

Université de Jijel.
Faculté des Sciences exactes et de la nature et la vie.
Département d'Ecologie & Environnement.

جامعة جيجل
كلية العلوم الدقيقة و الطبيعة و الحياة
قسم علم البيئة و المحيط

جامعة محمد الصديق بن يحيى
كلية علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : 1471



ECC. 09/09

01/01

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état.
Spécialité : Ecologie Végétale et Environnement.
Option : Pathologie des Ecosystèmes.

Thème

*Etude comparative de la qualité
physico-chimique des eaux de l'oued Taza et
de L'oued Kissir*

Jury :

Président : Bouldjedri M.

Examinatrice: Ben fridja L.

Encadreur: Khalef-khodja S.

Invité : Ramdan N.

Présenté par :

Chekiré Imene

Terki Ilham



Session : Juin 2009

Numéros d'ordre :



Dédicace

A toi ma chère grand-mère, dont les prières m'ont éclairées le chemin... Que dieu te procure santé et longue vie.

A ma maman qui est pour moi ici bas l'incarnation de l'amour, du pardon, de la tendresse et du courage... Mon vœu le plus cher est que tu trouves dans ce mémoire l'accomplissement de tous tes rêves, de tes sacrifices et de tes prières....

Que dieu te bénisse.

A toi papa, mon frère Moncef et à toi ma tendre sœur Rym.

A vous, tonton Youcef, Nacèr, et Djalel pour votre sympathie et soutien inconditionné.

A toi ma famille pour ton souci et ta disponibilité.

A vous mes amis (Amel, Widad, Ratiba et Widad) pour votre entraide et solidarité.

Je dédie ce modeste travail, signe de reconnaissance et de sentiments partagés. Je vous dis tous, mille merci de m'avoir donné le courage d'aller jusqu'au bout.....

C. Imène

Dédicace

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

A mes chers frères : Mohammed et Ahcene

A vous Mourad, et Mustapha pour votre sympathie et soutien inconditionné

Je dédie ce modeste travail, signe de reconnaissance et de sentiments partagés. Je vous dis tous, mille merci de m'avoir donné le courage d'aller jusqu'au bout.....

T. Ilham

Remerciement

En préambule à ce mémoire, nous rendons grâce à dieu tout puissant de nous avoir guidé et aidé à réaliser ce travail.

Par la suite nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Nous tenons à remercier sincèrement Melle Khaled-khodja. S, qui, en tant qu'encadreur de ce mémoire, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de sa réalisation, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Nos remerciements s'adressent également à Monsieur F. Kessasra pour sa générosité et la grande patience dont il a su faire preuve malgré ses charges académiques et professionnelles.

Nous exprimons notre gratitude pour le membre de jury pour avoir accepté d'évaluer notre travail.

On n'oublie pas les responsables du parc national de Taza dont l'aide nous a été très bénéfique et très pratique en l'occurrence Mme Ramdane Nadia.

Ainsi que Mr Amira Hakim du barrage de Kissir pour les facilités qu'il nous a fournies.

On tient à exprimer notre reconnaissance envers Mrs Azzadine Gharibi, Mounir, Abd el wahab Bouchareb, Babaye, Lehtihet et à tout ceux qui nous ont aidé de prêt ou de loin.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenues et encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à toutes et à tous.

Sommaire

Sommaire

Introduction.....	1
 Chapitre I : Pollution des eaux naturelles	
I.1. Généralités	4
I.1.1. Eaux de surfaces	4
I.1.1.1. Eaux stagnantes	4
I.1.1.2. Eaux courantes	4
I.1.2. Eaux souterraines	4
I.1.3. Les Eaux usées	5
I.1.3.1. Origine et composition des eaux usées	5
A. Eaux usées domestiques	5
B. Eaux industrielles	5
C. Eaux pluviales	6
I.2. Classe de qualité d'eau	6
I.3. Paramètres indicateurs de la pollution des eaux	6
I.3.1. Principaux paramètres physico-chimiques mesurables	7
I.3.1.1. Température	7
I.3.1.2. Potentiel hydrogène	7
I.3.1.3. Conductivité électrique	7
I.3.1.4. Matières en suspension	7
I.3.1.5. Oxygène dissous	8
I.3.1.6. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)	8
I.3.1.7. Demande chimique en oxygène (DCO)	8
I.3.1.8. Ammonium	9
I.3.1.9. Nitrates	9
I.3.1.10. Nitrites	9
I.3.1.11. Phosphates	10
I.4. Pollution des eaux naturelles	10
I.4.1. Classification des polluants	10
I.4.1.1. Polluants biologiques	10
A. Organismes libres	11

B. Agents pathogènes	11
I.4.1.2. Polluants chimiques	11
A. Sels minéraux	11
B. Composés toxiques	11
I.4.1.3. Polluants radioactifs	12
I.4.2. Conséquences de la pollution des eaux	12
A. Une diminution de la teneur en oxygène dissous	12
B. La présence de produits toxiques	13
C. Une prolifération d'algues	13
D. Une modification physique du milieu récepteur	13
E. Présence de bactéries ou de virus dangereux	13
F. L'eutrophisation	14

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1. Contextes géographique et géologique des zones d'études	15
II.1.1. Oued Kissir	15
II.1.1.1. Situation géographique	15
II.1.1.2. Végétation	16
II.1.1.3. Géologie locale	16
II.1.2. Oued Taza	16
II.1.2.1. Situation géographique	16
II.1.2.2. Végétation	17
II.1.2.3. Géologie locale	17
II.2. Etude climatologique et hydrologique	18
II.2.1. Etude climatologique et hydrologique de la région de Jijel	18
II.2.1.1. Température	19
II.2.1.2. Pluviométrie	19
II.2.1.3. Paramètres secondaires	19
II.2.1.4. Diagramme ombrothermique	20
II.2.1.5. Bilan hydrologique	21
A. Calcul de l'évapotranspiration potentielle	21
B. Calcul de l'évapotranspiration réelle (ETR)	22
II.3. Choix des sites d'étude	23
II.4. Echantillonnage	25

II.5. Justification du choix des paramètres	25
II.6. Dosages effectués	25

Chapitre III : Résultats et interprétations

III.1. Dispersions spatio-temporels des éléments physico-chimiques des diverses stations de l'oued Kissir	27
III.2. Dispersions spatio-temporels des éléments physico-chimiques des diverses stations de l'oued Taza	34
Conclusion générale	41
Bibliographie	43
Annexe.....	

Liste des tableaux

Tableau I.	Stations météorologiques de références.....	18
Tableau II.	Valeurs moyennes mensuelles des températures à la station Jijel Aéroport (1990-2008).....	19
Tableau III.	Valeurs moyennes mensuelles et annuelles des précipitations à la station Jijel Aéroport (1999-2008).....	19
Tableau IV.	Valeurs mensuelles de l'humidité relative moyenne à la station de Jijel Aéroport (1990-2008).....	20
Tableau V.	Évapotranspiration potentielle moyennes mensuelles et annuelles calculées par la méthode de Thornthwaite à la station de Jijel Aéroport (1990-2008).....	21
Tableau VI.	Evapotranspiration réelle par la méthode du bilan de Thornthwaite dans la station de Jijel Aéroport (1990-2008).....	22
Tableau VII.	Les différentes méthodes d'analyses physico-chimiques utilisées.....	26

Liste des figures

Figure 01.	Situation géographique de l'oued de Kissir.....	15
Figure 02.	Situation géographique de l'oued Taza.....	17
Figure 03.	Diagramme Ombrothermique de la station de l'Aéroport de Jijel.....	20
Figure 04.	Evolution annuelle du bilan hydrique selon Thornthwaite dans la station de Jijel aéroport.	23
Figure 05.	Localisation des stations de l'oued Kissir.....	24
Figure 06.	Localisation des stations de l'oued Taza.....	25
Figure 07.	Valeurs moyennes du pH pour les différentes stations de l'oued Kissir.....	27
Figure 08.	Valeurs moyennes des températures pour les différentes stations de l'oued Kissir.....	28
Figure 09.	Valeurs moyennes des CE pour les différentes stations de l'oued Kissir.....	29
Figure 10.	Concentrations moyennes de l'azote ammoniacal pour les différentes stations de l'oued Kissir.....	30
Figure 11.	Concentrations moyennes des nitrites pour les différentes stations de l'oued Kissir.....	31
Figure 12.	Concentrations moyennes des nitrates des différentes stations de l'oued Kissir.....	32
Figure 13.	Concentrations moyennes des phosphates pour les différentes stations de l'oued Kissir.....	33
Figure 14.	Valeurs moyennes du pH pour les différentes stations de l'oued Taza.	34
Figure 15.	Valeurs moyennes des températures pour les différentes stations de l'oued Taza.....	35
Figure 16.	Valeurs moyennes des CE pour les différentes stations de l'oued Taza.....	36
Figure 17.	Concentrations moyennes de l'azote ammoniacal pour les différentes stations de l'oued Taza.....	37
Figure 18.	Concentrations moyennes des nitrites pour les différentes stations de l'oued Taza.....	38
Figure 19.	Concentrations moyennes des nitrates pour les différentes stations de l'oued Taza.....	39
Figure 20.	Concentrations moyennes des phosphates pour les différentes stations de l'oued Taza.....	40

Introduction générale

Introduction :

L'eau est un élément essentiel à la vie humaine, à son essor économique et social et à l'équilibre écologique de son environnement (MERZOUKI, 2007). Ainsi, la terre doit sa couleur bleue à son extraordinaire abondance en eau, mais derrière cette profusion se cache une réalité : Si toute l'eau terrestre pouvait tenir dans un bidon de cinq litres, l'eau réellement disponible pour l'homme remplirait à peine une cuillère à soupe (CHAUVEAU, 2005).

La nouveauté, inscrite dans la politique de l'eau est en effet de considérer les hydrosystèmes fluviaux comme une infrastructure naturelle à vocation patrimoniale et économique, un bien à préserver pour le développement future dans l'intérêt de la collectivité (COSANDEY, 2003).

Cette ressource, partiellement renouvelable mais pas inépuisable, subit aujourd'hui les conséquences des activités humaines : pollution des cours d'eau, l'industrie ou les usages domestiques, destruction des zones humides et surexploitation des nappes phréatiques (CHAUVEAU, 2005).

Les rejets résiduaire des égouts des agglomérations, surtout en absence de station d'épuration, apportent de très grandes quantités de matières organiques aux rivières (excréments, eaux sanitaires, de cuisines, de salles de bains, eaux usées d'activités alimentaires...etc). Cette surabondance perturbe le cycle d'azote et le fonctionnement de la rivière (CPEPSC, 2007).

Les eaux usées demeurent la principale source de contamination, en volume, de l'environnement marin et côtier à l'échelle mondiale, et les rejets d'eaux usées le long des côtes ont fortement augmenté au cours des 30 dernières années (ONU, 2002).

La dégradation des zones côtières et marines s'explique par la pression accrue qui s'exerce sur les ressources naturelles, terrestres et marines, et par l'utilisation de l'océan comme dépotoir. L'accroissement de la population et l'urbanisation, l'industrialisation et le tourisme, dans les zones côtières, explique cette augmentation des pressions qu'elles subissent (ONU, 2002).

En effets, les eaux usées issues des différentes activités humaines sont déversées, dans la plupart des cas, directement dans la mer, ce qui entraîne des problèmes de pollution biologique et chimique des côtes et des plages. Ce flux anthropique est véhiculé, généralement, par les oueds qui traversent ou passent à proximité des agglomérations urbaines et des zones industrielles (KAID TLILANE, 2005).

Les rivières et les oueds de baie de Jijel ne font pas exception, car ils transportent des quantités considérables de polluants. Cette accumulation des produits toxiques au niveau des estuaires et qui pourraient par la suite, passer en mer (RAMADE, 1998).

Les rejets domestiques, agricoles et industriels provoquent divers types de nuisances dont l'enrichissement artificiel des eaux côtières en sels nutritifs qui induisent le phénomène d'eutrophisation défavorable à la vie marine (FFEM, 2006).

La matière organique est en effet à l'origine des principales nuisances que supporte actuellement le milieu limnique, à savoir l'eutrophisation et l'anoxie. L'enrichissement organique a deux composantes : l'apport directe, constitué par la matière organique présente dans le rejet et l'apport différé, représenté par la matière organique du phytoplancton qui est susceptible de se développer dans le milieu à partir des éléments nutritifs présents dans le rejet (GUILLAUD, 1990).

L'eutrophisation est un phénomène saisonnier lié à la durée de l'éclairement. Elle est due à l'excès de nutriments dans les eaux, en premier lieu le phosphore, qui provient des rejets domestiques, de l'industrie et, dans une moindre mesure, de l'agriculture (engrais). L'eutrophisation se manifeste par des eaux vertes ou brunes suite à une prolifération de matière végétale qui asphyxie le milieu en se décomposant. La biodiversité des milieux s'en trouve appauvrie, la baignade désagréable (irritation de la peau) ou impossible (turbidité) et le traitement des eaux de distribution difficile (IFEN, 1999).

L'eutrophisation des zones proches du littoral est devenue l'une des tendances préoccupantes qu'on ne pouvait guère prévoir il y a 30ans (ONU, 2002).

De nombreux programmes de contrôle de l'eutrophisation portent sur les apports nutritifs provenant du sol et de l'atmosphère, et sur la répartition des matières nutritives et autres substances assimilées entre les composantes biotiques et abiotiques (RYDING & al, 1994).

La conservation et la gestion intégrée des zones côtières supposent en premier lieu une meilleure connaissance des principales composantes de l'environnement côtier, en particulier la structuration du réseau trophique par le biais de la qualité physico-chimique des eaux. Ces études physico-chimiques devront constituer un élément capital et décisif dans l'aide à la décision pour une gestion intégrée du littoral de Jijel, ces interventions supposent également que l'on devra raisonner dans une perspective de gestion du proche littoral et des ressources renouvelables (KHALED-KHODJA, 2006).

Les milieux côtiers subissent des pressions démographiques et urbaines considérables, en effet, les substances chimiques, les déchets industriels ou ménagers rejetés par ces milieux urbains se déversent directement dans les oueds et finissent dans la mer, ce qui conduit à la pollution (eutrophisation) de littoral.

Ce phénomène prend de l'ampleur car il est la cause principale de déséquilibre écologique tels que la prolifération de la végétation aquatique ou l'appauvrissement du milieu en oxygène.

De ce fait, la vie de l'homme, la flore et la faune aquatique est menacée, ce qui a poussé toutes les instances mondiales à donner une grande importance aux recherches sur la pollution du littoral.

Objectif

Cette initiation à la recherche s'inscrit dans une problématique générale traitant du transfert de matières du continent au proche littoral et les retombées sur le système pélagique (plancton, chimisme, réseau trophique, biologique et statistique des pêches).

C'est dans cet esprit d'investigation, de reconnaissance et de conservation que nous nous sommes fixés deux objectifs principaux qui sont :

1. Etude des caractéristiques physico-chimiques des eaux de l'oued Kissir et l'oued Taza qui véhiculent ces rejets terrigènes jusqu'à la mer. Ainsi que celles des eaux proches littoral, en vue d'établir un diagnostic préliminaire de l'état de santé de l'environnement littoral.
2. Faire une comparaison entre deux milieux aquatiques (oued Kissir et oued Taza) qui subissent une pression anthropique relativement accentuée.

L'oued Kissir, dit zone de grands ouvrages, est sujet à d'énormes bouleversements de ses caractéristiques physico-chimiques et écologiques suite à la construction du barrage. Il constitue un excellent exemple de l'effet de l'anthropisation sur le milieu aquatique.

L'oued Taza reste relativement à l'abri des activités humaines malgré la présence d'une agglomération riveraine relativement dense.

Ce mémoire est réparti en trois chapitres principaux.

Le premier chapitre a trait à des généralités sur la pollution des milieux naturels suite à l'anthropisation. Les conséquences de ces actes irréfléchis sur l'écosystème limnique sont graves et irréversibles dans la majorité des cas.

Le deuxième chapitre se rapporte aux matériel et méthodes utilisés en vue d'estimer le degré de contamination des stations choisies. Des éléments chimiques indicateurs de la pollution ont été choisis et dosés afin d'apprécier le degré d'eutrophisation de ces milieux.

Le troisième chapitre se focalise sur le traitement et l'interprétation des résultats obtenus.

Pour finir une conclusion et d'éventuelles recommandations pratiques en vue de protéger et conserver le littoral et nos ressources naturelles qui sont nécessaires à la vie de tous les êtres vivants dont l'homme. La pérennité de ces ressources est la garantie d'une vie meilleure et durable.

Chapitre I

Pollution des eaux naturelles

- *Généralités*
- *Classe de qualité de l'eau*
- *Paramètres indicateurs de la pollution des eaux*
- *Pollution des eaux naturelles*

I.1. Généralités

Les réserves disponibles d'eau naturelles sont constituées des eaux de surfaces stagnantes (lacs, retenues de barrages) ou en écoulement (rivières, fleuves) et des eaux souterraines (infiltration, nappes) (ROVEL & al, 2005).

I.1.1. Eaux de surfaces

Sous le terme « eau » on rassemble celles qui coulent ou qui stagnent sur le sol, dans la nature ou encore les eaux souterraines (PERRAUD, 2003). Eau gîtant dans le réseau hydrographique, cours d'eau, lacs, réservoirs artificiels ou toute autre forme de nappe superficielle (ROCHE, 1986).

I.1.1.1. Eaux stagnantes

Caractérisées par un courant de vitesse nulle, ou quasi nulle (GENIN, 2003) ; elle désigne les milieux aquatiques dont les eaux se renouvellent lentement ; elles constituent l'ensemble des écosystèmes lenticques (RAMADE, 1998).

Les eaux stagnantes correspondent essentiellement aux lacs, étangs, mares et flaques. Elle conservent une certaine autonomie fonctionnelle et forment ainsi une unité (GENIN, 2003). Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs) ou artificielles (retenues de barrages) caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour appréciable (ROVEL & al, 2005).

I.1.1.2. Eaux courantes

Appelés aussi milieux lotiques. Les eaux courantes regroupent toutes les eaux « en mouvement » : sources, torrents, ruisseaux, fleuves, constituant un vaste réseau hydrographique qui mène à la mer. Ce sont des milieux ouverts présentant des échanges constants avec les systèmes qu'ils traversent (GENINE, 2003).

I.1.2. Eaux souterraines

Les eaux souterraines représentent un patrimoine à gérer en commun. Elles constituent également une matière première indispensable à l'industrie, elle est aussi de plus en plus utilisée pour l'irrigation. Les nappes souterraines assurent également l'essentiel de l'écoulement superficiel et la pérennité des écosystèmes aquatiques, des sources aux fleuves, en passant par les zones humides (COLLIN, 2004).

Une nappe peut être libre (ou phréatique si elle est suffisamment proche de la surface pour être accessible par puits). Un cas particulier est représenté par les nappes alluviales dans les terrains alluvionnaires sur lesquels circule un cours d'eau. La qualité de ces eaux est alors influencée par la qualité de l'eau de la rivière (ROVEL & al, 2005).

De nos jours, l'eau naturelle destinée à la consommation humaine devient une denrée rare. Les diverses activités humaines et les sous produits qu'elles génèrent sont à l'origine de la souillure et de la pollution de l'eau. Tous les rejets domestiques, agricoles et industriels sont rejetés dans le milieu limniques. Parmi les rejets liquides nous citerons :

I.1.3. Les Eaux usées

Une eau usée appelée encore eau résiduaire ou effluent est une eau qui a subi une détérioration après usage (DJERMAKOYE, 2005). La pollution des eaux dans son sens le plus large est définie comme : « La pollution est une modification généralement provoquée par l'homme dans la qualité de l'eau qui la rend impropre ou dangereuse à la consommation humaine, à l'industrie, à la pêche, aux loisirs, aux animaux domestiques et à la vie sauvage » (REFALO, 2007).

L'aspect des eaux résiduaires fraîches est celui d'un liquide brun gris avec une odeur typique, mais faible. Ces eaux se modifient d'autant plus vite que la température est élevée ; elles deviennent noires et dégagent une odeur d'œufs pourris, signe de la présence d'hydrogène sulfureux (DJERMAKOYE, 2005).

I.1.3.1. Origine et composition des eaux usées

On peut distinguer trois grandes catégories d'eaux usées, suivant l'origine des substances polluantes :

A. Eaux usées domestiques

Eaux usées provenant des cuisines, buanderies, lavabos, salles de bains, toilettes et installations similaires (AFNOR, 2000), qui sont généralement chargées de détergents, de graisse, de solvants, de débris organiques...etc. Elles sont souvent porteuses de pollution organique (HABIB & al, 2007).

B. Eaux industrielles

Eaux usées provenant d'usages industrielles (lavages industrielles, déchets de fabrication, refroidissement de condenseurs ou de circuits industrielles....) (ROCHE, 1986). Elles sont très différentes des eaux usées domestiques (HABIB & al, 2007) ; d'une part parce que leurs

caractéristiques varient d'une industrie à l'autre et d'autre part parce qu'en plus de leurs matières organiques, ou phosphorées, elle peuvent également contenir des produits toxiques, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures (ONEMA, 2009).

C. Eaux pluviales

Les eaux pluviales d'origine urbaine sont les eaux provenant des précipitations (pluie et eaux de la fonte des neiges), qui s'introduisent dans les sols ou ruissellent à la surface des sols et aboutissent dans les égouts pluviaux des cours d'eau et des lacs (ONTARIO, 2003).

Elles peuvent être à l'origine de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses (ONEMA, 2009).

I.2. Classe de qualité d'eau

La qualité des eaux correspond à un ensemble de critères physico-chimiques qui définissent leur degré de pureté et, en conséquence, leur aptitude aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles ou industriels (RAMADE, 2000).

La transcription de la qualité des cours d'eau est faite à partir d'une grille de qualité qui propose pour une trentaine de paramètres, une répartition en cinq classes, affectées d'un code de couleur, en fonction d'un degré croissant de pollution (RAMADE, 2000). La définition de ces classes est la suivante :

1A : Qualité excellente, absence de pollution, couleur bleue.

1B : Qualité bonne, pollution modérée, couleur verte.

2 : Qualité moyenne, pollution nette, couleur jaune.

3 : Qualité médiocre, pollution importante, couleur orange.

Hors classe, ou 4 : Qualité mauvaise, pollution excessive, couleur rouge (GENIN, 2003 ; RAMADE, 2000).

I.3. Paramètres indicateurs de la pollution des eaux

L'intérêt croissant porté à la qualité de l'eau, dans ses multiples usages, a conduit à définir pour les eaux un certain nombre de paramètres spécifiques (SMITH, 2004).

L'appréciation de la qualité des eaux de surfaces se base sur la mesure de paramètres physiques et chimiques, ainsi que, sur la présence ou l'absence d'organismes aquatiques indicateurs d'une plus ou moins bonne qualité de l'eau (DUTRIEUX, 2005).

C'est sur la base de paramètres physico-chimiques, mais aussi des règles concernant les régimes des cours d'eaux et leurs aménagements que les objectifs de qualité des milieux sont et resteront sans doute définis de la manière la plus opérationnelle (DUCHENE, 2002).

I.3.1. Principaux paramètres physico-chimiques mesurables

I.3.1.1. Température

L'OMS donne une valeur guide concernant la limite acceptable de 25° C (DJERMAKOYE, 2005).

La température des eaux superficielles (rivières, lacs et retenues) est très variable selon les saisons et peut passer de 2° C en hiver à 30° C en été, (SAVARY, 2003). Ainsi, l'élévation de la température des eaux modifie le taux d'oxygène dissous. En effet, la solubilité des gaz de l'eau diminue quand la température croît (RAMADE, 2005).

La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante, mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes (LEHTIHET & al, 2006).

I.3.1.2. Potentiel hydrogène

Le pH (potentiel hydrogène) est un indicateur de l'acidité ou de la basicité d'une solution, (SCHOTT, 2005).

Le pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés. Certaines eaux superficielles (lacs, rivières, plans d'eau) ont parfois un pH élevé dû à une forte production végétale (SAVARY, 2003). Dans la plupart des eaux naturelles, le pH dépend de l'équilibre calco-carbonique (DJERMAKOYE, 2005).

I.3.1.3. Conductivité électrique

La conductivité de l'eau est une mesure de sa capacité de conduire le courant électrique (DJERMAKOYE, 2005). La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (RODIER, 1996).

La conductivité est proportionnelle au degré de minéralisation (teneur globale en espèces minérales généralement ionisées) et varie en fonction de la température (SAVARY, 2003).

I.3.1.4. Matières en suspension

Particules constitutives d'une eau usée, séparée par filtration ou centrifugation et séchage à 105° C (DUCHENE, 2002).

pourcentage de rendement de la station en ce qui concerne l'abattement de la pollution organique (CPEPESC, 2007).

Le rapport DBO_5/DCO indique la biodégradabilité de l'eau. Si ce rapport est supérieur à 0.5 (rapport d'une eau usée domestique), la pollution est largement biodégradable. S'il est inférieur elle ne l'est pas [1].

I.3.1.8. Ammonium

Désigné sous le terme d'« azote ammoniacal », des formes ionisées (ion ammonium) et non ionisées (gaz ammoniac, NH_3). L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. Il constitue un maillon du cycle de l'azote. L'ammoniac est un gaz soluble dans l'eau, mais suivant les conditions du pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (SAVARY, 2003).

L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine la matière végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels ou les engrais chimiques utilisés en agriculture (DJERMAKOYE, 2005).

1.3.1.9. Nitrates

Les nitrates (NO_3^-) constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Solubles dans l'eau, ils se retrouvent naturellement en faible concentration dans les eaux souterraines et superficielles, les doses importantes ont pour origine essentielle les engrais et les rejets d'eaux usées.

Les nitrates en excès contribuent, avec d'autres éléments nutritifs (phosphates) à l'eutrophisation des eaux superficielles et donc à la dégradation de la qualité des ressources en eau de surface (SAVARY, 2003).

1.3.1.10. Nitrites

Sels de l'acide nitreux (ion NO_2^-), les nitrites se forment lorsque les conditions sont réductrices. Ce sont des molécules intermédiaires qui apparaissent dans les sédiments et les eaux lors de la dénitrification sous l'action de bactéries tel les *Pseudomonas denitrificans* par réduction de l'ion nitrate (RAMADE, 2000).

A. Organismes libres

Parmi les organismes libres présents dans l'eau, ceux qui importent sont :

Le plancton et les macro invertébrés. Les planctons, organismes vivants essentiellement en suspension dans l'eau, se composent de zooplancton et de phytoplancton.

B. Agents pathogènes

Ils comprennent : les virus, les bactéries, les parasites. Les plus courants sont liés au péril fécal.

I.4.1.2. Polluants chimiques

Ils comprennent les sels minéraux et les composés toxiques. Ce sont des polluants majeurs des cours d'eau par leur abondance et leurs effets biologiques.

A. Sels minéraux

Les plus couramment rencontrés dans la pollution des eaux sont : les nitrates, les phosphates, les sulfates, les nitrites, les carbonates etc....

Les principales sources mises en cause sont :

- Les effluents industriels et urbains ;
- Le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais ;
- La nature des terrains traversés

La conséquence la plus préoccupante de la pollution par les sels minéraux est le phénomène de l'eutrophisation (DJERMAKOYE, 2005).

B. Composés toxiques

Ils sont soit minéraux soit organiques ; en l'occurrence sulfates, nitrites, nitrates et chrome.

❖ Composés toxiques minéraux

Se rapportent essentiellement aux métaux lourds (mercure, plomb, zinc, vanadium, chrome). Les minéraux d'origine agricole (organochlorés, organophosphorés et organométalliques). Et enfin les minéraux d'origine industrielle (cyanures, sulfure, etc.) [2].

❖ Polluants organiques toxiques :

Sont principalement les pesticides et les détergents.

- Les pesticides proviennent des industries de leur fabrication; de l'utilisation des pesticides en agriculture et santé publique. En dernier, du lessivage par les eaux de pluie des terrains traités.
- Les détergents sont des composés tensioactifs synthétiques ou agents de surface dont la présence dans les eaux est due aux rejets urbains et industriels (ROVEL & al, 2005).

Les nuisances créées par l'utilisation des détergents sont multiples, nous citerons entre autre l'apparition de goût de savon, la formation de mousses qui freinent le processus d'épuration naturelle ou artificielle, concentrent les impuretés et sont susceptibles de disséminer les bactéries et les virus, et en dernier lieu, le ralentissement du transfert et de la dissolution du dioxygène dans l'eau, même en absence de mousses, par création d'un film inter facial (DJERMAKOYE, 2005).

I.4.1.3. Polluants radioactifs

Les sources de pollution sont essentiellement les installations nucléaires. L'ingestion de produits radioactifs peut entraîner un risque d'effets pathologiques radio-induits, en particulier l'apparition de tumeurs malignes ou, pour des expositions très élevés, une atteinte létale des fonctions vitales (système digestif ou nerveux, production de globules rouges). Bien que jamais observé, le risque d'effets génétiques, avec ses conséquences sur la descendance, a également été suspecté (ROVEL & al, 2005).

La difficulté sur le plan écologique de la pollution radioactive est due au fait que le seul moyen de faire disparaître la radioactivité est de laisser l'élément se désintégrer spontanément (DJERMAKOYE, 2005).

I.4.2. Conséquences de la pollution des eaux

La pollution de l'eau a des conséquences graves sur le milieu aquatique, parmi celles-ci nous citerons :

A. Une diminution de la teneur en oxygène dissous

Les matières organiques, essentielles à la vie aquatique en tant que nourriture, peuvent devenir un élément perturbateur quand leur quantité est trop importante. En effet, elles vont être dégradées par des bactéries et consommer naturellement de l'oxygène dissous des rivières, privant ainsi les organismes aquatiques.

Parmi les substances qui entraînent une importante consommation d'oxygène, notons en particulier les sous-produits rejetés par l'industrie laitière, le sang rejeté par l'industrie de la viande, les déchets contenus dans les eaux usées domestiques... Cette diminution de l'oxygène dissous peut provoquer dans certains cas des mortalités importantes de poissons [3].

B. La présence de produits toxiques

Rejetés sous différentes formes, ces substances provoquent des effets qui peuvent être de deux types :

- Effet immédiat ou à court terme, conduisant à un effet toxique brutale et donc à la mort rapide de différents organismes ;
- Effet différé ou à long terme, par accumulation au cours du temps, de substances toxiques chez certains organismes (bioaccumulation).

La plupart des produits toxiques proviennent de l'industrie chimique, de l'industrie des métaux, de l'activité agricole et des décharges de déchets domestiques ou industrielles [3].

C. Une prolifération d'algues

Bien que la présence d'algues dans les milieux aquatiques soit bénéfique pour la production d'oxygène dissous, celles-ci peuvent proliférer de manière importante et devenir extrêmement gênantes en favorisant le processus d'eutrophisation.

Les algues se nourrissent de matières minérales : phosphore sous forme de phosphate, ainsi que d'azote (ammonium, nitrates et azote gazeux), carbone (gaz carbonique) et d'autres éléments minéraux.

La présence excessive de ces éléments dans l'eau est essentiellement liée aux activités humaines, à l'agriculture et à l'industrie [3].

D. Une modification du milieu récepteur

Le milieu récepteur peut être perturbé par des apports aux effets divers :

- Augmentation de la turbidité de l'eau (lavage de matériaux de sablière ou de carrière) ;
- Modification de la salinité (eau d'exhaure des mines de sel) ;
- Augmentation de la température (eau de refroidissement des centrales nucléaires) [3].

E. Présence de bactéries ou de virus dangereux.

Les foyers domestiques, les hôpitaux, les élevages et certaines industries agro-alimentaires rejettent des germes susceptibles d'être pathogène pour la santé. Les ports et les estuaires reçoivent des eaux usées d'origine urbaine et agricole. Ces rejets contiennent un grand nombre de bactéries et de virus dont certains, d'origine fécale, sont pathogènes pour l'homme et peuvent entraîner des pathologies à l'occasion de baignades ou de consommation de coquillages. Les microorganismes suivants, pathogènes pour l'homme, peuvent être retrouvés dans les sédiments : *Salmonella*,

Escherichia coli, streptocoques fécaux, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum* de type E, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Aeromonas spp* ... Les stations d'épuration rejettent également en grande quantité des virus (hépatite A, virus responsables de gastro-entérites, entérovirus) qui se fixent majoritairement sur les particules fines [4].

F. L'eutrophisation.

Le terme d'eutrophisation (du Grec eu-trophein (bien nourrir)), (CPEPESC, 2007) désigne l'enrichissement général d'un milieu en sels nutritifs. Il recouvre l'augmentation de la ressource en nutriment, et celle, consécutive, de la production primaire, (GENINE, 2003).

L'eutrophisation se caractérise par une prolifération d'algues et de plantes supérieures aquatiques qui peut conduire à une désoxygénation des couches profondes des eaux lacustres. Elle accélère, par dépôt de matières végétales mortes dans les sédiments, le phénomène de comblement lié au vieillissement des écosystèmes lenticques, (RAMADE, 2000).

On emploie parfois le terme de dystrophisation pour souligner le caractère anthropique d'une eutrophisation, celle-ci pouvant aussi, parfois, être naturelle, (TOUCHART, 2003).

L'eutrophisation des rivières a pour origine leur sur concentration en nitrates et en phosphates (CPEPESC, 2007). On a pu constater ainsi pour les rivières deux manifestations aiguës de l'eutrophisation :

- Une prolifération d'algues planctoniques de différentes espèces dont la taille est de quelques microns et qui se déplacent de l'amont vers l'aval avec les masses d'eau. La densité des cellules algales peut en quelques jours atteindre plusieurs dizaines de milliards par m³ d'eau si les substances nutritives sont en excès par rapport à leurs besoins.
- Un envahissement du lit des petites rivières peu profondes par des végétaux fixés, composés soit d'algues filamenteuses puisant leur ressources dans l'eau (comme les espèces planctoniques), soit de plantes vasculaires capables de s'alimenter partiellement dans les sédiments où elles sont enracinées (MICHA, 1988).

Chapitre II

Matériels et Méthodes

- *Contextes géographiques et géologiques des zones d'étude*
- *Etude climatologique et hydrologique*
- *Choix des sites d'étude*
- *Echantillonnage*
- *Justification du choix des paramètres*
- *Dosages effectués*

II.1. Contextes géographique et géologique

II.1.1. Oued Kissir

II.1.1.1. Situation géographique

L'oued Kissir se situe approximativement à 14 km à l'Ouest du chef lieu de la wilaya de Jijel et à environ 6 km à l'Est de la localité d'El-Aouana.

Le bassin versant de l'oued Kissir est limité par la mer méditerranée au Nord, au Sud par le bassin versant de l'oued Djendjen, et par le petit bassin versant de l'oued Bourchaïd du côté Nord-Ouest .Il est drainé par l'oued Kissir et ses affluents, on peut citer: oued Sehot, oued Dekkara au Sud et oued Takielt du Nord-Est. Il est caractérisé par un chevelu hydrographique très dense (BOUCHEMELLA, 2006).



Figure 01. Situation géographique de l'oued de Kissir (Echelle : 1/25000).

Caractéristiques physique et hydrographique

Les Caractéristiques physique et hydrographique du bassin versant de l'oued Kissir sont déterminées en utilisant la carte topographique à l'échelle de 1/250000^{ème}, les résultats obtenus sont présentés ci-dessous :

- La surface du bassin versant est de l'ordre de 107 Km²,
- La longueur du talweg le plus long est équivalente à 19 km,
- L'altitude moyenne du bassin versant est d'environ 513 m (ENHYD, 1995).

II.1.1.2. Végétation

La végétation de la rive droite est constituée de petits arbres et d'arbustes. A proximité de l'oued, on peut observer quelques arbres de taille moyenne.

En aval de l'axe de la digue, dans les dépôts alluvionnaires on remarque des zones de terres agricoles (parcelles agricoles).

En amont la végétation de la rive gauche est assez dense. On constate la présence d'arbres de moyenne et de grande de taille et un enchevêtrement de Cyprès.

En aval, le flanc de la colline est forme d'affleurements de roches ou l'on peut observer des arbustes et des arbres isolés.

Dans la zone alluvionnaire, il existe des arbres de moyen et de grand pont (ENHYD, 1995).

II.1.1.3. Géologie locale

Notre secteur d'étude appartient au domaine de la petite Kabylie, il se localise dans la partie Nord orientale de l'Algérie.

Le bassin versant de l'oued Kissir est représenté par des formations sédimentaires constituées essentiellement de grés et d'argiles, ce sont des formations de types flysch, molasses à blocs de flysch et des phtanites (BOUCHEMELLA, 2006)

II.1.2. Oued Taza

II.1.2.1. Situation géographique

Le Parc National de Taza est situé dans la partie Nord-Est de l'Algérie, qui fait partie de la Kabylie des Babors, appartenant administrativement à la wilaya de Jijel, il est localisé à 30 Km à l'Ouest du chef lieu de la wilaya, à 60 Km à l'Est de Bejaia, et à 100 Km au Nord-Est de Sétif (BOUHALI, 2003).

Le Parc est drainé par un réseau hydrographique dense qui débouche dans la mer Méditerranée. Trois affluents sont à relever : Oued Tboula, Oued Boufessiou et Oued Boumerar d'une importance moyenne et qui convergent vers un oued principal dit Oued Taza. Celui-ci traverse le Parc dans toute sa longueur et à un débit permanent (AZIZ, 2007).

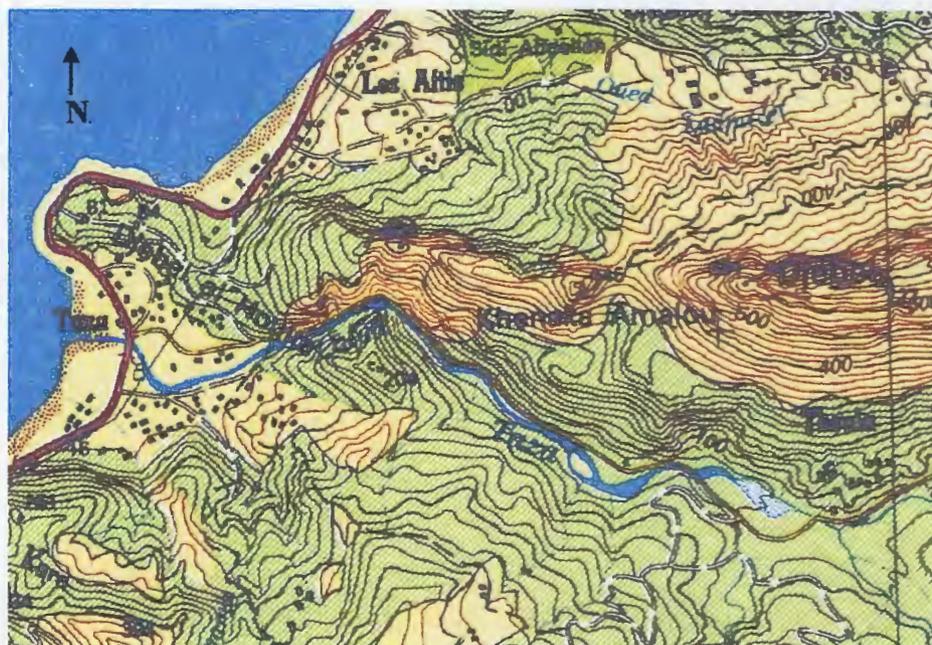


Figure 02. Situation géographique de l'oued Taza (Echelle : 1/25000).

II.1.2.2. Végétation

Dans une ambiance climatique méditerranéenne humide, notre zone d'étude bénéficie de la présence de formations végétales très denses. La principale essence naturelle dominante est le chêne zeen. Plusieurs habitats à intérêt particulier existent dans ce territoire classé tels que :

- Le groupement à chêne zeen qui est particulièrement intéressant de par sa diversité : on y trouve le laurier noble, le lierre, le merisier, la salsepareille, le chèvrefeuille...
- Les ripisylves à base de peupliers noirs situés le long de l'oued Taza ; unique station où l'on trouve cette espèce dans son aire naturelle (AZIZ, 2007).

II.1.2.3. Géologie locale

Le schéma géologique du Parc National de Taza est assez simple. Il s'individualise en un ensemble structural formé essentiellement de terrains sédimentaires provenant de dépôts du secondaire et du tertiaire qui représentent la majorité des formations géologiques de la région (BOUHALI, 2003).

L'oued de Taza fait partie de cette région et représente presque la même structure géologique. Les roches de l'oued sont constituées essentiellement de calcaires jurassiques.

II.2. Etude climatologique et hydrologique

L'eau est un fluide sans cesse en mouvement qui passe d'un réservoir à un autre par l'intermédiaire de plusieurs mécanismes:

- l'évaporation,
- la transpiration des végétaux,
- la condensation,
- les précipitations pluviales et nivales,
- le ruissellement,
- l'infiltration,
- les écoulements superficiels et souterrains (KESSASRA, 2006).

Nous allons tenter donc, d'estimer les différents flux d'eau intervenants dans le cycle de l'eau à l'échelle du bassin versant de Kissir et oued Taza afin d'établir le bilan d'eau propre à notre système hydrologique.

Ce travail consiste à analyser les séries de données des différents facteurs climatologiques pouvant intervenir dans le bilan hydrologique. L'absence de station météorologique au niveau de notre zone d'étude, nous a amené à utiliser les données disponibles au niveau de la station météorologique de l'office national de météorologie de Jijel (Aéroport).

Tableau I. Station météorologique de références (Station Jijel Aéroport 2009)

Station	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Période D'observation	Source
Jijel Aéroport	E005° 33'	N36° 48'	8	1999-2008	ONM Jijel

II.2.1. Etude climatologique et hydrologique de la région de Jijel

Jijel fait partie du littoral algérien, elle est caractérisée par un climat méditerranéen pluvieux, doux et humide en hiver, chaud et sec en été. Nous pouvons résumer les principales tendances climatiques de la région comme suit :

II.2.1.1. Température

C'est le degré qui exprime l'état atmosphérique de l'air. Du fait de leur variation, la température est un facteur qui contrôle le bilan hydrologique en permettant l'estimation de l'évapotranspiration.

Généralement les températures minimales obtenues en hiver sont de l'ordre 6.21 à 7.91°C alors que les températures maximales enregistrées durant l'été sont comprises entre 28.21 et 31.81°C (station Jijel Aéroport, 2009)

Le tableau ci- dessous représente les températures moyennes mensuelles :

Tableau II. Valeurs moyennes mensuelles des températures à la station Jijel Aéroport (1990-2008).

	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Août
Température (°C)	23.6	21	15.5	12.4	11.1	11.6	13.4	15.9	19.1	23	25.6	26.4

II.2.1.2. Pluviométrie

La région de Jijel est l'une des régions les plus arrosée d'Algérie avec une moyenne annuelle dépassant 900 mm/an (Station de Jijel Aéroport, 2009)

Tableau III. Valeurs moyennes mensuelles et annuelles des précipitations à la station Jijel Aéroport (1990-2008).

	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Août	Année
Précipitations (mm)	60.4	56.1	160	200.5	154.8	99.4	81.7	63.8	51.5	11.5	3.2	16	958.9

D'après les résultats obtenus (tableau III), nous constatons que Décembre est le mois le plus pluvieux, tandis que Juillet est le mois le plus sec.

II.2.1.3. Paramètres secondaires

- **Humidité de l'air**

Elle est généralement très élevée, avec des moyennes annuelles de l'ordre de 75% (station Jijel Aéroport, 2009).

Tableau IV. Valeurs mensuelles de l'humidité relative moyenne à la station de Jijel Aéroport (1990-2008).

	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin	Jui.	Août	Année
Humidité (%)	75	73.6	75.9	77.3	78.4	77.1	75.9	75.7	77.3	73.3	71.3	70.5	75.1

• Vents

Selon les données obtenues auprès de la station météorologique de l'Aéroport de Jijel, les vents dominants sur la région sont de secteur :

- WNW à N en hiver.
- NNE jusqu'à SE au printemps.
- SE jusqu'à WNW en été et en automne.

II.2.1.4. Diagramme ombrothermique

La combinaison des températures et des précipitations, est intéressante dans la mesure où elle permet de déterminer les mois véritablement secs, qui correspondent aux mois où le total des précipitations est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle, soit $P \text{ (mm)} \leq 2 T \text{ } ^\circ\text{C}$ (Anonyme, cité administrative, 1992).

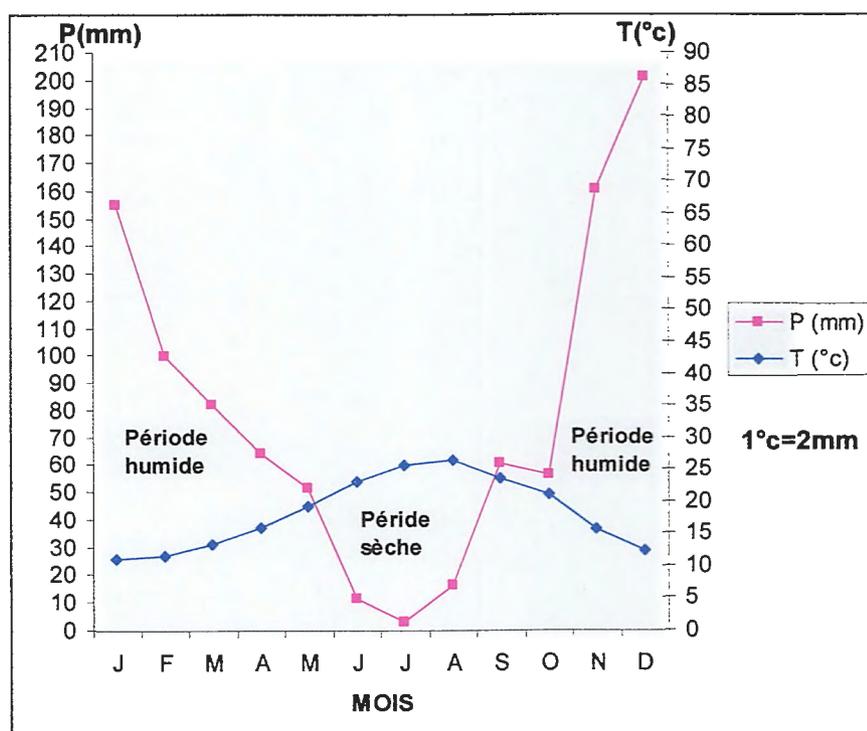


Figure 03. Diagramme Ombrothermique de la station de l'Aéroport de Jijel (1999-2008).

Comme le montre le diagramme ombrothermique (figure.03), les mois les plus secs qui se succèdent de la fin Mai au début Septembre. La saison humide commence en Septembre avec les premières pluies et s'étale jusqu'à la fin Mai.

II.2.1.5. Bilan hydrologique

A. Calcul de l'évapotranspiration potentielle

L'évapotranspiration potentielle (E.T.P) correspond à l'évapotranspiration d'une surface qui serait suffisamment approvisionnée en eau pour évaporer la quantité d'eau maximale permise par les conditions climatiques.

Equation de Thornthwaite :

La formule utilisée pour le calcul de E.T.P selon Thornthwaite est la suivante :

$$ETP = 16 (10 T / I)^a \text{ si } 0 \leq T < 26.5^\circ\text{C}$$

ETP : Evapotranspiration potentielle mensuelle (mm),

T: Température moyenne mensuelle ($^\circ\text{C}$),

I: Somme des indices thermiques i :

$$I = \sum i \quad \text{où} \quad i = (T / 5)^{1.514}$$

a: Exposant climatique :

$$a = 675.10^{-9} \cdot I^3 - 771.10^{-7} \cdot I^2 + 1792.10^{-5} \cdot I + 0.49239 \quad / \quad a = 1.92$$

K: Coefficient d'ajustement, facteur correctif mensuel en fonction de la durée et de l'altitude

Tableau V. Évapotranspiration potentielle moyennes mensuelles et annuelles calculées par la méthode de Thornthwaite à la station de Jijel Aéroport (1990-2008).

mois paramètres	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Totale
T ($^\circ\text{C}$)	23.6	21	15.5	12.4	11.1	11.6	13.4	15.9	19.1	23	25.6	26.4	
I	10.47	8.78	5.54	3.95	3.34	3.57	4.44	5.76	7.6	10.07	11.85	12.41	87.78
ETP (mm)	106.85	85.4	47.66	31.05	25.1	27.32	36.04	50.05	71.18	101.69	124.91	132.5	839.31
K	1.03	0.97	0.86	0.84	0.87	0.85	1.03	1.1	1.21	1.22	1.24	1.16	
ETP _{corrigé}	110	82.83	40.98	26.04	21.83	23.2	37.08	55	86.03	123.95	154.87	153.7	

B. Calcul de l'évapotranspiration réelle (ETR)

Méthode de calcul du bilan d'eau selon Thornthwaite, la classe la plus répandue est celle de sols peu évolués d'apport alluvial modaux et hydro morphes la raison pour laquelle nous fixons la réserve facilement utile RFU à 100 mm

On suppose que $ETR = ETP$ tant que les réserves d'eau du sol ne sont pas épuisées, et que $ETR = P$ (précipitations) lorsque les réserves d'eau sont épuisées.

Tableau VI. Evapotranspiration réelle par la méthode du bilan de Thornthwaite à la station de Jijel Aéroport (1990-2008).

mois paramètres	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
P (mm)	60.4	56.1	160	200.5	154.8	99.4	81.7	63.8	51.5	11.5	3.2	16	958.9
ETP (mm)	110	82.8	40.9	26.	21.8	23.2	37	55	86	123.9	154.8	153.7	91.1
P-ETP (mm)	-49.6	-26.7	119.1	174.5	133	76.2	44.7	8.8	-34.5	-112.4	-151.6	-137.7	-
ETR (mm)	60.4	56.1	40.9	26	21.8	23.2	37	55	86	77	3.2	16	437.1
RFU (mm)	0	0	100	100	100	100	100	100	65.5	0	0	0	-
Infiltration (mm)	0	0	19.1	74.5	33	76.2	44.7	8.8	0	0	0	0	256.3
Déficit agricole (mm)	49.6	26.7	0	0	0	0	0	0	0	46.9	151.6	137.7	-

P : précipitations ; RFU : Réserve facilement utile ; ETR : évapotranspiration réelle

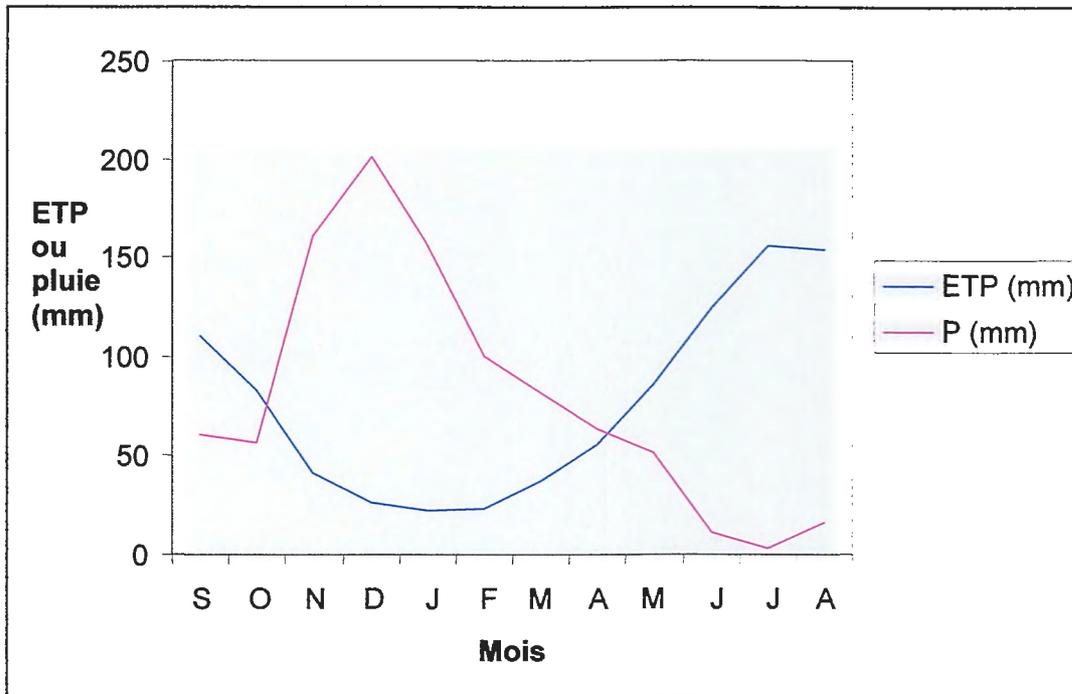


Figure 04. Evolution annuelle du bilan hydrique selon Thornthwaite dans la station de Jijel Aéroport.

Les hauteurs des précipitations atteignent leur maximum pendant la période hivernale qui s'étale de Décembre à Février. Elle sont de l'ordre de 200.5 mm pour le mois de Décembre. La valeur minimale de l'ETP qui est de l'ordre de 21.8 mm est enregistrée pendant le mois de Janvier. Cependant, elle atteint son maximum le mois de Juillet avec 154.87 mm d'eau évaporée et les précipitations diminuent considérablement à environ 3.2 mm.

Les écoulements superficiels (ou ruissellement) deviennent importants à partir du mois de novembre.

II.3. Choix des sites d'étude :

Le choix des sites d'étude était basé sur la comparaison de la qualité physico-chimique de deux oueds. L'un des oueds (oued Kissir) est soumis à une forte pression anthropique, qui a en pour effet une modification totale de sa structure et son fonctionnement hydrologique et écologique.

Le deuxième oued (oued Taza) reste relativement à l'abri de cette anthropisation. Nous pouvons donc l'assimiler à un milieu naturel dont la structure et le fonctionnement hydrologique et écologique sont relativement intacts.

Enfin, les deux oueds véhiculent tous les rejets terrigènes qui se trouvent sur leur passage pour les déverser dans le proche littoral.



Premier site : oued Kissir

Il subit une forte pression anthropique suite à la construction du barrage.

Trois stations représentatives de l'oued et accessibles ont été retenues:

Station 1 : amont de l'oued (la sortie du tunnel), symbolisée par (K₁)

Station 2 : intermédiaire (sous le pont routier), symbolisée par (K₂)

Station 3 : interface (l'aval de l'oued), symbolisée par (K₃).

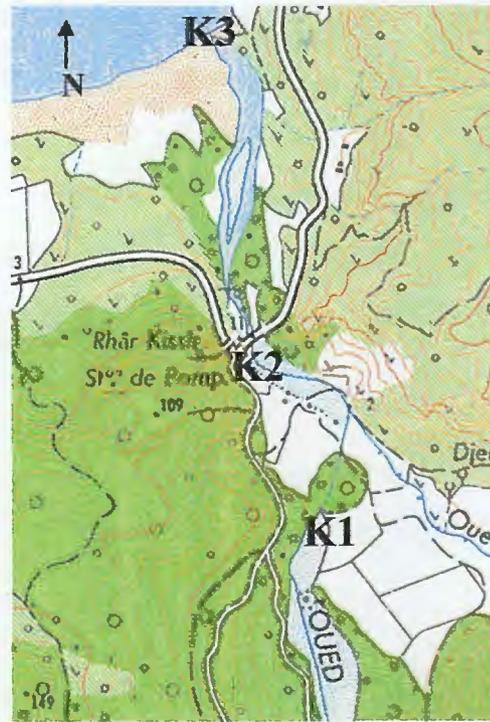


Figure 05. Localisation des stations de l'oued Kissir (Echelle : 1/25000).

Deuxième site : oued Taza

Ce site est relativement à l'abri de l'anthropisation où du moins subit une pression relativement faible.

Trois stations représentatives de l'oued de Taza ont été retenues :

Station 1 : l'amont de l'oued, symbolisée par (T₁).

Station 2 : intermédiaire (sous le pont routier), symbolisée par (T₂).

Station 3 : interface, à l'aval de l'oued où confluent les eaux douces et marines, symbolisée par (T₃).

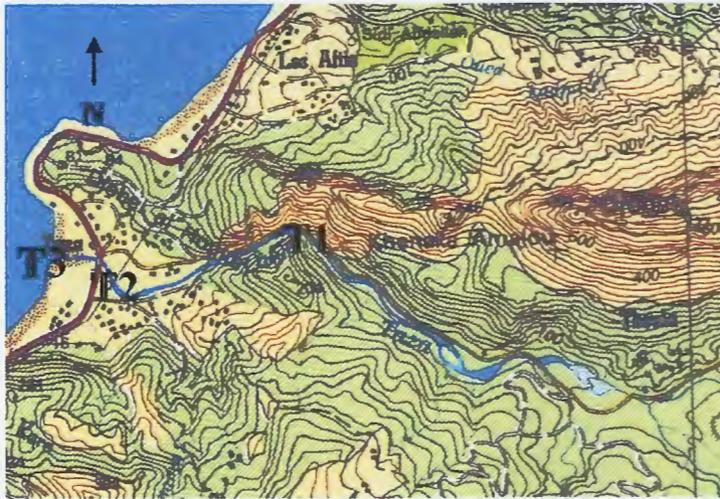


Figure 06. Localisation des stations de l'oued Taza (Echelle : 1/25000).

II.4. Echantillonnage

Les échantillons d'eau de l'oued de Taza et l'oued de Kissir ont été prélevés chaque semaine. Dix huit campagnes d'échantillonnage, s'étalant du mois de Janvier jusqu'à la mi-mai 2009.

La stratégie d'échantillonnage que nous avons adopté, consistait à prendre 2 échantillons d'eau (2 répétitions) pour chaque station sélectionnée, en vue de donner un résultat moyen plus représentatif.

II.5. Justification du choix des paramètres

L'appréciation de la qualité des eaux de surfaces se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques. Les teneurs élevées en sels nutritifs surtout les phosphates et les nitrates avec une température élevée peuvent causer le phénomène d'eutrophisation qui conduit à une pollution aigue du milieu. Nous avons donc sélectionnées quelques descripteurs qui mettent en relief le phénomène d'eutrophisation. Ces paramètres sont essentiellement : la fraction azotée (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) et le phosphore en plus de la température, conductivité et pH.

II.6. Dosages effectués

Les analyses physico-chimiques ont porté sur sept paramètres indiqués dans le tableau VII. Les paramètres mesurés immédiatement sur le terrain sont : la température, la conductivité électrique, le pH et l'ammonium.

Les dosages effectués au laboratoires concerne les sels nutritifs : nitrites, nitrates et phosphates.

Tableau VII. Les différentes méthodes d'analyses physico-chimiques utilisées.

Paramètres	Unités	Méthodes d'analyse	Appareillage
Température (T)	°C	Lecture directe	Thermomètre
conductivité électrique	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	Lecture directe	Conductimètre
pH	/	Mesure directe	pH-mètre
Phosphates (PO_4^{3-})	mg.l^{-1}	Les ions phosphate réagissent avec le molybdate d'ammonium, pour former un complexe que l'on réduit par l'acide ascorbique. Cette forme réduite, de coloration bleue, à un maximum d'absorption à 885nm	Spectrophotomètre (uv)
Ammonium (NH_4^+)	mg.l^{-1}	Dans un premier temps, l'ammoniaque forme une monochloramine avec l'hypochlorite en milieu légèrement basique. Cette dernière réagit avec le phénol en présence d'un excès d'hypochlorite pour former le bleu d'indophénol absorbant à 630nm. La réaction est accélérée par le nitroprussiate	Spectrophotomètre (uv)
Nitrites (NO_2^-)	mg.l^{-1}	Les ions nitrites forment un diazoïque avec la sulfanilamide en milieu acide, puis le diazoïque réagit avec le N-naphtyl-éthylènediamine pour former une coloration rose, cette dernière est lue à la longueur d'onde de 543nm	Spectrophotomètre (uv)
Nitrates (NO_3^-)	mg.l^{-1}	En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune cette coloration est lue à la longueur d'onde de 415nm	Spectrophotomètre (uv)

Chapitre III

Résultats et interprétations

- *Dispersion spatio-temporels des éléments physico-chimique de l'eau des différentes stations choisies dans l'oued Kissir et l'oued Taza.*



III.1. Dispersions spatio-temporels des éléments physico-chimiques des diverses stations de l'oued Kissir.

La mesure ainsi que les dosages des différents descripteurs chimiques nous ont permis d'obtenir les résultats suivants :

a. Potentiel hydrogène (pH).

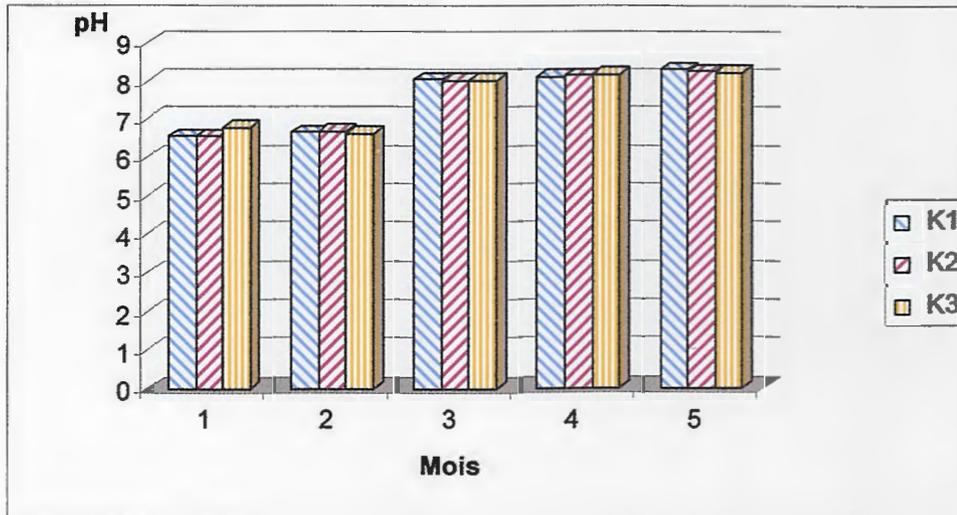


Figure 07. Valeurs moyennes du pH pour les différentes stations de l'oued Kissir.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5=(1au15) Mai.

De manière générale, les valeurs moyennes du pH varient entre 6.54 et 8.25 durant toute la période d'observation.

Durant la période hivernale, les valeurs moyennes de pH semblent être relativement basses et assez stables variant ainsi entre 6.5 et 6.76. Cependant, pour les campagnes printanières le pH semble être nettement basique et varie entre 8 et 8.25.

En définitif, nous pouvons dire que les valeurs moyennes du pH enregistrées dans toutes les stations sont relativement constantes et reflètent un pH normal d'eau superficielle respectant la norme $6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$ (RODIER, 2005).



b. Les températures

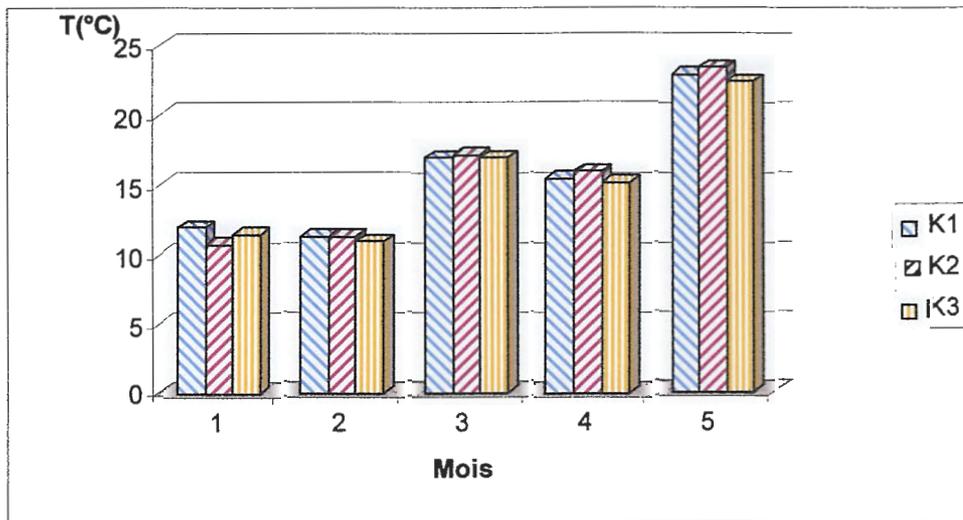


Figure 08. Valeurs moyennes des températures pour les différentes stations de l’oued Kissir.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5=(1au15) Mai.

Les valeurs moyennes de températures semblent être saisonnières et varient entre 10.75 et 23.5°C.

c. Conductivité électrique (CE).

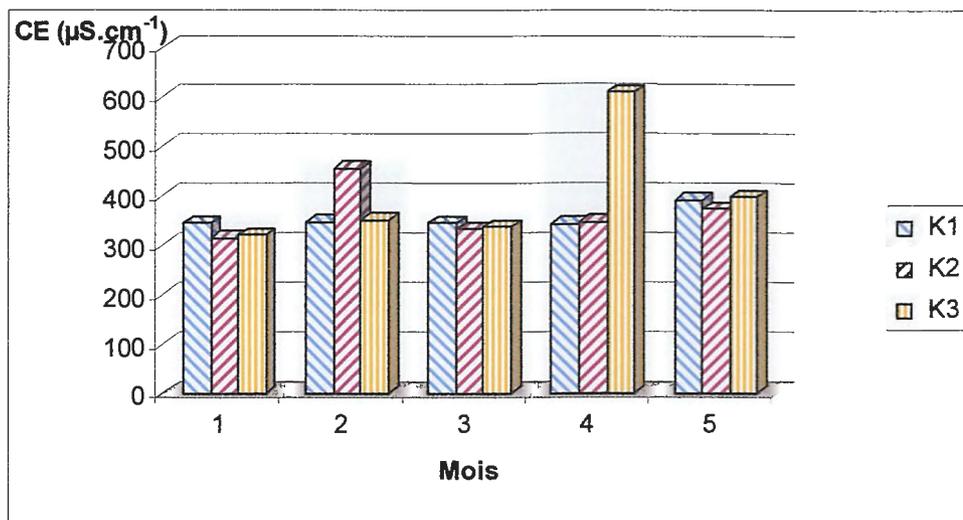


Figure 09. Valeurs moyennes des CE pour les différentes stations de l'oued Kissir.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5= (1-15) Mai.

Globalement, les valeurs moyennes de conductivités varient $313.44\mu\text{S.cm}^{-1}$ pour la deuxième station de l'oued Kissir à $609\mu\text{S.cm}^{-1}$ pour la station 3.

Nous pouvons avancer que ces valeurs mettent respectivement en évidence une minéralisation moyenne à moyenne accentuée (RODIER, 2005). Ces eaux donc, sont relativement riches en sels dissous principalement, la station K3 qui montre un pic au cours du mois d'Avril traduisant un apport d'eau (précipitations enregistrées 183.8mm) qui a eu pour effet l'enrichissement du milieu en éléments biogènes.

Enfin, la conductivité des eaux de toutes les stations semble indiquer un état normal des eaux superficielles et est bien en dessous de la norme ($2000\mu\text{S.cm}^{-1}$) (RODIER, 2005).

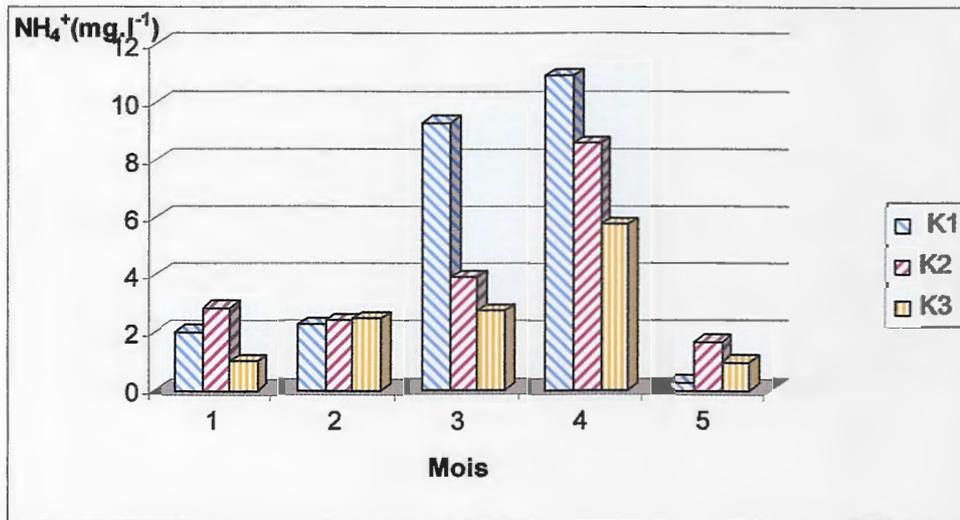
d. Azote ammoniacal (NH_4^+).

Figure 10. Concentrations moyennes de l'Azote ammoniacal des différentes stations de l'oued Kissir.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5=(1au15) Mai.

Les teneurs en NH_4^+ varient de manière notable (0.27mg.l^{-1} à 10.92mg.l^{-1}). Selon les données, toutes les stations sont classées comme mauvaises à très mauvaises et sont soumises, carrément, à une pollution excessive. Les valeurs moyennes en NH_4^+ pour la plupart des stations dépassent largement la valeur norme de 2mg.l^{-1} (ABH, 2002).

Ces taux élevés en NH_4^+ traduisent une mauvaise ou une dégradation incomplète de la matière organique morte (RAMADE, 1998 ; RODIER, 2005). Cette inhibition de la dégradation de la matière organique fermentescible peut être dû à l'anoxie du compartiment aqueux, ce qui expliquerait les conditions réductrices du milieu prouvées par un taux élevé en NO_2^- , observé ultérieurement (cf. Fig. 11).

Les taux élevés en NH_4^+ dans toutes les stations, et les conditions d'asphyxie du milieu limnique indiquent une probable dystrophisation de l'oued Kissir.

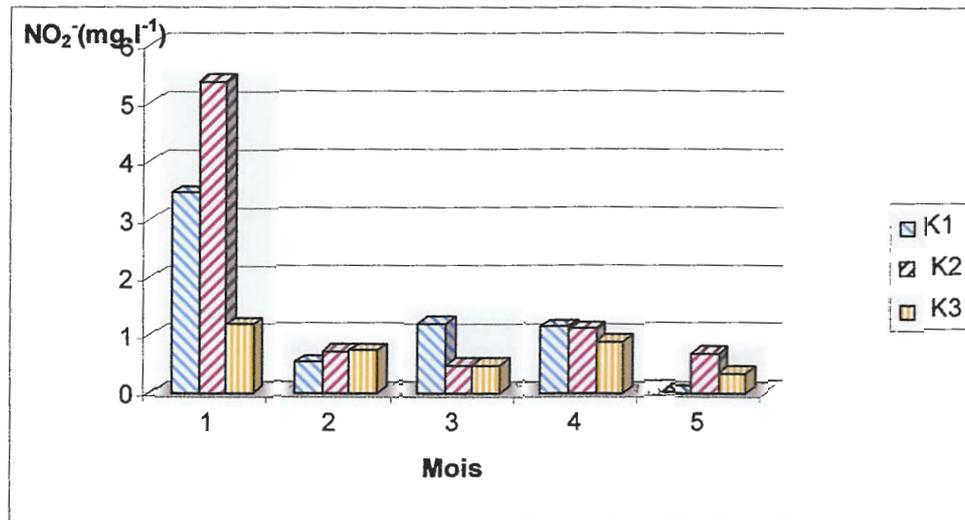
e. Nitrites (NO_2^-).

Figure 11. Concentrations moyennes des nitrites pour les différentes stations de l'oued Kissir.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5= (1au15) Mai.

Les valeurs moyennes des NO_2^- varient de manière significative (0.34 à 5.37mg.l⁻¹). Cependant, la plupart des stations présentent des valeurs supérieures à 0.3mg.l⁻¹ ce qui nous permet de classer ces eaux passables à très mauvaises ou médiocres (Agence de L'eau Loire-Bretagne, 1996 ; ABH, 2002). Ces conditions réductrices mettent en évidence une pollution excessive de ces stations, principalement la station 2 (K2) et la station 1 (K1). Cette situation traduit une dénitrification sous l'action de bactérie *pseudomonas denitrificans* par réduction de l'ion nitrate, ce qui explique les taux faibles en NO_3^- durant le mois de Janvier (cf. Fig. 12), cette situation réductrice exprime aussi un déficit en oxygène dissous, qui est une des conséquences d'eutrophisation du milieu (RAMADE, 1998).

Enfin, ces eaux sont considérées comme suspectes car elles dépassent la limite 0.1mg.l⁻¹, dans toutes les stations, ce qui traduit une éventuelle détérioration de la qualité microbiologique des stations (RODIER, 2005).

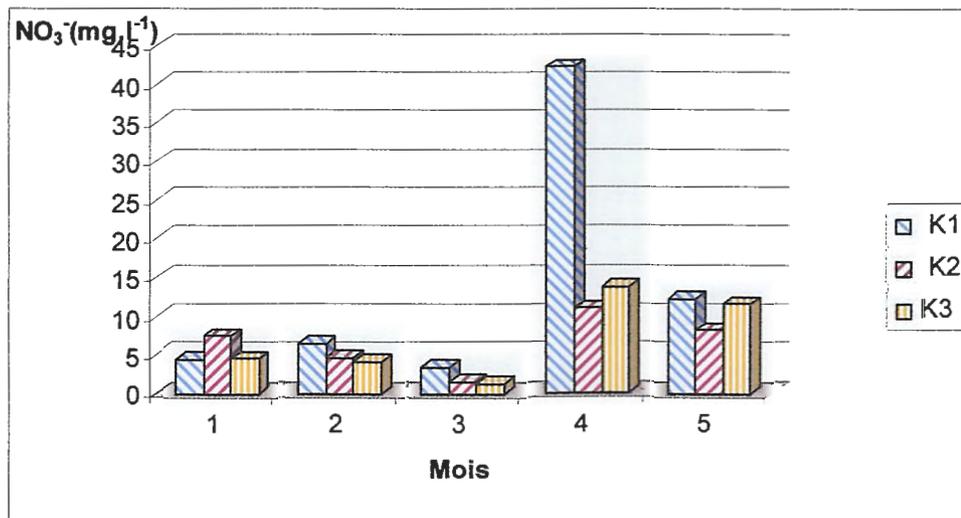
f. Nitrates (NO_3^-).

Figure 12. Concentrations moyennes des nitrates pour les différentes stations de l'oued Kissir.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5= (1-15) Mai.

Nous observons une fluctuation importante des teneurs en NO_3^- (1.30 mg.l^{-1} à 42.30 mg.l^{-1}). Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées durant le mois d'Avril, suite à un apport d'eau qui a eu pour effet une meilleure oxygénation du cours d'eau.

Néanmoins, ces valeurs restent en dessous de la valeur admise par l'OMS (50 mg.l^{-1}). Ces eaux sont généralement de bonne qualité par rapport à ce paramètre (ABH, 2002).



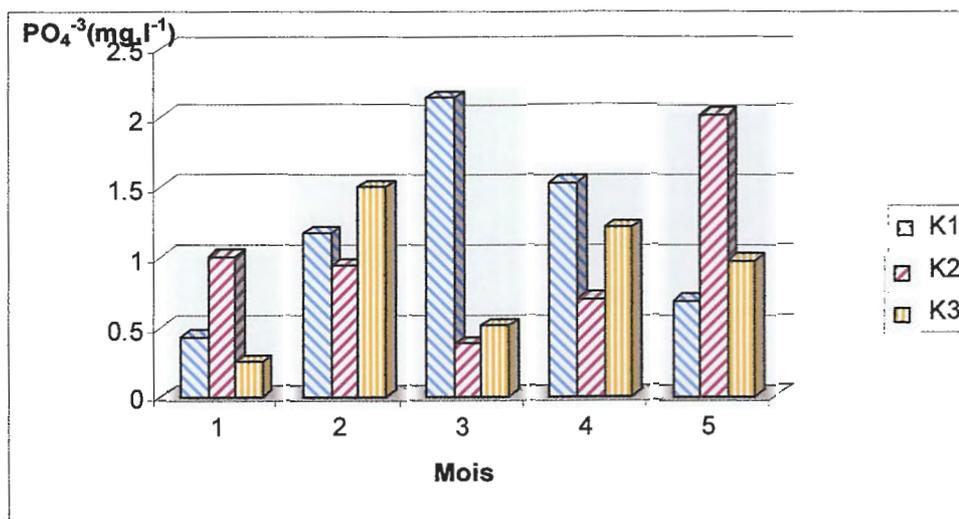
g. Les phosphates (PO_4^{-3}).

Figure 13. Concentrations moyennes des phosphates pour les différentes stations de l'oued Kissir.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5= (1-15) Mai.

Les teneurs en PO_4^{-3} fluctuent également de façon relativement importante. Les taux enregistrés varient de 0.25mg.l^{-1} à 2.15mg.l^{-1} . Dans la majorité des cas son taux est supérieur à 0.5mg.l^{-1} , ce qui traduit un indice de pollution (RODIER, 2005). La classe de qualité physico-chimique des eaux est passable à médiocre (K3) ou présentant carrément une pollution excessive (K1 et K2).

Enfin, nous pouvons dire que les stations de l'oued Kissir sont relativement chargées en PO_4^{-3} et certaines stations dépassent la limite de 2mg.l^{-1} , cas de K1 et K2.

Les valeurs en PO_4^{-3} viennent à leur tour appuyer l'hypothèse d'une éventuelle dystrophisation des eaux de l'oued Kissir, suite aux travaux de construction du barrage.

III.2. Dispersions spatio-temporels des éléments physico-chimiques des diverses stations de l'oued Taza.

a. Potentiel hydrogène (pH).

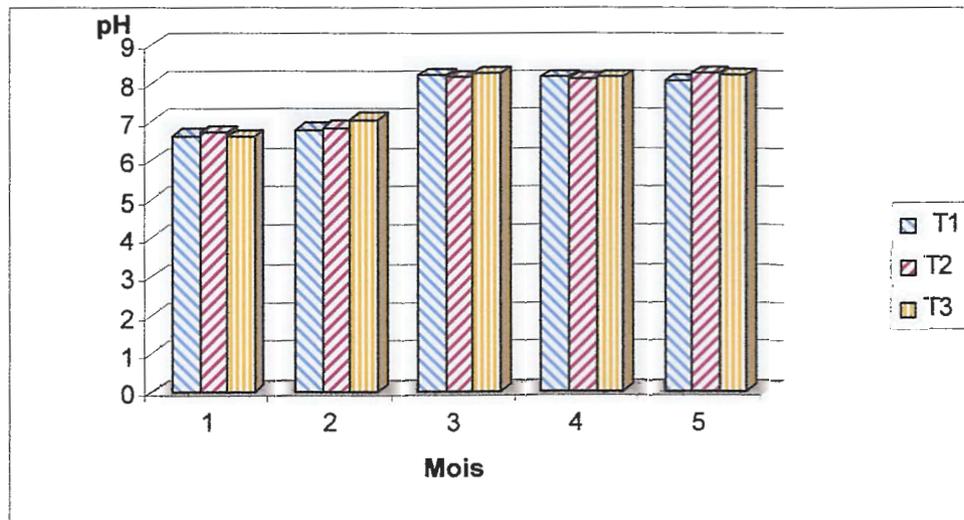


Figure 14. Valeurs moyennes de pH pour les différentes stations de l'oued Taza.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5=(1au15) Mai.

De manière générale, les valeurs moyennes du pH restent dans les normes (de 6.5 à 8.5) et reflètent celles des eaux naturelles superficielles.

b. Température.

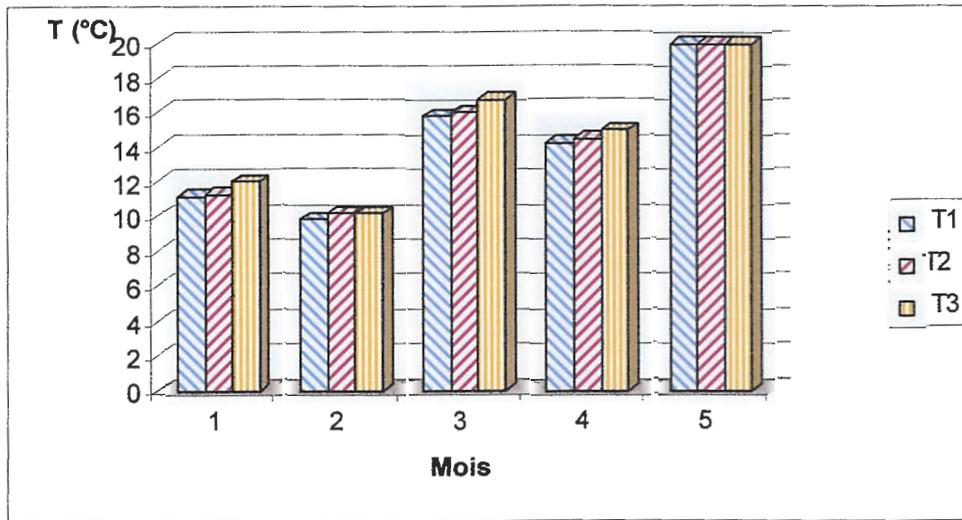


Figure 15. Valeurs moyennes de températures pour les différentes stations de l’oued Taza.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5= (1au15) Mai.

Globalement, les températures enregistrées sont saisonnières et varient entre 9°.83C (pour février) et 20°C (pour les campagnes de Mai).

c. Conductivité électrique (CE).

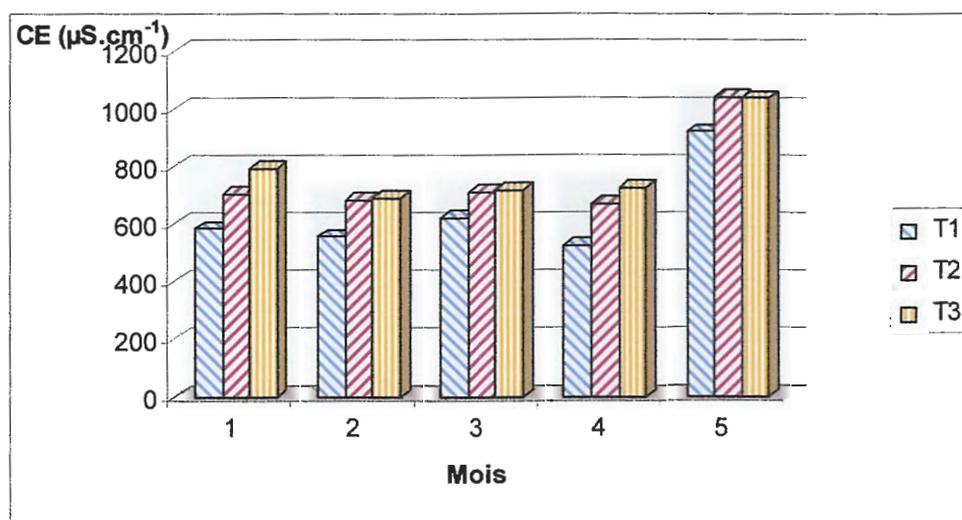


Figure 16. Valeurs moyennes de CE pour les différentes stations de l'oued Taza.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5=(1au15) Mai.

Les conductivités moyennes enregistrées, dans les différentes stations de l'oued Taza, varient entre $523.26\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ et $1040.67\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, ceci montre une minéralisation moyenne accentuée à une minéralisation élevée (RODIER, 2005).

Dans les conditions naturelles, la conductivité d'une eau naturelle est généralement de $1000\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (RODIER, 2005). Cependant, nous observons une élévation de la valeur de la conductivité pour les deux dernières stations de l'oued Taza ($T2=1040.46\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ et $T3=1036.76\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Malgré cet excès noté, il ne présente aucune anomalie vue que le seuil de $2000\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ n'est pas atteint (RODIER, 2005).

d. Azote ammoniacal (NH_4^+).

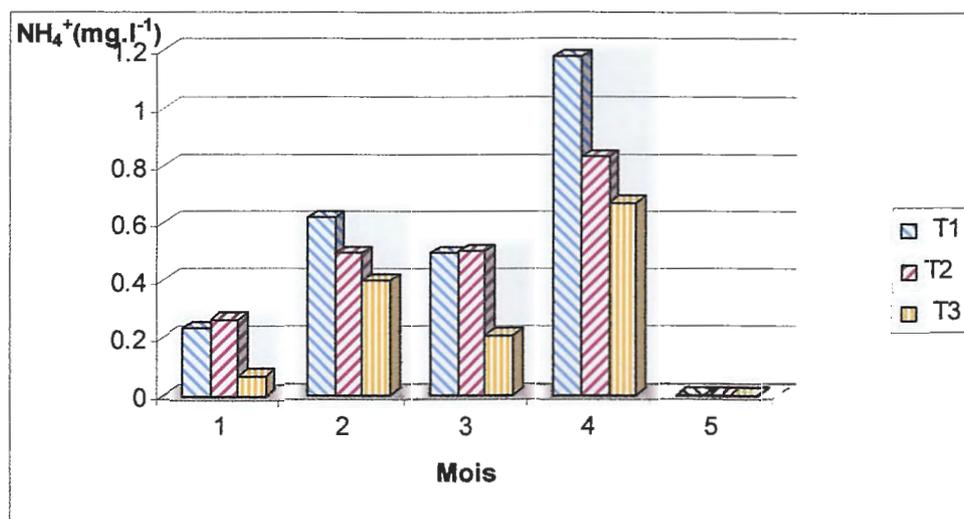


Figure 17. Concentrations moyennes de l'Azote ammoniacal pour les différentes stations de l'oued Taza.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5= (1au15) Mai.

Les taux en azote ammoniacal fluctuent de 0 à 1.17 mg.l⁻¹. Ces taux semblent dans les normes (<2mg.l⁻¹). La qualité de l'eau est donc bonne à moyenne (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 1996).

Les valeurs relativement élevées au mois d'Avril peuvent traduire une dégradation active de la matière organique par le micro-organismes induites par un apport d'eau enrichissant le milieu en oxygène, et une température ambiante adéquate (15.21°C) qui favorise le développement des micro-organismes (RODIER, 2005).

Donc, la situation des stations par rapport à ce paramètre paraît normale.

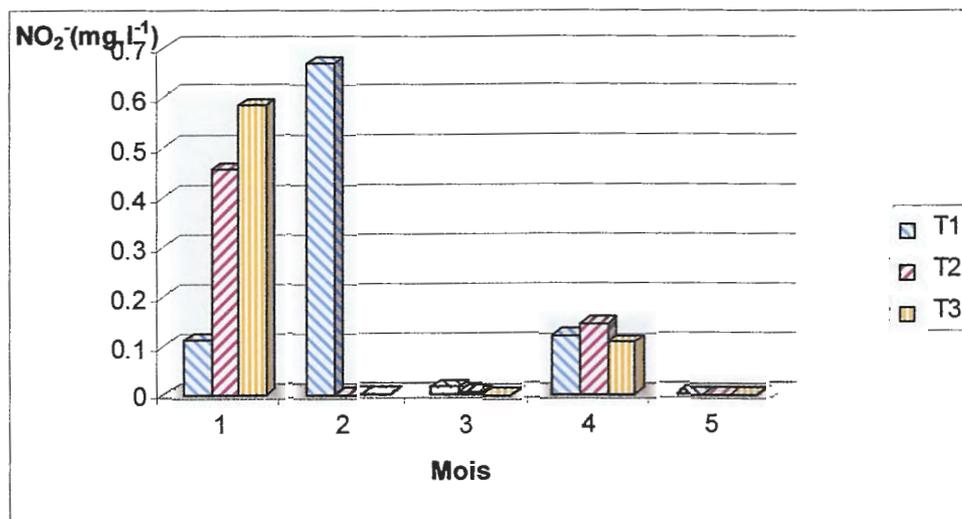
e. Nitrites (NO_2^-).

Figure 18. Concentrations moyennes des nitrites pour les différentes stations de l'oued Taza.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5= (1au15) Mai.

Les taux des NO_2^- sont faibles et varient généralement entre 0 et 0.67mg.l^{-1} . Ils sont bien en dessous de la norme dans la plupart des cas. Les eaux des différentes stations ont une qualité bonne à moyenne (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 1996).

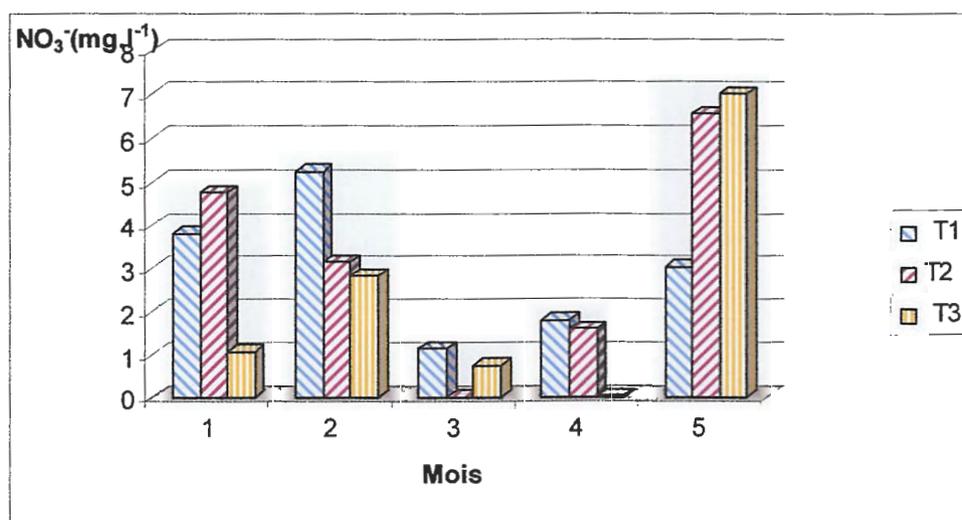
f. Nitrates (NO_3^-).

Figure 19. Concentrations moyennes des nitrates pour les différentes stations de l'oued Taza.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5=(1au15) Mai.

Les teneurs moyennes en NO_3^- oscillent entre 0 et 7mg.l^{-1} . Ils restent bien inférieurs à la norme de 5mg.l^{-1} . Les eaux donc présentent une bonne qualité (ABH, 2002).

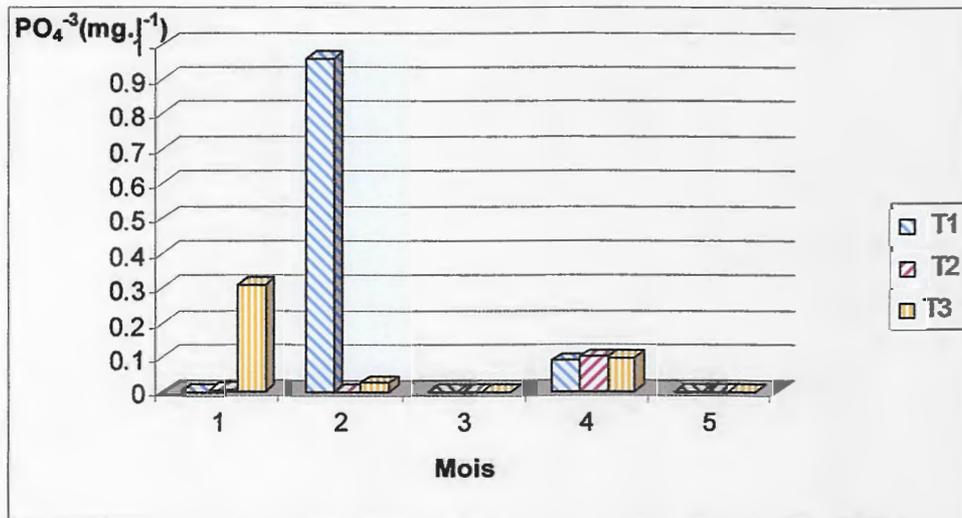
g. Les phosphates (PO_4^{-3}).

Figure 20. Concentrations moyennes des phosphates pour les différentes stations de l'oued Taza.

1=Janvier ; 2=Février ; 3=Mars ; 4=Avril ; 5= (1au15) Mai.

Les taux en PO_4^{-3} sont pratiquement inférieurs à 0.5mg.l^{-1} dans toutes les stations et en toute saison ce qui ne nous laisse soupçonner aucune situation anormale. Cependant, il faut noter le pic de 0.96mg.l^{-1} enregistré dans la station 1 (T1) durant le mois de Février. L'explication probable de cette hausse relative peut être attribuée à une simple dégradation de la matière organique, à la nature des terrains traversés ou tout simplement à un rejet ponctuel de détergents par la population riveraine de l'oued.

Dans tous les cas de figure, la situation de l'oued Taza semble normale et ses eaux ont une qualité excellente à bonne (ABH, 2002).

conclusion générale

L'intervention de l'homme sur le milieu naturel a dans la majorité des cas, des retombées négatives et parfois même catastrophiques sur l'environnement et la totalité des écosystèmes principalement aquatiques.

Le milieu aquatique est plus particulièrement sensible à toute pollution en raison de sa nature liquide qui permet la dissolution d'un grand nombre de polluants, les rendant ainsi facilement assimilables par les organismes vivants. La conséquence immédiate est leur accumulation dans les différents niveaux trophiques pouvant engendrer des mortalités massives d'êtres vivants dont la décomposition aura pour incidence l'enrichissement du milieu en éléments nutritifs. Ces derniers vont permettre une prolifération algale démesurée qui aura vite fait de faire diminuer le taux d'oxygène dissous dans le compartiment aqueux. Causant ainsi la mort des organismes aquatiques dont la dégradation est inhibée sur un déficit en oxygène. Cette pollution organique aiguë et ces conditions d'anoxie du milieu aqueux sont la conséquence directe du phénomène d'eutrophisation ou plus précisément de dystrophisation car il est induit par l'anthropisation.

L'oued Kissir et l'oued Taza font partie du réseau hydrographique de la région Ouest de la wilaya de Jijel. Ils présentent deux exemples concrets de l'effet de l'anthropisation sur le milieu limnique.

L'oued Kissir appelé encore oued de grands ouvrages est sujet à une pression anthropique colossale et voit toute sa structure et son fonctionnement écologique modifiés de manière irréversibles. Ces perturbations ont laissées des empreintes significatives sur les composantes biotique et abiotique de cet écosystème dont la qualité physico-chimique de l'eau.

L'oued Taza relativement à l'abri de ces atteintes graves semble en bonne santé malgré une population riveraine plus ou moins dense.

Notre objectif principal était donc de comparer la qualité physico-chimique de l'eau d'un écosystème complètement anthropisé et un deuxième qui semble en bon état et conserve toujours son homéostasie.

Les résultats des dosages réalisés montre que l'eau de l'oued kissir présente une qualité très mauvaise à médiocre par rapport au taux des NO_2^- et des situations d'asphyxie des eaux sont relevées avec une détérioration de la qualité microbiologique de l'eau. Les teneurs en NH_4^+ viennent conforter l'hypothèse d'une pollution excessive de l'oued principalement organique qui est une des conséquences du phénomène d'eutrophisation. Les taux de PO_4^{3-} viennent à leur tour appuyer la dystrophisation probable de l'oued.

Malgré, son faciès lotique l'oued Kissir n'arrive pas à retrouver son équilibre naturel et s'auto-épuré car la quantité de rejets anthropiques de nature diverse dépassant la capacité auto-épuratrice de l'oued, le flux de matière et d'énergie se trouve ainsi bouleversé.

En outre, les conditions réductrices qui règnent inhibent l'activité des micro-organismes et favorisent ainsi l'accumulation de matières organiques mortes et fermentescibles consommatrices d'oxygène. Ces conditions d'anoxie élimine toute vie aquatique et causera la mort de l'oued. Nous rajouterons aussi que les dégâts occasionnés à l'oued Kissir vont s'étendrent au proche littoral qui reçoit tous les rejets anthropiques véhiculés par l'oued.

Cependant, l'oued Taza, semble en bonne santé malgré la présence parfois de quelques excès (cas du taux de PO_4^{-3} dans la station 1 (T_1)). Ces petites anomalies sont facilement rétablit grâce au bon fonctionnement de l'oued. Son faciès lotique lui confère un hydrodynamisme capable de rétablir son équilibre naturel malgré les quelques perturbations que pourraient occasionner la population riveraine.

En définitif, nous pouvons dire que cette première approche nous a permis d'apprécier la qualité physico-chimique de deux milieux limniques.

Le milieu anthropisé (oued Kissir) est gravement perturbé et présente des symptômes de dystrophisation marqués (taux en NH_4^+ et en PO_4^{-3} élevés avec des conditions d'anoxie du milieu présentés par des teneurs élevés en NO_2^-). Les conséquences de cette eutrophisation induite seront graves pour le proche littoral à court où à long terme.

Un milieu naturel relativement à l'abri d'une pression anthropique prononcé (cas de l'oued Taza) peut se défondre et conserver son équilibre naturel tant que sa structure et son fonctionnement écologique ne sont pas perturbés de façon significative.

Bibliographie

1. **ABH, 2002.** (Agence du bassin hydrogéographique constantinois-seyousse-mellegue).
2. **AFNOR, 2002.** Service de l'eau et d'assainissement. Evaluer la qualité. Afnor Ed ; 15-900-3 p
3. **Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2002.** Normes de qualité de l'eau, d'après la brochure « La qualité des rivières dans votre département, Loir et cher » ; 20p.
4. **ANONYME, 1992.** (Cité administrative). Etude sur les potentialités hydrauliques des zones montagneuses dans la wilaya de Jijel. Rapport2. Bureau national d'étude du développement.
5. **AZIZ, 2007.** Parc de Taza. Publié par Benifoughal.
6. **BOUCHEMELA W. & BOULKHIOUT F.Z., 2006.** Contribution à l'étude hydrogéologique et géochimique du barrage de Kissir. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en géologie. Université de Jijel ; 96p.
7. **BOUHALI, 2003.** Cartographie numérique du parc national de Taza (w de Jijel). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en écologie. USTHB-Alger ; 120p.
8. **CHAUVEAU L., 2005.** Petit atlas des risques écologiques (petite encyclopédie). France ; 128p.
9. **COLLIN J., 2004.** Les eaux souterraines-connaissances et gestion. Hermann BRGM Ed ; 170p.
10. **COSANDYE C., 2003.** Les eaux courantes : géologie et environnement. Belin Ed. Paris ; 240p.
11. **CPEPSC, 2007.** (Commission de Protection des Eaux, de Patrimoine, de l'Environnement, du Sous sol et des Chiroptères) ; 1p.
12. **DUCHENE T. & VANIER C., 2002.** Réflexion sur les paramètres de qualité exigée pour les rejets de stations d'épuration. Ingénieries N 28 Ed ; 60p.
13. **DUTRIUX S., ONCLINX F., SQUILBIN M. & THRION A., 2005.** Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface : Cadre général. Publications ; IGBN (Institut Bruxellois pour la gestion de l'eau).
14. **ENHYD, 1995.** Avant projet détaillé du barrage de Kissir, rapport de synthèse ; 71p.
15. **FFEM, 2006.** (Secrétariat du fond Français pour l'environnement mondial). Rapport de présentation : appui au développement du commissariat national du littoral Algérien ; 73p.
16. **GAUJOUS D., 1995.** La pollution des aquatiques. Aide mémoire. Lavoisier Tec et Doc Ed. Paris ; 200p.

17. **GENINE B. & CHAUVINE C., 2003.** Cours d'eau, pollution, méthodes IGBN et indices biologiques. 2^{ème} édition. Educagri éditions. Dijon ; 221p.
18. **GUILLAU J.F & ROMANA L.A., 1990.** La mer et les rejets urbains. Bendor Ed ; 242p.
19. **HABIB R. & RHAZI O., 2007.** Impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées. Projet de fin d'étude de licence SV. Université de Cadi Ayyad Marrakech.
20. **IFEN, 1999.** (Institut Français de l'Environnement). Les données de l'environnement n 48. Publication.
21. **KAÏD TLILLANE N., 2005.** Espace, Emploi et environnement : cas de l'Algérie. Communication ; 17p.
22. **KESSASRA F., 2006.** Etude hydrologique sous l'aspect de la modélisation mathématique en vue d'une gestion rationnelle des écoulements souterrains de la vallée de Soummam. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de magistère en sciences de la terre. Université de Houari Boumedienne ; 166p.
23. **KHALED-KHODJA S., 2006.** Flux anthropique du continent au proche littoral d'Annaba, devenir et incidence sur le proche littoral. Rapport, université de Jijel.
24. **LAMBERT R., 1995.** Géographie du cycle de l'eau. Presses universitaires Ed. Mirail ; 439p.
25. **LEHTIHET N. & ABDELAZIZ S., 2006.** Qualité physico-chimique des eaux de l'oued El Kantra (casino) et celles de la plage de Bordj Blida. Mémoire d'ingénieur d'état en écologie. Université de Jijel ; 99p.
26. **MERZOUKI M., 2007.** Eaux : qualité et santé. Mémoire de DESA. Université de Mohamed ben Abdellah. Fes.
27. **MICHA J.C. & PILETTE S., 1988.** L'impact de l'homme sur l'écosystème Meuse. Presses universitaires de Namur Ed ; 140p.
28. **MOUSSA MOUMOUNI DJERMAKOYE H., 2005.** Eaux résiduelles des tanneries et des teintureries : caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Diplôme d'ETAT. Université de Bamako ; 119p.
29. **ONEMA, 2009.** (Office national de l'eau et des milieux aquatiques). Eau France le portail de l'eau. Publication.
30. **ONTARIO, 2003.** Savoir gérer les eaux de ruissellement, une introduction aux principes de gestion des eaux pluviales. Publication ; 14p.
31. **ONU, 2002.** (Organisation des Nations Unies). L'avenir de l'environnement mondial GEO-3, programme des nations unies pour l'environnement collectif. De Boeck université Ed ; 480p.

32. **PERRAUD R. & BLIFERT C., 2003.** Chimie de l'environnement : air, eau, sols, déchets. De Boeck Ed ; 496p.
33. **RAMADE F., 1998.** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Edisciences Ed. Paris ; 786p.
34. **RAMADE F., 2000.** Dictionnaire encyclopédique des polluants : les polluants de l'environnement à l'homme. Edisciences international Ed. Paris ; 690p.
35. **RAMADE F., 2005.** Eléments d'écologie : écologie appliquées 6^{ème} édition. Dunod Ed. Paris ; 864p.
36. **REFALO P., 2007.** Grands problèmes sanitaires et sociaux. E/ Servier, Masson Ed. Paris ; 193p.
37. **ROCHE M.F., 1986.** Dictionnaire Français d'hydrologie de surface. Masson Ed. Paris ; 288p.
38. **RODIER J., 2005.** L'analyse de l'eau : eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème} édition. Dunod Ed. Paris ; 1381p.
39. **ROVEL J.M., MOUCHET P. & ANDRIAMIRADO L., 2005.** Mémento technique de l'eau, tome1 (deuxième édition). Degremont Ed ; 785p.
40. **RYDING S.O. & RAST, 1994.** Le contrôle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs. Masson Ed. Paris ; 294p.
41. **SAVARY P., 2003.** Guide des analyses de la qualité de l'eau. Techni-cité Ed ; 283p.
42. **SCHOTT O.B. & DONNE B., 2005.** Les miscellanées de Mr Schott. Allia Ed ; 158p
43. **SMITH O.B. & MOUSTIER P., 2004.** Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone : enjeux, concepts et méthodes. Quae Ed. Canada ; 176p.
44. **STELMAN J.M., 2000.** Encyclopédie de sécurité et de santé au travail. Volume II. International labour organization Ed ; 55.30p.
45. **TOUCHART L., 2003.** Hydrologie : mers, fleuves et lacs. Armand Colin/ VUEF Ed; 190p.

Sites Internet :

1. [http:// Sebos 3/ over-blog.com](http://Sebos3/over-blog.com).
2. [http:// indexmedicus. Afro. Who](http://indexmedicus.Afro.Who).
3. [http:// wwz.ifremer.fr](http://wwz.ifremer.fr).
4. [http:// www.eau-rhin-meuse.fr/patrimoine/pollu/pol02.htm](http://www.eau-rhin-meuse.fr/patrimoine/pollu/pol02.htm).

Annexe

**Annexe I. Grille de qualité globale de l'eau (agence de bassin hydrographique
constantinois-seybousse —mellegue 2002).**

Classe de qualité des paramètres	Unité	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Pollution excessive
NH₄⁺	mg.l⁻¹	<0.1	0.1 à 0.5	0.5 à 2	2 à 8	>8
PO₄⁻³	mg.l⁻¹	<0.2	0.2 à 0.5	0.5 à 1	1 à 2	>2
NO₃⁻	mg.l⁻¹	<5	5 à 25	25 à 50	50 à 80	>80
NO₂⁻	mg.l⁻¹	<0.1	0.1 à 0.3	0.3 à 1	1 à 2	>2

Annexe II. Grille multi usage d'appréciation globale de la qualité des eaux

(D'après Agence de l'eau).

Classe de qualité des paramètres	Unité	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre
Conductivité à 20°C.	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	400	400 à 750	750 à 1500	1500 à 3000
Température	(°C)	<20	20 à 22	22 à 25	25 à 30
pH	/	6.5 à 8.5	6.5 à 8.5	6 à 9	5.5 à 9.5

Annexe III. Normes de qualité de l'eau .D'après la brochure «La qualité des rivières dans votre département, Loir et Cher». Agence de l'eau Loire-Bretagne. Octobre 1996.

Paramètres	Unités	Très bonne	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
NH_4^+	mg.l^{-1}	-	0.1	0.5	2	8
NO_2^-	mg.l^{-1}	-	0.1	0.3	1	2
NO_3^-	mg.l^{-1}	-	-	-	50	100

Annexe IV. Les résultats des analyses physico-chimiques de la station K1.

Descripteur compagnes	T (°c)	Cond. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	pH	NH_4^+ (mg.l^{-1})	NO_2^- (mg.l^{-1})	NO_3^- (mg.l^{-1})	PO_4^{3-} (mg.l^{-1})
06-01-2009	13.5	415.4	7.47	1.00	9.70	4.62	0.19
14-01-2009	11.5	367.31	6.09	2.68	3.53	4.51	1.12
19-01-2009	11	298.92	6.32	3.13	0.45	1.39	0.21
25-01-2009	12	295.16	6.31	1.20	0.21	7.23	0.20
01-02-2009	10	295.48	6.13	5.82	1.51	13.52	3.04
15-02-2009	12	326.31	6.35	0.20	0	4.51	0
22-02-2009	12	414.32	7.45	0.72	0.08	1.42	0.47
01-03-2009	14	373.23	8.14	0.49	0	1.82	0
08-03-2009	13	386.76	7.66	0.63	0.25	8.25	0
15-03-2009	18	289.66	8.08	15.91	2094	0	5.21
22-03-2009	20	312.48	8.12	16.15	1.87	2.32	1.99
29-03-2009	20	357.12	8.20	13.35	1.02	4.35	3.58
05-04-2009	20	382.78	8.23	31.92	2.49	1.14	0.87
12-04-2009	13	369.6	7.97	10.49	2.00	7.23	5.16
19-04-2009	16	313.6	8.43	0.67	0.05	157.19	0
27-04-2009	13	303.6	7.88	0.63	0.07	3.67	0.15
05-05-2009	22	395.85	8.27	0.07	0	8.50	0.70
10-05-2009	24	385.93	8.33	0.48	0	15.76	0.69

Annexe V. Les résultats des analyses physico-chimiques de la station K2.

Descripteur compagnes	T (°c)	Cond. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	pH	NH_4^+ (mg.l^{-1})	NO_2^- (mg.l^{-1})	NO_3^- (mg.l^{-1})	PO_4^{3-} (mg.l^{-1})
06-01-2009	12.5	433.71	7.39	0	0.24	1.16	0
14-01-2009	11.5	205.98	6.30	4.41	17.56	15.65	3.09
19-01-2009	10	310.12	6.29	4.13	1.47	8.42	0.50
25-01-2009	09	303.95	6.24	2.75	2.21	4.44	0.43
01-02-2009	10	295.48	6.12	4.51	0.31	8.93	2.19
15-02-2009	12	649.92	6.28	0.35	0	0.61	0
22-02-2009	12	421.09	7.65	2.26	0.56	4.48	0.63
01-03-2009	14	377.09	8.15	0.98	0	0.98	0
08-03-2009	13	319.44	7.33	0.39	0.14	2.94	0
15-03-2009	18	299	8.15	0.75	0.73	0	0.48
22-03-2009	20	314.71	8.17	7.37	0.43	0	0.42
29-03-2009	21	346.93	8.23	10.01	1.95	3.79	1.02
05-04-2009	20	385.02	8.20	20.98	0.49	0	1.04
12-04-2009	13	372.24	7.95	12.66	3.79	11.13	1.62
19-04-2009	16	324.62	8.48	0.34	0.10	30.56	0.05
27-04-2009	15	301.44	7.96	0.30	0.08	2.45	0.10
05-05-2009	22	383.05	8.20	0.68	0.78	7.76	2.01
10-05-2009	25	363	8.31	2.66	0.61	8.57	2.04

Annexe VI. Les résultats des analyses physico-chimiques de la station de K3

Descripteur compagnes	T (°c)	Cond. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	pH	NH_4^+ (mg.l^{-1})	NO_2^- (mg.l^{-1})	NO_3^- (mg.l^{-1})	PO_4^{3-} (mg.l^{-1})
06-01-2009	13	462	8.18	0	0.50	1.30	0.20
14-01-2009	11.5	202.21	6.34	2.45	2.43	2.45	0.35
19-01-2009	11.5	306.46	6.27	0.20	0.80	5.05	0.17
25-01-2009	10	307.72	6.25	1.20	1.03	9.61	0.29
01-02-2009	09	303.96	6.09	2.45	0	6.78	1.48
15-02-2009	12	329.02	6.27	0.41	0	0	0
22-02-2009	12	419.74	7.54	4.52	2.21	5.57	3.02
01-03-2009	14	377.09	8.17	0.60	0	0	0
08-03-2009	13	326.04	7.70	0.58	0.17	1.31	0
15-03-2009	18	299	8.02	0	0.47	0	0.28
22-03-2009	20	318.06	8.10	3.06	0.43	0.16	0.81
29-03-2009	20	360.46	8.13	7.14	1.40	5.07	1.47
05-04-2009	17	410.22	8.28	9.13	0.73	1.10	2.43
12-04-2009	13	381.48	7.95	11.22	2.65	15.77	2.14
19-04-2009	16	327.07	8.41	0.94	0.14	38.17	0
27-04-2009	15	1317.54	8.03	1.75	0.10	0	0.30
05-05-2009	22	400.12	8.22	0.39	0.36	7.65	0.95
10-05-2009	23	391.5	8.21	1.54	0.33	15.48	1.01

Annexe VII. Les résultats des analyses physico-chimiques de la station T1.

Descripteur compagnes	T (°c)	Cond. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	pH	NH_4^+ (mg.l^{-1})	NO_2^- (mg.l^{-1})	NO_3^- (mg.l^{-1})	PO_4^{3-} (mg.l^{-1})
06-01-2009	13.5	815.92	7.77	0.56	0	0	0
14-01-2009	11	368	6.08	0	0.44	12.60	0
19-01-2009	10	574.12	6.34	0.37	0	0	0
25-01-2009	10	568.4	6.27	0	0	2.71	0
01-02-2009	08	432.32	6.12	0.54	0	6.78	0.19
15-02-2009	11.5	557.03	6.45	0.20	0	3.29	0
22-02-2009	10	675.44	7.76	1.11	2.01	5.65	2.69
01-03-2009	12	797.50	8.27	0.33	0	0	0
08-03-2009	12	586.28	8.10	0.45	0	0	0
15-03-2009	18	565.31	8.16	0	0	4.05	0
22-03-2009	18	585.16	8.20	0.78	0	0.33	0
29-03-2009	19	568.21	8.25	0.91	0.07	1.30	0
05-04-2009	16	514.5	8.36	2.21	0	0	0
12-04-2009	13	543.84	8.06	1.05	0.48	0	0.36
19-04-2009	14	536.67	8.51	1.44	0	0.99	0
27-04-2009	14	498.06	7.63	0	0	6.20	0
05-05-2009	20	920.70	8.05	0	0	2.75	0
10-05-2009	20	922.93	8.05	0	0	3.32	0

Annexe VIII. Les résultats des analyses physico-chimiques de la station T2.

Descripteur compagnes	T (°c)	Cond. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	pH	NH_4^+ (mg.l^{-1})	NO_2^- (mg.l^{-1})	NO_3^- (mg.l^{-1})	PO_4^{3-} (mg.l^{-1})
06-01-2009	12.5	973.58	8.10	0.32	0	0	0
14-01-2009	11.5	361.72	6.20	0.28	0.19	13.11	0
19-01-2009	11	736.22	6.23	0.45	0	1.37	0.03
25-01-2009	10	741.52	6.25	0	1.64	4.51	0
01-02-2009	09	532.84	6.38	0.93	0	3.14	0
15-02-2009	11.5	698.34	6.41	0.05	0	1.37	0
22-02-2009	10	821.10	7.72	0.50	0	4.97	0
01-03-2009	12	977.58	8.24	0.15	0	0	0
08-03-2009	13	673.2	8.09	0.14	0	0	0
15-03-2009	16	757.05	8.01	0.32	0	0	0
22-03-2009	19	577.34	8.15	0.76	0	0	0
29-03-2009	20	563.58	8.27	1.13	0.02	0	0
05-04-2009	16	628.42	8.30	1.83	0	0	0
12-04-2009	12	653.98	7.96	1.50	0.58	0	0.41
19-04-2009	16	714.17	8.43	0	0	5.89	0
27-04-2009	14	676.96	7.66	0	0	0.45	0
05-05-2009	20	1032.3	8.24	0	0	4.16	0
10-05-2009	20	1049.04	8.27	0	0	8.94	0

Annexe IX. Les résultats des analyses physico-chimiques de la station de T3.

Descripteur compagnes	T (°c)	Cond. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	pH	NH_4^+ (mg.l^{-1})	NO_2^- (mg.l^{-1})	NO_3^- (mg.l^{-1})	PO_4^{3-} (mg.l^{-1})
06-01-2009	13	993.92	7.90	0.01	0.63	0	0
14-01-2009	12	673.21	6.02	0.01	1.36	0	1.25
19-01-2009	12	744.8	6.34	0.26	0	0	0
25-01-2009	11	756.4	6.17	0	0.35	4.22	0
01-02-2009	10	542.52	6.42	1.01	0	2.66	0.08
15-02-2009	11.5	687.37	6.40	0.01	0	3.67	0
22-02-2009	10	838.23	8.27	0.17	0	2.19	0
01-03-2009	15	890.50	8.16	0.13	0	0	0
08-03-2009	14	658.94	8.07	0.09	0	3.40	0
15-03-2009	16	759.5	8.25	0	0	0	0
22-03-2009	19	585.33	8.40	0.26	0	0.13	00
29-03-2009	20	689.68	8.32	0.55	0	0.19	0
05-04-2009	17	618.33	8.36	1.19	0	0	0
12-04-2009	13	630.96	7.94	1.49	0.43	0.07	0.39
19-04-2009	16	726.42	8.49	0	0	0	0
27-04-2009	14	922.77	7.81	0	0	0	0
05-05-2009	20	1035.64	8.19	0	0	5.40	0
10-05-2009	20	1037.88	8.22	0	0	8.63	0

Annexe XII. Les moyennes de précipitations du mois de Janvier jusqu'à le mi Mai 2009.

Mois	Janvier 2009	Février 2009	Mars 2009	Avril 2009	(1-15) Mai
Précipitations moyennes	207,9 mm	85,9 mm	78,2 mm	183,8 mm	13,7 mm

(Station météorologique d'Achouat, Taher, 2009).

Annexe XIII. Les moyennes de températures du mois de Janvier jusqu'à le mi Mai 2009.

Mois	Janvier 2009	Février 2009	Mars 2009	Avril 2009	(1-15) Mai
températures moyennes	11.9°C	11.6°C	13.2°C	15.2°C	19.1°C

(Station météorologique d'Achouat, Taher, 2009).



Annexe IX. Les résultats des analyses physico-chimiques de la station de T3.

Descripteur compagnes	T (°c)	Cond. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	pH	NH_4^+ (mg.l^{-1})	NO_2^- (mg.l^{-1})	NO_3^- (mg.l^{-1})	PO_4^{3-} (mg.l^{-1})
06-01-2009	13	993.92	7.90	0.01	0.63	0	0
14-01-2009	12	673.21	6.02	0.01	1.36	0	1.25
19-01-2009	12	744.8	6.34	0.26	0	0	0
25-01-2009	11	756.4	6.17	0	0.35	4.22	0
01-02-2009	10	542.52	6.42	1.01	0	2.66	0.08
15-02-2009	11.5	687.37	6.40	0.01	0	3.67	0
22-02-2009	10	838.23	8.27	0.17	0	2.19	0
01-03-2009	15	890.50	8.16	0.13	0	0	0
08-03-2009	14	658.94	8.07	0.09	0	3.40	0
15-03-2009	16	759.5	8.25	0	0	0	0
22-03-2009	19	585.33	8.40	0.26	0	0.13	00
29-03-2009	20	689.68	8.32	0.55	0	0.19	0
05-04-2009	17	618.33	8.36	1.19	0	0	0
12-04-2009	13	630.96	7.94	1.49	0.43	0.07	0.39
19-04-2009	16	726.42	8.49	0	0	0	0
27-04-2009	14	922.77	7.81	0	0	0	0
05-05-2009	20	1035.64	8.19	0	0	5.40	0
10-05-2009	20	1037.88	8.22	0	0	8.63	0

Annexe X. Les résultats moyens des analyses physico-chimiques des différentes stations de l'oued Kissir.

Descripteur	T (°C)			pH			CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)			NH_4^+ (mg.l^{-1})			NO_2^- (mg.l^{-1})			NO_3^- (mg.l^{-1})			PO_4^{3-} (mg.l^{-1})		
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃
Janvier	12	10.75	11.5	6.54	6.55	6.76	344.19	313.44	319.59	2.00	2.82	1.01	3.47	5.37	1.19	4.43	7.41	4.6	0.43	1.00	0.25
Février	11.33	11.33	11	6.64	6.68	6.63	345.37	455.49	350.9	2.24	2.37	2.46	0.53	0.73	0.73	6.48	4.67	4.11	1.17	0.94	1.5
Mars	17	17.2	17	8.04	8	8.02	343.85	331.43	336.13	9.30	3.9	2.72	1.21	0.49	0.49	3.34	1.54	1.3	2.15	0.38	0.51
Avril	15.5	16	15.25	8.12	8.14	8.16	342.39	345.83	609.07	10.92	8.57	5.76	1.15	1.11	0.9	42.3	11.03	13.76	1.54	0.7	1.21
(1-15) Mai	23	23.5	22.5	8.3	8.25	8.21	390.89	373.02	395.81	0.27	1.67	0.96	0	0.69	0.34	12.13	8.16	11.56	0.69	2.02	0.98

Annexe XI. Les résultats moyens des analyses physico-chimiques des différentes stations de l'oued de Taza.

Descripteur	T (°C)			pH			CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)			NH_4^+ (mg.l^{-1})			NO_2^- (mg.l^{-1})			NO_3^- (mg.l^{-1})			PO_4^{3-} (mg.l^{-1})		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
Janvier	11.12	11.25	12	6.61	6.69	6.6	581.61	703.26	792.08	0.23	0.26	0.07	0.11	0.45	0.58	3.82	4.74	1.05	0	0.0075	0.31
Février	9.83	10.16	10.16	6.77	6.83	7.03	554.93	684.09	689.37	0.61	0.49	0.39	0.67	0	0	5.24	3.16	2.84	0.96	0	0.02
Mars	15.8	16	16.8	8.19	8.15	8.24	620.49	709.75	716.79	0.49	0.5	0.20	0.01	0.004	0	1.13	0	0.74	0	0	0
Avril	14.25	14.5	15	8.14	8.08	8.15	523.26	668.38	724.62	1.17	0.83	0.67	0.12	0.14	0.10	1.79	1.58	0.01	0.09	0.1	0.09
(1-15) Mai	20	20	20	8.05	8.25	8.20	921.81	1040.67	1036.76	0	0	0	0	0	0	3.03	6.55	7.01	0	0	0



Résumé :

A fin d'évaluer la similitude physico-chimique des eaux de l'oued Kissir et celle de l'oued Taza qui débouchent dans le littoral. Une comparaison entre les deux oueds a été possible, à partir des données obtenues

Nous avons prélevé des échantillons d'eau hebdomadaires durant cinq mois (de Janvier à Mai 2009). Les résultats obtenus nous ont permis d'avancer ce qui suit :

- L'oued Kissir souffre d'une dégradation importante de la qualité de ses eaux suite à une pression anthropique importante issue de la construction du barrage. Il présente aussi un danger potentiel pour le littoral vu la quantité et la qualité des rejets qu'il déverse dans le proche littoral.
- L'oued Taza, par contre, semble être à l'abri de perturbation malgré une population riveraine assez dense. Ses eaux sont de bonne qualité grâce à son faciès lotique qui confère une capacité auto épuratrice efficace.
- **Mots clé :** Rejets urbains, eutrophisation, pollution du littoral.

Abstract:

In order to evaluate the physical and chemical characteristics of waters of Kissir river and those of Taza river which flow in the coast.

From the data obtained, the comparison between the rivers was possible. We collected water samples weekly for five months (from January to May 2009) the results show us that:

- The Kissir river suffers from a big deterioration in the quality of its waters because of the dam construction. Besides it presents a potential danger to the coast because of the quantity and quality of discharges and the senage that flow in the areas near the coast.
- On the contrary, Taza river seems that is not in danger of pollution, despite the density of the population in this areas. Its of discharge that gives the water a renovation and an effective capacity of a self-purifying.
- **Keywords:** urban discharges, eutrophisation, pollution of the coast.

المخلص :

بهدف تقييم الخصائص الفيزيوكيماوية لمياه كل من وادي كيسيير و تازة اللذان يصبان في الساحل، و انطلاقا من البيانات المحصل عليها كانت المقارنة بين مياه الوادين ممكنة.

قمنا بجمع عينات المياه اسبوعيا لمدة خمسة اشهر (جانفي الى ماي 2009) و النتائج المحصل عليها اظهرت لنا مايلي:
- وادي كيسيير يعاني تدهورا كبيرا في نوعية مياهه ناتج عن اشغال بناء سد كيسيير، و يمثل أيضا خطرا محتملا على الساحل نظرا لكمية و نوعية الصرف التي تصب في المناطق القريبة من الساحل.
- على العكس، وادي تازة يبدو في مأمن من أخطار التلوث رغم الكثافة السكانية المعتبرة بالمنطقة. مياهه جيدة نظرا لتجددها بفعل سرعة الصرف الذي يعطيها القدرة لتنقية الذات بشكل فعال.

الكلمات المفتاحية: النفايات العمرانية، غناء المياه بالأملاح، تلوث الساحل.