation abusive d'engrais.

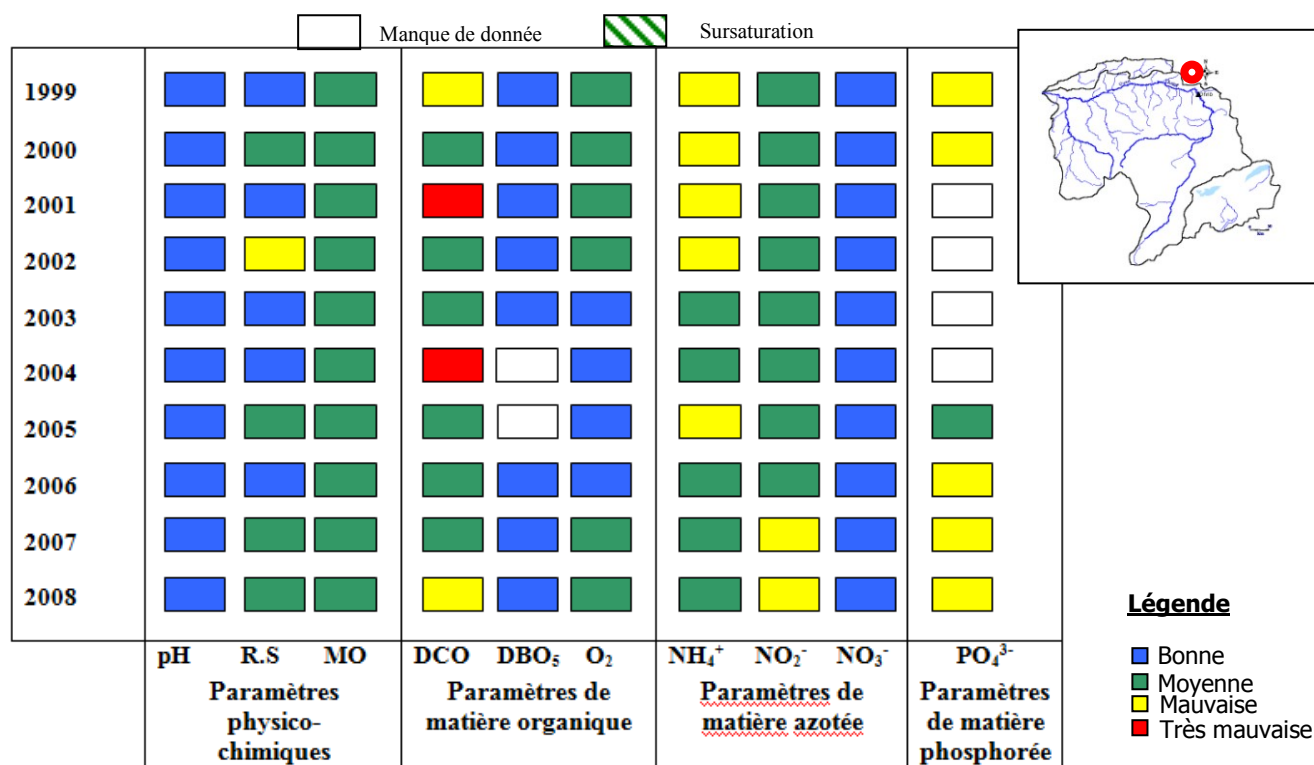


Figure 3 : Fiche de Qualité moyenne annuelle des eaux de barrage Deurdeur (1999-2008)

2.1.3. Barrage de Harreza

Les eaux du barrage Harreza présentent une dégradation de la qualité physico-chimique exprimée en résidu sec durant les deux années 2006 et 2007 (elle atteint 1,5 g/l au mois de mars 2007) (Fig.04), cette qualité est devenue bonne en 2008.

Les eaux de ce barrage sont chargées en NH_4^+ , NO_2^- et PO_4^{3-} (Fig.04). Cette augmentation est due à l'oxydation de la matière organique azotée et à l'utilisation abusive des engrais. L'amélioration de la qualité des eaux de ce barrage nécessite des traitements, afin de diminuer la teneur en NH_4^+ et NO_2^- en premier lieu, ainsi que les phosphates.

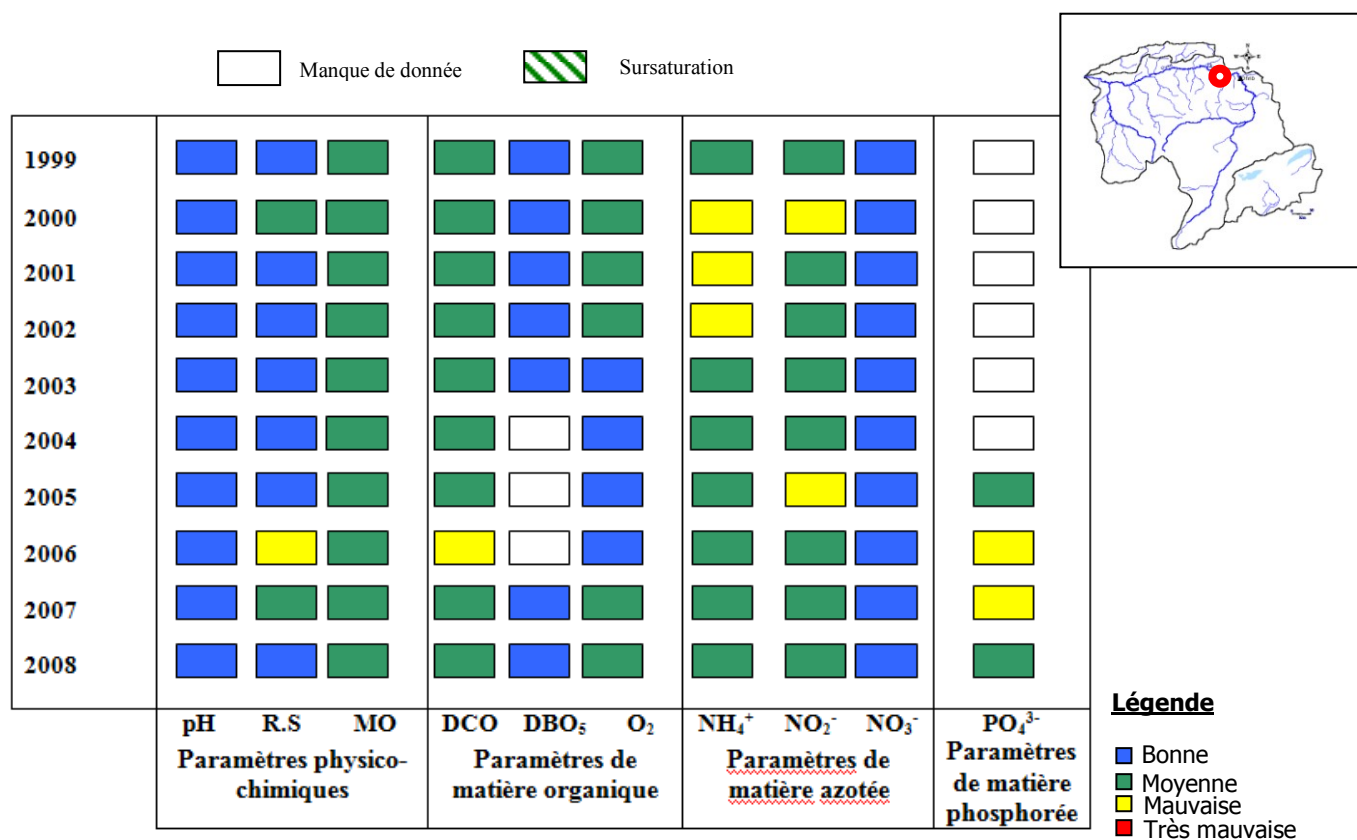


Figure 4 : Fiche de Qualité moyenne annuelle des eaux de barrage Harreza (1999-2008)

2.1.4. Barrage Ouled Mellouk

Les eaux du barrage sont de qualité moyenne pour la majorité des paramètres (figure 05), sauf une sursaturation en oxygène qui atteint 128% enregistrée en juin 2005 et une forte teneur en phosphate ($\text{PO}_4^{3-}=3.4\text{mg/l}$) enregistrée en Novembre 2007 ce qui confirme l'utilisation abusive d'engrais ainsi qu'aux apports des polluants provenant des rejets d'eaux usées urbains et au processus d'eutrophisation (De Villers et al., 2005).

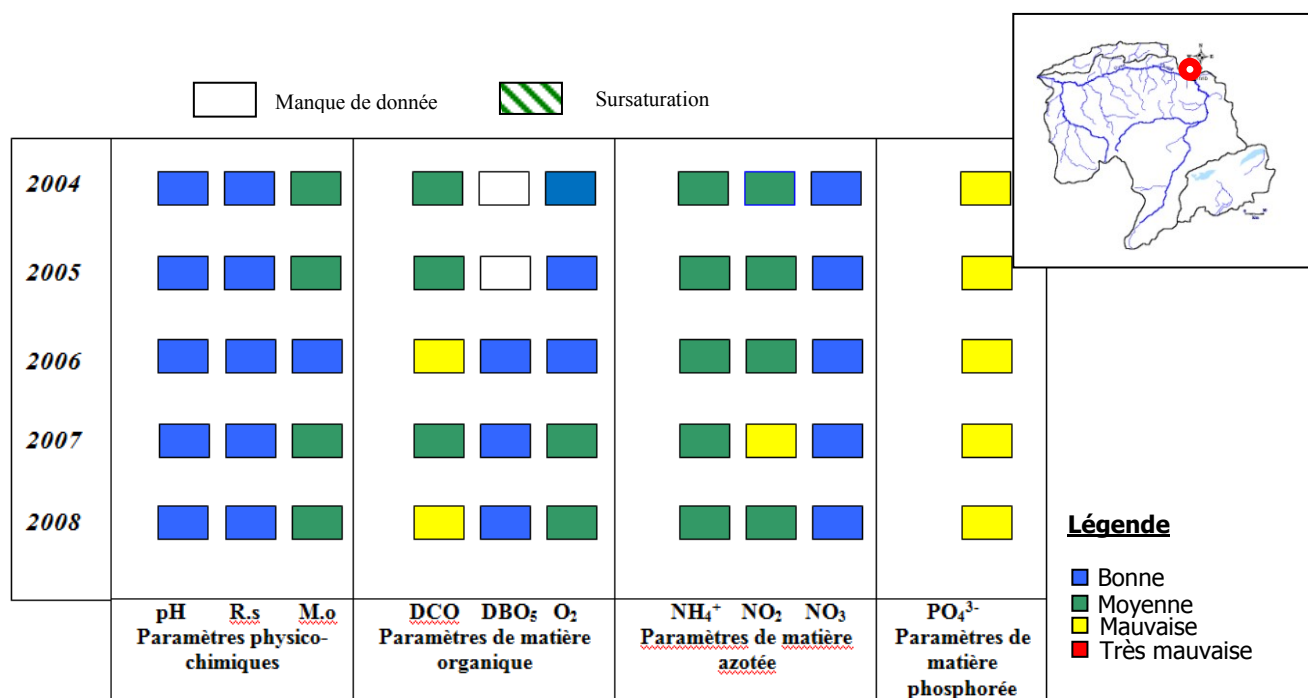


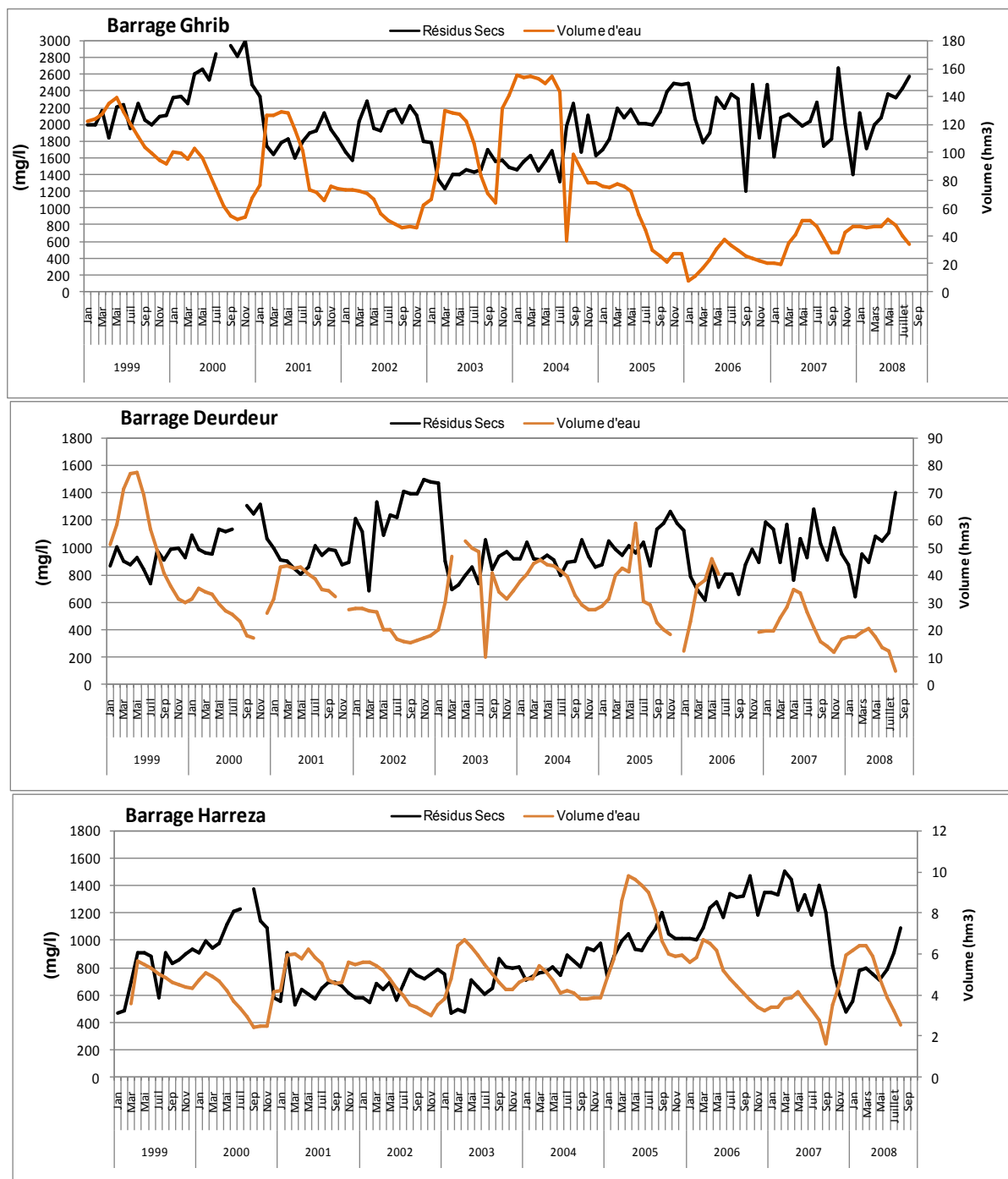
Figure 5 : Fiche de Qualité moyenne annuelle des eaux de barrage O. Mellouk (2004-2008)

2.2. Relation évolution des paramètres de qualité - remplissage des barrages

Dans le but d'établir une relation entre l'évolution des différents paramètres physicochimiques et l'état du remplissage des barrages du Haut Cheliff, des graphes de comparaison ont été établis entre l'évolution de certains paramètres et l'évolution du volume d'eau stocké dans les barrages étudiés durant la période 1999 à 2008.

La mesure de Résidu sec constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau. Les valeurs moyennes mensuelles enregistrées, montrent des variations importantes (figure 06). On remarque que la salinité augmente avec la diminution du volume d'eau dans tous les barrages étudiés, notamment au barrage Ghrib où on a enregistré une teneur en R.sec égale à 2,8 g/l (> norme 1.5 g/l) alors que le volume d'eau stocké été de 51 hm³ durant l'année 2000. De même il a été constaté que pour le mois d'avril 2006 la teneur en R.sec été de 1,9g/l pour un volume d'eau qui ne dépasse guère 20 Hm³. Cette minéralisation excessive est attribuée aux eaux usées des agglomérations situées en amont du barrage.

D'autre part nous avons constaté une diminution de la salinité en mars 2003 (R.sec=1.2 g/l) et en juillet 2004 (R.sec=1.3 g/l) suite à une amélioration de l'état de remplissage du barrage Ghrib, soit 129 hm³ et 154 hm³ respectivement. L'explication de cette diminution pendant la période pluvieuse réside dans la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales.



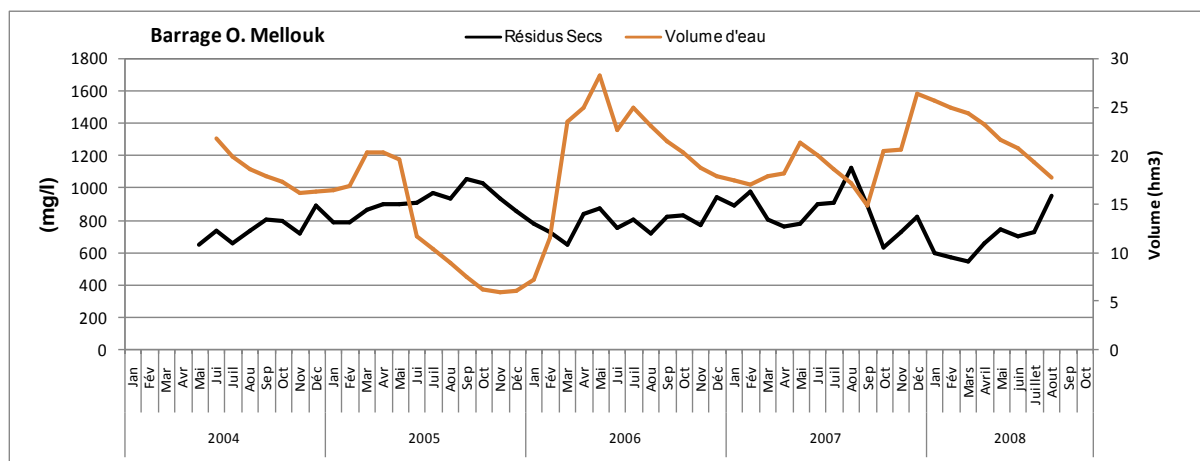
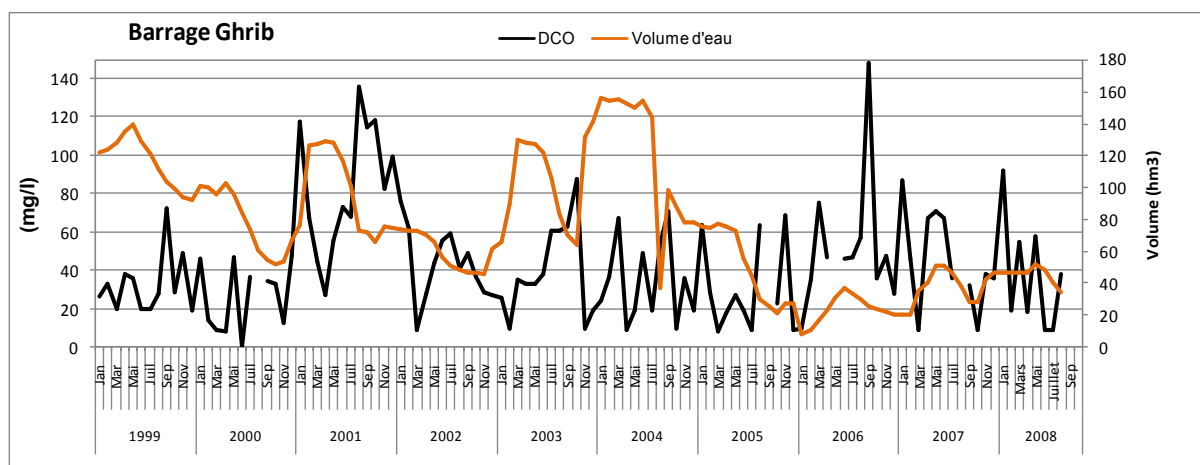


Figure 6 : évolution des résidus secs et du volume d'eau dans les barrages.

La figure 07 montre une augmentation de la DCO des eaux des barrages notamment en période sèche. Les teneurs en DCO enregistrées au niveau des barrages Ghrib de l'ordre de 148 mg/l pour un volume d'eau stocké 25.6 hm³ en Septembre 2006, Deurdeur ; DCO=123mg/l ; V = 34.4 hm³ en Septembre 2001, Harreza : DCO=131 mg/l ; V= 6.5 hm³ en avril 2006 et O. Mellouk : DCO=91mg/l ; V= 11.5 hm³ en Février 2006. En effet, la zone d'étude reçoit les eaux usées brutes riches en matières organiques et en substances nutritives provenant des agglomérations urbaines, ce qui provoque un accroissement considérable de la charge organique des eaux superficielles dans un espace restreint.

Cependant, en période humide les eaux de pluie contribuent à la dilution de la charge organique émanant des eaux usées des villes riveraines. Les concentrations observées sont nettement faibles à savoir 9 mg/l en avril 2004 pour un volume d'eau stocké de l'ordre de 152.7 hm³ enregistré au barrage Ghrib, au barrage Deurdeur 9.1mg/l ; 41.17 hm³ en Mai 2005, Harreza : 17.9mg/l ; 9.79hm³ en avril 2005 et au barrage de O.Mellouk : 9mg/l ; 20.2hm³ en Avril 2005.



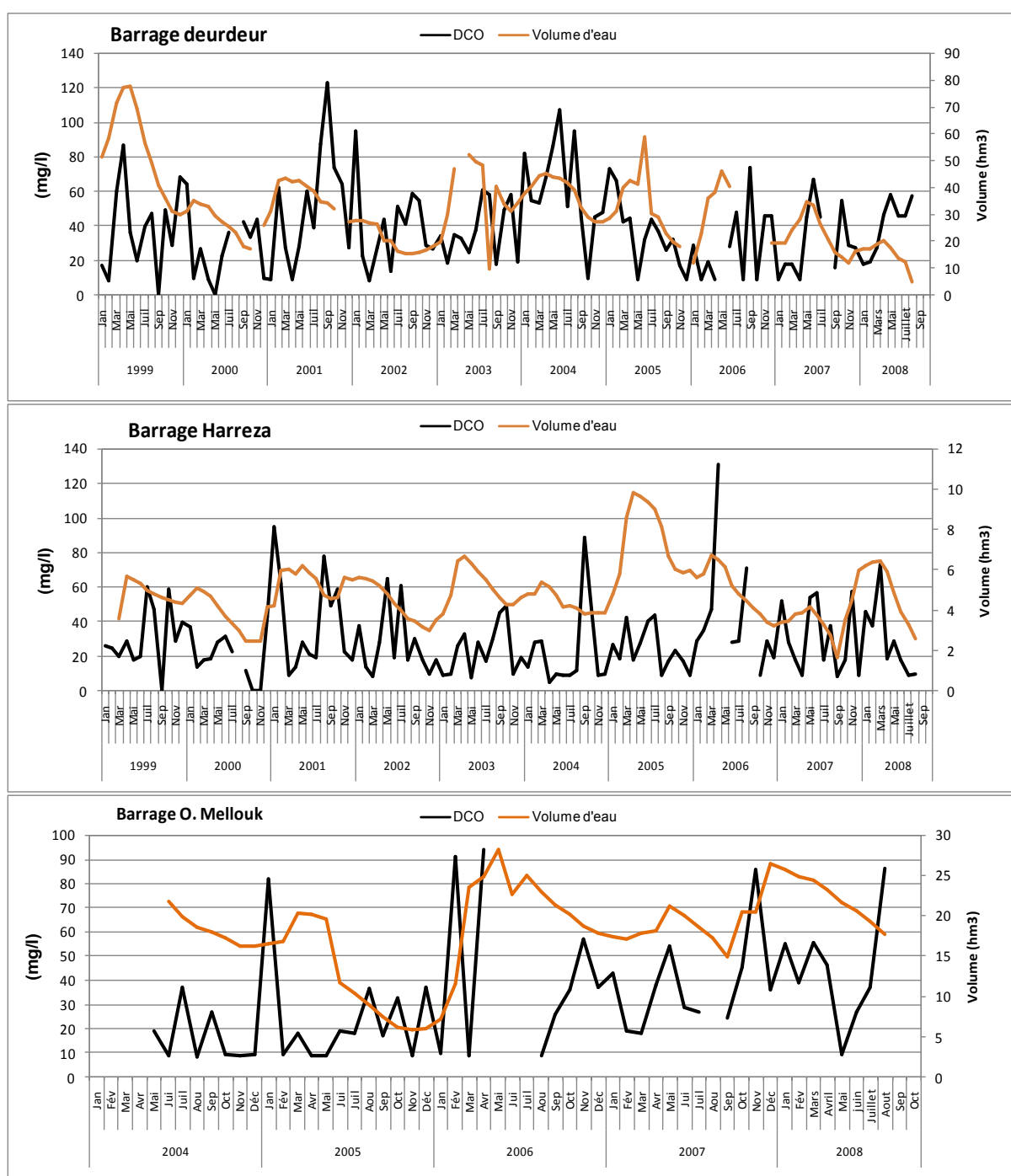
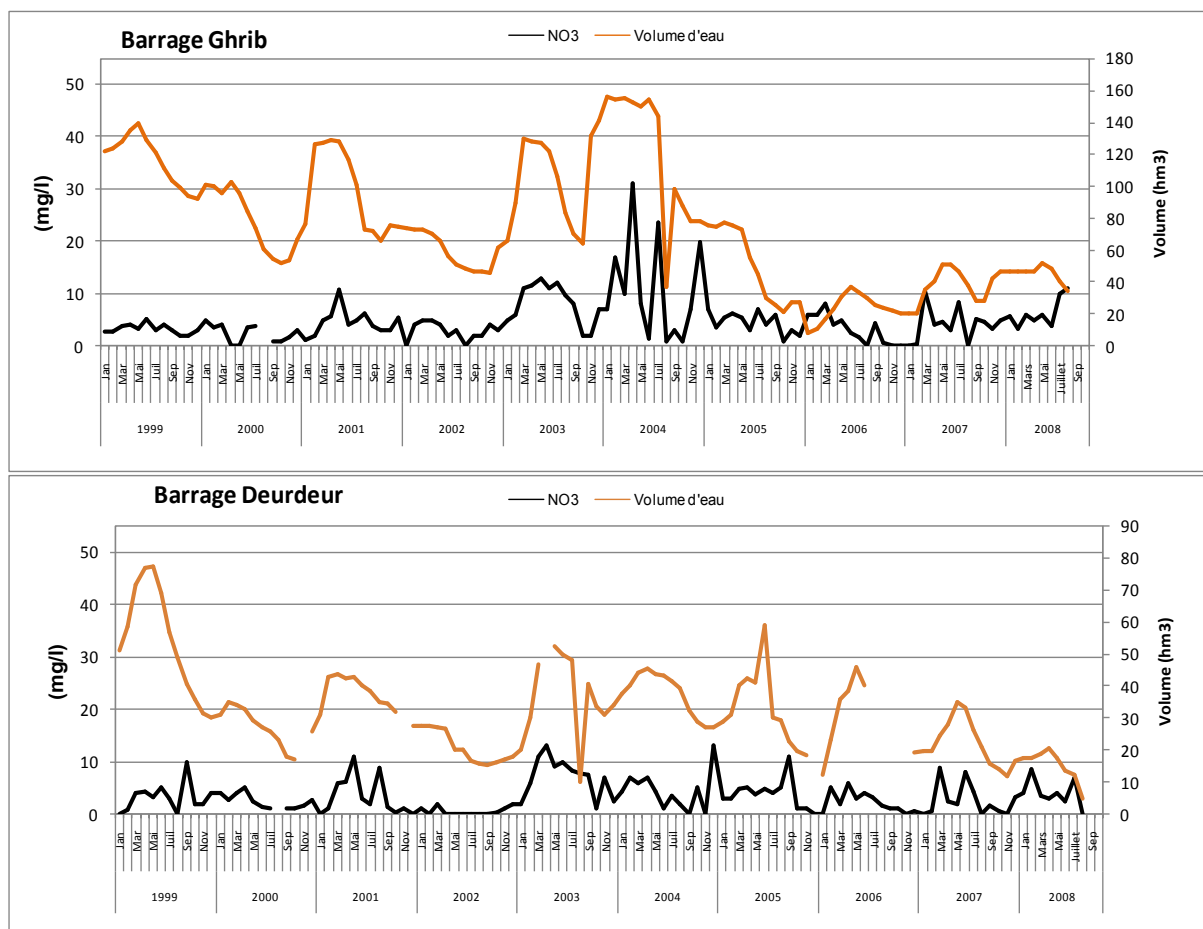


Figure 7 : évolution des DCO et du volume d'eau dans les barrages.

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux, proviennent en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant (De Villers et al., 2005 ; Merabet, 2010).

L'augmentation des teneurs en nitrates dans les eaux des quatre barrages étudiés (figure 08) pendant la période pluvieuse par rapport à la période sèche peut être due au lessivage des fertilisants utilisés dans les sols agricoles situés dans les bassins versants. Notamment le cas du barrage Ghrib où les teneurs en nitrates montre une forte variation (31 mg/l en Avril 2004) liée à l'amélioration du taux de remplissage du barrage 152.7 hm³. Du même pour le barrage du Harreza où nous avons enregistré une valeur en nitrates égale à 45mg/l en Mai 2003.

Cependant les valeurs faibles relevées pendant la saison sèche pourraient être attribuées aux rejets d'eaux usées qui n'ont fait l'objet d'aucun traitement préalable.



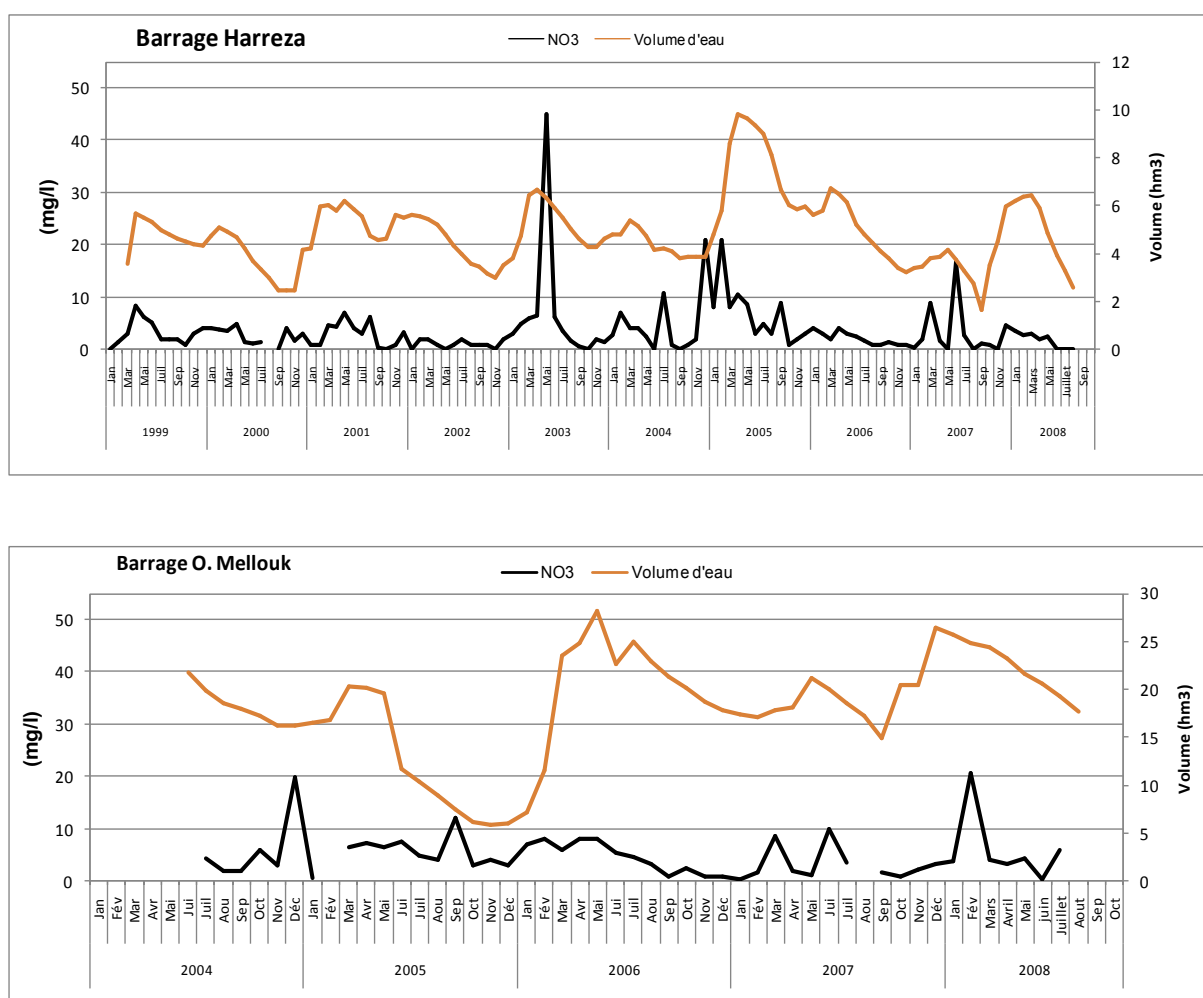


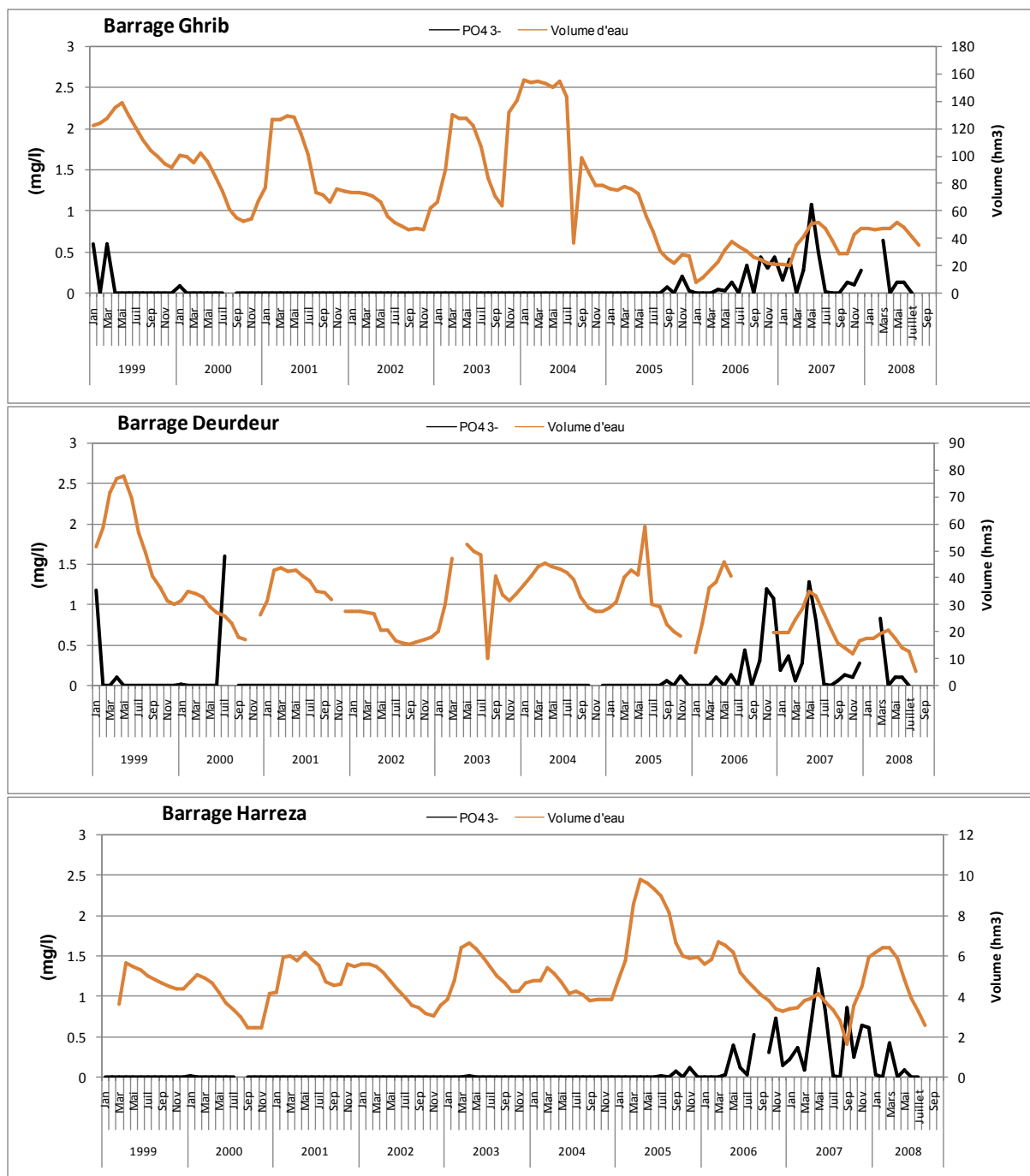
Figure 8 : évolution des NO_3^- et du volume d'eau dans les barrages.

Le phosphore, l'un des nutriments importants, peut se trouver sous différentes formes oxydées. Il participe à la distribution de l'énergie dans le corps humain (Makhoukh et al., 2011), et représente un élément biogène indispensable à la croissance des algues. Les teneurs élevées de cet élément dans les eaux de surface peuvent entraîner leur eutrophisation (Gaujous, 1995). Cependant, ils ont un effet bénéfique en jouant un rôle régulateur : ils favorisent tous les phénomènes de fécondation, la mise à fruit et la maturité des organes végétatifs (Makhoukh et al., 2011).

L'analyse des résultats (figure 09) montre que la concentration en phosphore dans les eaux augmente avec l'amélioration du volume de remplissage des quatre barrages et diminue la baisse du niveau d'eau dans ces derniers.

On note qu'au mois de Mai 2007 et au niveau de tous les barrages nous avons enregistré une forte variation des concentrations en phosphore qui dépasse la norme admissible à savoir : 1.07mg/l avec un volume d'eau de l'ordre de 50.8 hm^3 enregistré au niveau du barrage Ghrib, Deurdeur : 1.28 mg/l ; 34.9 hm^3 , Harreza : 1.34mg/l ; 4.15hm^3 et O. Mellouk : 1.40mg/l ;

21.25hm³. Une valeur maximale à été relevée en Novembre 2007 au niveau de ce barrage de l'ordre de 3.39mg/l pour un volume d'eau de 20.52 hm³.



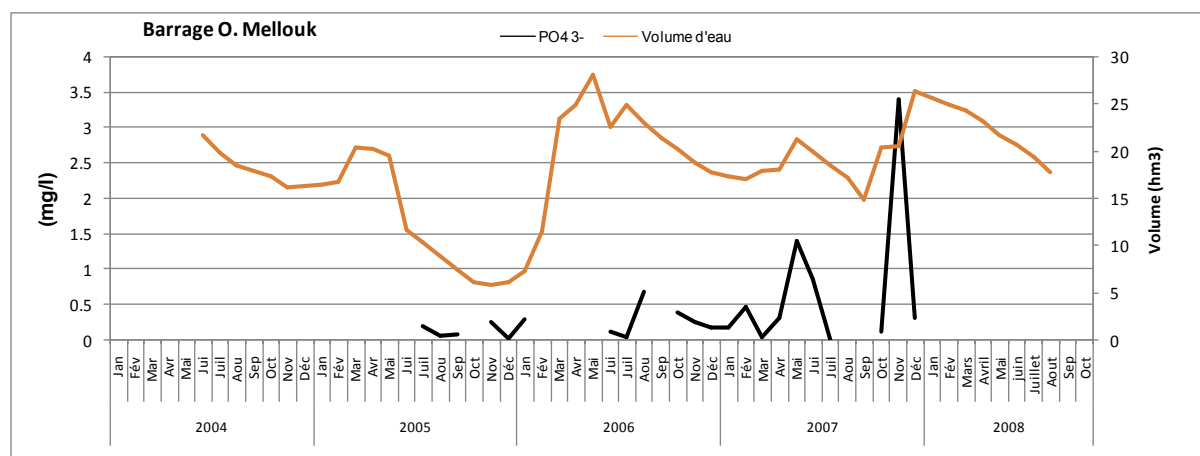


Figure 9 : Évolution des PO_4^{3-} et du volume d'eau dans les barrages.

Conclusion

Dans la région du Haut Cheliff la quantité d'eaux utilisées s'accroît en raison du développement de la population et de l'amélioration des modes de vie. En conséquence, le pourcentage d'eau prélevée s'élève aussi. A cela s'ajoute l'évolution des paramètres de la qualité au cours du temps. Ainsi, l'eau nécessaire à toutes nos utilisations se raréfie et nous acheminons vers une crise de l'eau. Les ressources en eau douce sont en outre réduites par la pollution. L'importance et la gravité de cette pollution est confirmée par les résultats constatés dans l'étude de la qualité des eaux superficielles dans la région du Haut Cheliff, à savoir :

- Les fiches de qualité des eaux montrent une dégradation de cette qualité pour l'ensemble des barrages (une pollution organique exprimée en DCO en MO) au cours du temps. En effet, la quantité du DCO enregistrée dépasse souvent 50 mg/l, et celle du MO aussi dépasse les 15 mg/l. Cette pollution est due aux rejets des eaux usées et au processus d'eutrophisation.
- Et parfois une salinité très élevée (résidu sec > 1600 mg/l), à titre d'exemple les analyses faites par ANRH ont montré une valeur de 2574 mg/l en 2008 pour les eaux du barrage Ghrib. La teneur des eaux en matières azotées (NH_4^+ , NO_2^-) est élevée en 2008 dans le barrage O. Mellouk. Cette pollution est due à l'oxydation de la matière organique azotée.
- D'autre part nous avons étudié la relation d'évolution des paramètres de qualité et le remplissage des barrages d'où nous avons constaté une diminution de la salinité et du DCO suite à une amélioration de l'état de remplissage des barrages, ceci réside dans la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales. Tandis que l'augmentation des teneurs en nitrates et en phosphore dans les eaux des quatre barrages étudiés pendant la période pluvieuse par rapport à la période sèche peut être due au lessivage des fertilisants utilisés dans les sols agricoles situés dans les bassins versants.

- La charge polluante arrivant aux bassins versants des barrages est caractérisée par la charge polluante des établissements d'élevage en premier lieu à cause de sa valeur élevée dans presque tous les bassins versants.

Références bibliographiques

Achour F, 1997, Conditions hydrologiques et disponibilité en eau en régions semi arides : application de méthodologies nouvelles aux bassins du Cheliff, Algérie, Thèse doctorat ; Université de Franche-Comté, P 143- 202.

De Villers J, Squilbin M, Yourassowsky C, 2005, Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface, Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement.

Gaujous D, 1995, La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire, Édition2, Éditeur Tec & Doc Lavoisier, 220 p.

Makhoukh M, Sbaa M, Berrahou A, Clooster M. Van, 2011, Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc Oriental), Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 09, pp 149-169.

Merabet S, 2010, Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et distribuées du barrage réservoir de Beni Haroun, thèse de magister, Université de Constantine.

Oumedjbeur A, 1986, Évaluation de la qualité physicochimique des eaux du bassin versant du barrage de guénitra, Thèse de doctorat troisième cycle, chimie de la pollution France.

PDARE, 2009, Plan Directeur d'Aménagement des Ressources en Eau, Rapport de synthèse de la région hydrographique du Cheliff, 266 pages.

PNUD, 2009, Second communication nationale de l'Algérie sur les changements climatiques, projet GEF /PNUD 00039149 Alger, pages 140- 147.

Rodier J, Legube B, Merlet M, Brunet R, 2009, L'analyse de l'eau, Ed. Dunod, Paris, 1600 p.

Touhari F, 2015, Etude de la qualité des eaux au nord ouest de l'Algérie, Thèse de doctorat, école nationale supérieure d'hydraulique, Blida. Algérie. Pp 80-118.