

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE DE BLIDA 1



**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE DES POPULATIONS ET ORGANISMES**

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme Master

Option : Biodiversité et Développement Durable

THEME

**Estimation économique des services écosystémiques: cas de la
purification de l'eau du bassin versant de l'oued Chiffa**

(Parc National de Chréa)

Soutenu par: Mlle Boutelba Imène

Devant le jury :

- Mme. AMEDJKOUH. H	MAA USDB	Présidente
- M. GRANDI. M	MAA USDB	Examinateur
- Mme. OUADAH. N	MAA USDB	Promotrice

le jeudi: 10/09/2015

Dédicaces

A la mémoire de pépé, mémé et ma Khalti.

A mes chers parents pour tout le tracas occasionné mais aussi pour leur soucis de ma réussite.

A mon cher Père pour m'avoir tant aidée lors de mes pérégrinations.

A ma famille Ben Kheira particulièrement à mes kalis et à mes kalis sans oublier tous mes cousins et cousines.

A ma famille Boutelba.

A mes adorables amies : Kahina, Hasna, Hafida, Karima et Siham. Pour m'avoir tant aidée mais surtout supporté mes humeurs.

A tous mes professeurs du département de Biologie des Populations et des Organismes, de la Faculté de la nature et de vie, ainsi qu'à ma promotion.

A mes collègues de la Conservation des Forêts de la Wilaya d'Alger tout particulièrement à mon Conservateur Mr. BAAZIZ N et mon Chef de Service Mr. AMRANI

Boutelba Imène

Remerciement

Tout d'abord, ma grande gratitude va vers mon promoteur Mme. Ouadah Nadia que je remercie vivement pour tous ses conseils judicieux ainsi que son professionnalisme. Qu'elle trouve ici le témoignage de mon profond respect.

En outre mes remerciements vont à la Présidente madame Amedjkouh ainsi qu'à l'examineur M. Grandi pour avoir eu l'amabilité de bien vouloir juger ce travail.

Je tiens à remercier également :

Mr Dehal le Directeur du Parc de Chréa ainsi qu'à Mr Cherati, Mr Ferrouki et Mr Chtiyet. Un immense merci pour leur dévouement et leur gentillesse.

Mr. Aichaoui, Directeur du Ministère des Ressources en Eaux de Kouba pour son accueil et sa générosité sincère.

Mr. Raissi, Directeur de l'ANRH de Soumàa de Blida, pour toute son aide et sa gentillesse.

Mr le directeur de la Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Blida, ainsi que Madame Dhina, Rahma et zahra, pour leur coopération sincère et leur délicatesse.

Mme Bougara de l'Algérienne des eaux de Bab Sabte de Blida, pour sa cordialité.

Mr. Yahiaoui, Directeur de la station de traitement de Chiffa pour son dévouement sincère et toute son aide.

Mme Sabiha de l'ANBT de Kouba, pour toute sa gentillesse.

Mr. Sofiane Belkas, chimiste au niveau de la station monobloque de Sidi Aissa de Blida. Un grand merci à lui, pour toute son aide et sa gentillesse.

Mr Allouche, Directeur de SEAAL de Boudouaou pour sa sincère collaboration et à Sofiane, le chimiste. je le remercie pour professionnalisme.

Mr Ouardi et Mr Ghoumari, tous deux Chefs de service au niveau de la Direction de l'Hydraulique de la Radieuse (El Harrach), je les remercie du fond du cœur. Sans oublier, Madame Touati et Khadidja.

Professeur Hamrioui, responsable du service de parasitologie du CHU de Beni Messous pour toute son aide et sa gentillesse.

Professeur Yarghi responsable du laboratoire de Biochimie du CHU de Mustapha d'Alger pour sa collaboration.

Professeur Bachtarzi responsable du laboratoire de microbiologie du CHU de Mustapha d'Alger pour sa collaboration.

Un spécial remerciement à mon oncle Abdelkader ainsi qu'à son épouse Nadia, et pardon pour tout le tracassé occasionné.

Enfin, je ne saurais oublier tous mes amis pour leur précieuse aide et soutien : Kahina, Karima, Hafida, Hasna et Siham, sans oublier Mr Amrani pour m'avoir toujours poussée à aller de l'avant.

Je remercie mes très chers parents ;

Sommaire

Introduction générale.....	1
Première partie : Synthèse bibliographique.....	3
partie A :Généralités.....	3
Introduction.....	3
I. 1- Les cours d'eaux : principaux vecteurs des eaux superficielle.....	3
I.2- Notion de potabilité.....	4
I.3- Les principales fonctions de l'eau.....	4
I.4- L'Eau et l'hydrologie en Méditerranée	4
I.5-Impacts du changement climatique sur les ressources en eau	5
I.6- Le rôle régulateur des forêts dans le cycle de l'eau.....	5
Eau bleu et eau verte	6
I.7- Estimation économique des biens et des services écosystémiques:.....	6
I.7.1- Notion de biens et services écosystémiques	6
I.7.2- Catégories des biens et services écosystémique.....	7
I.7.3- Les services rendus par les cours d'eau.....	7
I.7.4- Méthodes d'estimation économique des biens et services écosystémiques.....	7
I.7.5- Estimation économique de l'eau.....	8
I.7.6- Vers une gestion écologique, socio-économique et hydrologique intégrée :	9
Partie B : Présentation générale de la zone d'étude et du Bassin Versant de l'Oued Chiffa:.....	10
I.1- Présentation générale du Parc National de Chréa	10
I.1.1. Topographie, géologie et pédologie	11
I.1.2- Hydrologie.....	11
I.1.3. Caractéristiques climatiques :.....	12
a. Précipitations et températures :.....	12
b. Le bioclimat	12
I.1.4. La faune et la flore du Parc National de Chréa.....	13
I.1. 5. La population	14
I.2- L'Oued Chiffa, entité hydrogéologique importante et sa place dans l'approvisionnement en ressources hydrauliques des wilayas de Blida et Médéa :.....	15
I.2.1.Le sous bassin versant de l'Oued Chiffa.....	15
I.2.2- Le réseau hydrographique de l'Oued Chiffa.....	16
a. Débits et crues.....	16
b. Qualité des eaux :	16
I.2.3- Prélèvement de ressources hydriques à partir de l'Oued Chiffa.....	17
II. Matériel et méthodes.....	19
II.1- Evaluation de la qualité physico-chimique et biologique des eaux superficielles de l'Oued Chiffa et de ses sources.....	19
II.1.1. Choix des stations de prélèvement et échantillonnage.....	19
II.1.2- Prélèvement, conditionnement et transport des échantillons d'eau.....	20
II.1.3- Matériel utilisé pour les analyses :.....	21
II.1.4- Méthodes d'analyse	21
II.1.4.1- Les paramètres physico-chimiques analysés :.....	21
Le pH :	21
La température.....	21
La conductivité électrique.....	21

La salinité.....	22
Les matières en suspension.....	22
La demande chimique en oxygène (DCO).....	22
La demande biochimique en oxygène (DBO5):.....	22
Les sels minéraux:	22
a). Le calcium	23
b). Le phosphore.....	23
c). Le magnésium.....	23
d). Le sodium, Potassium et Chlorures.....	23
II.1.4.2- Les paramètres microbiologiques :.....	23
La recherche de germes pathogènes.....	23.
La recherche de parasites.....	23
II.1.4.3- Les méthodes d'analyse :.....	24
II.2- Estimation économique de la valeur du service de purification assuré par les écosystèmes forestiers du sous bassin versant de l'Oued Chiffa.....	24
II.2.1- Hypothèses de départ :	24
II.1.2- Méthode d'estimation choisie.....	25
II.1.3- Démarche méthodologique suivie.....	25
Etape N°01 :.....	25
Etape N°02 :	25
Taux d'actualisation des coûts :.....	26
III. Résultats et discussions.....	27
III.1- Résultats de l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de l'Oued Chiffa et de ses sources.....	27
III.1.1- Les paramètres physico-chimiques.....	27.
Le pH :	27
La température.....	27
La conductivité électrique.....	28
La salinité.....	29
Les matières esuspension.....	30
La demande chimique en oxygène (DCO).....	30
La demande biochimique en oxygène (DBO5):.....	31
Les sels minéraux:	31
a). Le calcium	31
b). Le phosphore.....	32
c). Le magnésium.....	32
d). Le sodium, Potassium et Chlorures.....	33
III.1.2- Les paramètres microbiologiques.....	34
La recherche de germes pathogènes.....	34
La recherche de parasites.....	34
III.1.3- Analyse comparative de la qualité des eaux de l'Oued Chiffa.....	35
III.2- Résultats de l'estimation économique de la valeur du service de purification assuré par les écosystèmes forestiers du sous bassin versant de l'Oued Chiffa.....	37
Discussion générale.....	38
Conclusion et recommandation.....	40
Bibliographie.....	41
Annexes.....	46

Liste des tableaux

Tableau n° 1. Classement des principales méthodes d'estimation économique

Tableau n° 2 . Les différentes dimensions de la valeur de l'eau

Tableau n°3. Répartition de la faune du PNC par groupes taxonomiques

Tableau n°4. La richesse floristique du PNC

Tableau n°5. Récapitulatif des potentialités en ressources hydrauliques de Blida

Tableau n°6. Noms des stations de prélèvement

Tableau n°7. Récapitulatif des différentes méthodes utilisés pour l'estimation économique

Tableau n°9. Caractéristiques des données utilisées pour l'estimation économique

Tableau n°10. Minéralisation des eaux en fonction de la conductivité électrique

Tableau n°11. Teneurs en éléments minéraux au niveau des différentes stations

Tableau n°12. Résultats de l'analyse bactériologique des stations échantillonnées

Tableau n°13. résultats de l'analyse parasitologique des stations échantillonnées

Tableau n°14. Tableau récapitulatif et comparatif des analyses de la qualité des eaux de l'oued Chiffa (étude ENHYD)

Tableau n°15 : Tableau récapitulatif et comparatif des analyses de la qualité des eaux de l'oued Chiffa (étude Tescult campagne, 2009)

Tableau n°16 : Tableau récapitulatif et comparatif des analyses de la qualité des eaux de l'oued Chiffa (étude Tescult campagne, 2012)

Liste des figures

Figure 1. Limite du Parc de Chr ea

Figure 2. carte du réseau hydrographique du PNC

Figure 3. Les moyennes annuelles des facteurs climatiques du PNC (années: 1993-2004)

Figure 4. Réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Mazafran

Figure 5. Valeurs des apports moyens annuels de l'oued Chiffa

Figure 6. Les stations de prélèvements

Figure 7.   gauche station 1 (oued Sidi Ali) , à droite station 7 (Grand tunnel)

Figure 8. Valeurs du pH de l'eau des différentes stations

Figure 9. Valeurs de la température de l'eau des différentes stations

Figure 10. Valeurs de la CEde l'eau des différentes stations

Figure 11. Valeurs de la salinité de l'eau des différentes stations

Figure 12. Courbe des MES de l'eau des différentes stations

Figure 13.  volution de la DCO de l'eau des différentes stations

Figure 14. Valeurs de la DBO5 de l'eau des différentes stations

Figure 15. Teneurs en calcium des différentes stations

Figure 16. Teneurs en phosphore des différentes stations

Figure 17. Teneurs en Magnésium des différentes stations

Figure 18. point de confluence avec l'oued El Djir à gauche et celui de Mouzaia

Figure 19. Station de l'oued El Merdja (point de confluence avec l'oued Mouzaia)

Figure 20. Station de l'oued El Mardja

Figure 21. Station de l'oued chiffa

Figure 22. Station de source "Ruisseau des singes"

Les abréviations

NaCO₃: carbonate de sodium

MgCO₃: carbonate de magnésium

MPR: Méthode Préférées Révélées

MPD : Méthodes Préférées déclarées

BNC: parc National de Chréa

BNEF: Bureau National des Etudes Forestières

ANRH: agence Nationale des Ressources Hydrauliques

DCO: Demande Chimique en Oxygène

DBO₅: Demande Biochimique en Oxygène

ONS: Office National de recensement

ANB: Agence Nationale des Barrages

ENHYD : Bureau d'études nationales dans le domaine des études hydrauliques

ODEDD: Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable

DHW: Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Blida

Résumé

L'objectif de notre travail consiste à donner une estimation de la valeur économique de purification de l'eau assurée par le couvert végétal du Parc National de Chréa.

Les méthodes utilisées ont consisté dans la mesure de paramètres physico-chimiques (pH, CE, température, salinité, teneurs en sels minéraux, MES, DCO, DBO₅), et microbiologiques (recherche de germes pathogènes et de parasites) ; et ce, à partir d'échantillons d'eau récoltés de l'Oued Chiffa, de ses principaux affluents et de deux sources ainsi que l'analyse du coût de purification de ces eaux grâce à la méthode basée sur les couts (MBC).

Les résultats de l'analyse de la qualité des eaux ont montré qu'elles étaient conformes aux normes nationales de potabilité et d'aptitude à la consommation humaine.

Le coût unitaire de purification de la zone d'étude est nettement inférieur à la moyenne nationale du fait de la bonne qualité des eaux de l'Oued Chiffa, assurée par le couvert boisé et permet de dégager un bénéfice conséquent en termes d'économie dans l'effort de purification. Ce bénéfice social a été estimé annuellement à 156 846 806,60 DZD, ce qui représente un montant considérable.

Les résultats précédents mettent en exergue le rôle majeur des écosystèmes forestiers dans la fourniture de services écosystémiques qui concernent des ressources rares telles que l'eau, et de souligner l'enjeu écologique, économique et social que représente la gestion rationnelle de cette ressource stratégique et des milieux qui l'assurent.

Mots clés : Eau, couvert végétal, purification, estimation économique, service écosystémique, oued, MBC.

ABSTRAT

The objective of our work is to give an estimate of the economic value of water purification provided by the forest cover of Chr ea National Park.

The methods used consisted in the measurement of physico-chemical parameters (pH, EC, temperature, salinity, minerals contents, MES, DCO, DBO5), and microbiological (research pathogens and parasites); and, from water samples collected from the Oued Chiffa, its major tributaries and two sources and the analysis of the cost of purification of the waters through the method based on costs (MBC).

The results of the analysis of water quality have shown that they comply with national drinking water standards and fitness for human consumption.

The unit cost of purifying the study area is significantly lower than the national average due to the good water quality of the Oued Chiffa, provided by the forest cover and can therefore achieve a benefit in terms of economy the purification effort. This social benefit is estimated annually to 156 846 806.60 DZD This represents a considerable amount.

The above results highlight the important role of forest ecosystems in providing ecosystem services that relate to scarce resources such as water, and to highlight the ecological, economic and social stakes involved in the rational management of this strategic resource and environments that provide.

Keywords: Water, forest cover, purification, economic valuation, ecosystem service, watercourse, MBC.

Introduction

En général, une eau de surface, dénommée aussi eau superficielle, issue du ruissellement de pluie, eaux rivières des lacs et des étangs, est constituée d'éléments minéraux qui sont susceptibles de constituer un apport en éléments vitaux aussi bien pour l'homme que pour le sol, la faune ou la flore. A ceci s'ajoute encore des matières organiques ainsi que des microorganismes et éventuellement des substances toxiques pouvant être apportées par certains effluents d'origine industrielle ou domestique. Une fois mélangées, elles rejoignent ainsi le cours naturel d'un oued ,rivière, lac jusqu'a leur destination finale; mer, captage, etc.

Toutefois, leur utilisation pourrait occasionner des risques de contamination pour la salubrité publique et l'environnement. C'est pour cela que des traitements plus au moins poussés devront être exigés en fonction de chaque affectation de ces eaux afin d'atteindre les critères de qualité hygiénique adéquate.

Néanmoins, dans les pays où la rareté de l'eau conventionnelle devient un véritable dilemme, dû principalement au développement socio-économique de plus en plus accentué et de surcroît à une pérennisation d'une climatologie défavorable due principalement au changement climatique, a ceci se greffe une mauvaise gestion de ces ressources naturelles. L'utilisation des eaux de surface devient dans ces cas une alternative plus qu'intéressante, voire même d'une nécessité impérieuse.

En effet, le bassin méditerranéen est l'une des régions du monde qui se retrouve confrontée de plein fouet à la crise d'eau. En effet, environ 60 % des populations pauvres en eau (moins de 1000 m³/hab/an) y vivent (Biro et Gracia, 2011).

Actuellement en Algérie, le volume des ressources en eau est évalué à : 14 milliards de m³/an dans la région du nord (soit, 12 milliards m³ en écoulements superficiels et 02 milliards m³ en ressources souterraines) , contrairement à 5,2 milliards de m³/an dans les régions sahariennes (soit, 0,2 milliards m³ en écoulements superficiels et 05 milliards m³ en eaux souterraines). Autrement dit, l'Algérie possède des potentialités en eau estimées à 19,2 milliards de m³/an. Cependant, , seulement un volume de 5,4 milliards de m³/a est mobilisé chaque année (SI YOUCEF, 2013).

C'est cette raison qu'une gestion de ces ressources s'impose comme une exigence voire une priorité par la mise en place d'une véritable stratégie réfléchie ,cohérente et mise en œuvre avec des réponses concrètes afin d'endiguer tous les problématiques et défis de l'heure. elle devra s'appuyer sur des politiques globales de développement rural entre autre la

protection des bassins versants et la mise en valeur intégrée des zones de montagnes, de mobilisation et de gestion intégrée des ressources en eau, par la préservation, l'économisassions et la protection des ressources tout ceci complété par une meilleure gouvernance de l'eau (DERAMCHI, 2014)

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'un projet réalisé en partenariat avec l'Association Plan bleu et la Direction Générale des Forêts et intitulé : « Optimiser la production de biens et services par les écosystèmes boisés méditerranéens dans un contexte de changements globaux. Composante 2 : Estimation de la valeur économique et sociale des services rendus par écosystèmes forestiers méditerranéens ».

Le présent document est constitué de 3 parties :

- Une synthèse bibliographique permettant de cerner la problématique traitée sous plusieurs aspects;
- Une partie consacrée à l'explication de la démarche méthodologique suivie pour l'évaluation de la qualité des eaux de l'Oued Chiffa et ceci par le biais de l'analyse des paramètres physicochimiques ainsi que bactériologique de nos échantillons , objet de l'étude et la quantification économique du bénéfice lié au service de purification des eaux de l'oued par l'écosystème forestier , en utilisant la méthode basée sur les couts (MBC), plus précisément, la méthode des couts de remplacements.
- La dernière partie est consacrée à la présentation des résultats et à leur discussion.

Partie A : Généralités

Introduction

La question de l'eau et de la Forêt est depuis longtemps considérée par les forestiers et les décideurs comme un thème clé lié à la gestion des ressources naturelles, tout en prenant en compte à la fois, les besoins de la société et les préoccupations environnementales surtout dans la région méditerranéenne qui est en permanence confrontée à la pénurie en eau (MOUDJAHED et PALAHI, 2011)

Dans sa grande majorité, l'eau n'est ni créée ni détruite, elle ne fait que se déplacer d'un endroit à l'autre, changer d'aspect (glace, eau, liquide ou vapeur d'eau) et de qualité (salinité, teneur en polluants). Cette conservation de la matière est un principe fondamental en hydrologie.

La circulation de l'eau entre les océans, l'atmosphère et les continents est un processus continu de perte et de renouvellement appelé le **cycle de l'eau**. Le lien est inextricable entre cette circulation hydrologique naturelle et les structures sociales, économiques et politiques qui régissent l'usage que font les sociétés des ressources naturelles (ACREMAN, 2000)

I.1- Les cours d'eaux : principaux vecteurs des eaux superficielles

La rivière n'est pas une simple ressource inanimée attendant d'être exploitée, mais un système vivant. Deux concepts sont particulièrement importants, le premier est le concept du «*continuum rivière*», selon lequel toutes les parties d'une rivière ont entre elles des liens d'interdépendance, de l'amont à l'aval, de la source aux zones côtières y compris les deltas et lagunes. Le second concept est la notion de «**retour périodique des inondations**» qui est basé sur l'importance de la connexion latérale entre les cours d'eau et leurs plaines d'inondation et il considère l'inondation de celle-ci comme la principale force conditionnant la vie des cours d'eau. (ACREMAN, 2000).

Le débit des cours d'eau varie au cours de l'année et présente des alternances de hautes eaux (crues) et basses eaux (étiages). Le régime des eaux est lié à celui des pluies et au cycle thermique saisonnier, mais également, aux reliefs, le climat du bassin versant, la perméabilité des sols ainsi que la couverture végétale qui joue un rôle essentiel (ANGELIER, 2001)

Par ailleurs, les variations du débit des eaux de surface ont des répercussions considérables sur la qualité de l'eau. En effet, lorsque les débits baissent alors que les rejets et les prélèvements restent constants, les polluants se concentrent et la qualité de l'eau diminue, cette dernière baisse également lors des crues car les dépôts de boues accumulées dans les conduites qui sont évacuées par la pression de l'eau, de ce fait, les eaux de ruissellement se trouveront ainsi chargées de polluants provenant soit du lessivage des terres, du réseau routier, etc.(pollution diffuse).

I.2- Notion de potabilité

Selon BOUSBIA et RACHID (2000), c'est un terme générique qui ne peut s'appuyer sur un seul type d'eau, car toute eau que l'on peut consommer sans danger pour la santé, peut être considérée comme potable. Les qualités organoleptiques attendues d'une eau de boisson sont: limpidité, absence de couleur, d'odeur, de saveur désagréable et enfin la fraîcheur.

De plus, elle doit présenter des caractéristiques satisfaisantes du point de vue : physique, chimique ainsi que bactériologique.

Par ailleurs, pour qualifier une eau potable, les autorités sanitaires ont arrêté à travers la législation des valeurs limites concernant les paramètres les plus importants. En somme, une eau potable doit être conforme aux normes.

I.3- Les principales fonctions de l'eau

D'après HABES et MAGDAD (1998), au cours de son cycle dans la nature, l'eau se charge de divers corps; tels que: des gaz (O₂, Azote, Anhydride carbonique), des cations et anions, des sels d'acides et de bases fortes (CaCO₃, NaCO₃, MgCO₃), des particules minérales ou organiques de plus des organismes vivants (bactéries, algues, champignons..

Toutes ces caractéristiques physico-chimiques confèrent donc à l'eau une multitude de fonctions, car aucun autre corps naturel n'est en somme, doté de cet ensemble d'aptitudes, ce qui lui attribut une utilité sans équivalent.

Parmi les fonctions liées à l'eau :

- Fonction biologique : l'eau est le principal constituant de la matière vivante et vecteur d'échanges internes et externes
- Fonction écologique : l'eau étant le biotope aquatique
- Fonction mécanique : l'eau comme support, vecteur de transport et de transmission de contraintes mécaniques
- Fonction thermique : comme agent de thermorégulation
- Fonction chimique : l'eau réactive vis à vis de nombreuses substances

I.4- L'Eau et l'hydrologie en Méditerranée

La région méditerranéenne est une région qui se trouve à l'heure actuelle, confrontée au manque d'eau, cette pénurie est due à des facteurs naturels (irrégularité spatio-temporelle des pluies, forte demande évaporative de l'air) et socio-économiques (changement d'usage des sols, accroissement des surfaces agricoles irriguées, explosion démographique).

Les estimations montrent que la quantité moyenne des ressources renouvelables en eau douce souterraine ou de surface est d'environ 1080 km³/an (3% des ressources planétaires), dont 2/3 sont concentrés dans les pays de la rive Nord de la Méditerranée (THIVET et BLINDA, 2011).

Les flux des cours d'eau varient fortement en région méditerranéenne. Les petits bassins alimentent les petits cours d'eau typiquement sporadiques ou éphémères (*ramblas, oueds*), qui laissent place à des crues soudaines. Les grands bassins versants ont des cours d'eau saisonniers ou permanents dont les étiages sont alimentés par les eaux souterraines.

La préservation de la qualité écologique des cours d'eau méditerranéens requiert la protection du régime hydrologique, de la qualité de l'eau, de la morphologie du cours d'eau, de la ripisylve et du transport de sédiments (GALLART et BERLINER, 2001).

I.5- Impacts du changement climatique sur les ressources en eau

Les impacts régionaux du changement climatique sur le cycle de l'eau vont très certainement appauvrir les ressources en eau des pays méditerranéens, accentuer leur variabilité et compromettre leur exploitabilité, en particulier dans les pays pauvres en eau (Thivet et Blinda, 2011).

En effet, le Groupe Intergouvernemental d' Experts sur les changements climatiques (GIEC) a clairement indiqué que les ressources en eau seront parmi les secteurs les plus affectés. Ainsi selon les prévisions des spécialistes, les changements climatiques seront amplifiés dans l'environnement hydrique et une évolution des températures de quelques degrés seulement et les modifications qui en résultent en terme de précipitations pourraient provoquer une augmentation conséquente des débits fluviaux dans certaines régions et une diminution tout aussi importante dans d'autres. (GIEC, 2007).

En région méditerranéenne, les impacts auront des répercussions multiples :

- Sur les écoulements et les débits : réduction des débits fluviaux de plus de 50 %, associée à la transformation de cours d'eau permanents en cours d'eau saisonniers et à l'assèchement définitif d'autres cours d'eau ; mais aussi, en cas de pluies intenses, des risques accrus d'inondations.
- Sur la qualité de l'eau : la modification des écoulements et des températures peut avoir des effets sur la capacité des cours d'eau à diluer les déchets et les polluants et pourraient rendre l'eau inutilisable ou imposer des coûts supplémentaires de traitement afin de la rendre utilisable.

Cet effet de « levier » du changement climatique pourrait entraîner un impact majeur sur l'approvisionnement en eau des populations en expansion, et rendre les industries et une grande partie de l'agriculture qui les approvisionnent et les nourrissent particulièrement vulnérables. (SADOFF et MULLER, 2010).

I.6- Le rôle régulateur des forêts dans le cycle de l'eau

Le rôle des forêts et leur influence sur les conditions microclimatiques, la régulation des flux d'eau, la disponibilité de l'eau à l'aval et la prévention de l'érosion, est généralement bien établi tant à l'échelle régionale qu'à l'échelle des paysages.

Des résultats convergents, découlant d'observations et de modélisation, suggèrent que les forêts affectent les schémas climatologiques et météorologiques locaux au travers de changements dans l'albédo, l'indice foliaire (LAI), la structure du couvert (rugosité) et l'évapotranspiration (MATTEUCCI et *al.*, 2011). Selon ces derniers auteurs, des chercheurs russes ont, récemment, émis l'hypothèse de l'existence d'une « pompe biotique » active qui transporterait l'humidité atmosphérique à l'intérieur des terres depuis l'océan vers la forêt, et qui serait régulée par la continuité du couvert forestier.

Eau bleu et eau verte :

De nouvelles approches qui traitent le cycle de l'eau de manière intégrée, distinguent **l'eau bleue**, qui a une forme liquide et est utilisée pour les besoins humains ou rejoint les océans, de **l'eau verte**, qui est l'eau sous forme de vapeur, résultat du processus d'évaporation et de transpiration. Cette dernière, bien qu'« invisible », est indispensable pour alimenter et maintenir les processus au sein des écosystèmes forestiers méditerranéens, ainsi que les fonctions, biens et services dispensés par ces derniers (BIROT et GRACIA, 2011 ; BIROT et VALLEJO, 2011)

I.7- Estimation économique des biens et des services écosystémiques

I.7.1- Notion de biens et services écosystémiques

Les deux tiers des services fournis par les écosystèmes dont nous dépendons sont dégradés. Cette dégradation est susceptible de s'aggraver de manière significative dans la première moitié du 21^e siècle. Elle menace le bien-être de l'humanité et les objectifs du développement (RANGANATHAN *et al.*, 2008).

Le concept de « services écosystémiques » a beaucoup évolué au cours des dernières décennies. Conçu avant tout comme un outil de communication, à la fin des années 1970, pour expliquer la dépendance de la société à l'égard de la nature. Ce concept renvoie aujourd'hui à des questions de valeurs, économiques ou autres, de biodiversité ; et vise à favoriser la participation dans les processus de développement durable (WALLIS *et al.*, 2011).

D'autre part, l'approche des services écosystémiques reconnaît explicitement que les écosystèmes et la diversité biologique qu'ils abritent contribuent au bien-être individuel et collectif. Elle reconnaît également que cette contribution ne se limite pas à fournir des biens (comme l'eau) pour qu'ils soient utilisés en agriculture ou dans l'industrie, mais aussi à offrir des services qui soutiennent la vie en régulant des processus essentiels comme le climat (Anonyme, 2010).

Les écosystèmes méditerranéennes fournissent une grande variété de biens et services, incluant des biens publics et des externalités positives (conservation de la biodiversité, beauté du paysage, séquestration du carbone, atténuation du changement climatique, etc.) mais dont une grande partie sont sous-estimés et sous valorisés en dépit de leur importance écologique, économique et sociale. La raison principale est due à l'inexistence de marchés appropriés pour ces biens et services ou d'instruments politiques adéquats, à même d'offrir aux propriétaires et aux utilisateurs potentiels des mesures incitatives à leur exploitation durable et efficace. (PROKOFIEVA et PALAHI, 2008).

I.7.2- Catégories des biens et services écosystémiques

Bien qu'il existe plusieurs classifications des biens et services écosystémiques, la plus utilisée est celle issue de L'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (Millennium Ecosystem Assessment) réalisée en 2001 par l'ONU (MEA, 2005).

Cette classification distingue quatre ensembles :

- **Les «services d'auto-entretien»**, non directement utilisés par l'homme mais qui conditionnent le bon fonctionnement des écosystèmes (recyclage des nutriments, production primaire) ;

- Les «services d'approvisionnement» (ou de prélèvement), qui conduisent à des biens appropriables (aliments, matériaux et fibres, eau douce, bioénergies) ;
- Les «services de régulation» c'est-à-dire la capacité à moduler dans un sens favorable à l'homme des phénomènes comme le climat, l'occurrence et l'ampleur des maladies ou différents aspects du cycle de l'eau (crues, étiages, qualité physico-chimique) et, enfin ;
- Les «services culturels», à savoir l'utilisation des écosystèmes à des fins récréatives, esthétiques et spirituelles.

I.7.3- Les services rendus par les cours d'eau

L'eau douce est un élément fondamental du maintien de la vie, c'est aussi un élément unique pour les activités humaines, sans remplacement possible pour la plupart de ces utilisations.

Les écosystèmes aquatiques ont plusieurs fonctions régulatrices indispensables. Les lits majeurs régulent le régime hydrologique (stockage en période de crue et libération en étiage), la distribution de l'eau à temps (prévention des risques d'inondation), le trop-plein et la recharge de l'aquifère et de la nappe d'eau. La préservation et la restauration de la dynamique des cours d'eau, qui favorise, entre autres, la sauvegarde des corridors aquatiques et de la biodiversité, permet de réduire les risques d'inondation dans les zones vulnérables. La capacité des systèmes aquatiques et des zones humides à fournir des services support (formation des sols, cycles des nutriments, photosynthèse, cycle de l'eau) est souvent dégradée en raison des altérations hydromorphologiques qui affectent la dynamique des cours d'eau et le bon fonctionnement de l'écosystème aquatique (WALLIS *et al.*, 2011).

I.7.4- Méthodes d'estimation économique des biens et services écosystémiques

L'évaluation de la biodiversité et des services écosystémiques soulève un ensemble de difficultés auxquelles l'analyse économique propose un cadre de résolution parfois problématique mais susceptible de favoriser la mise en cohérence et la comparaison avec les autres enjeux sociaux. Ce cadre est caractérisé par une approche anthropocentrée qui évalue les choix en fonction de leurs conséquences, mesurées en termes de variations de bien-être individuel ou social. Son principe repose sur les préférences individuelles, supposées guider les choix des agents économiques (individus, ménages ou entreprises) vers la recherche d'un plus grand bien-être ; ce qui implique que la valeur qui sera accordée aux actifs environnementaux est dépendante à la fois de l'information détenue par les agents et de leur capacité à en inférer des conséquences (CHEVASSUS-AU-LOUIS *et al.*, 2009).

Dans l'approche économique, l'environnement est envisagé en tant qu'actif composite offrant tout un ensemble de services à l'humanité (TIENTENBERG *et al.*, 2013).

Afin que cette valeur reflète le plus possible la réelle contribution du capital naturel au bien être des individus, il requiert de bien comprendre le fonctionnement de ces écosystèmes et des services qu'ils fournissent ainsi que les effets pouvant survenir par rapport à un changement de productivité de ces écosystèmes (MASSICOTTE, 2012).

Un grand nombre de méthodes d'estimation économiques ont été développées dans le but d'estimer la valeur des biens et services écosystémiques. Les principaux types de méthodes sont les *méthodes des préférences révélées* (MPR) et les *méthodes des préférences déclarées* (MPD) (Tableau 1).

Tableau n°1 : Classement des principales méthodes d'estimation économique

Groupe de méthodes	Méthode d'estimation
Préférences révélées	Prix de marche
	Basée sur les coûts
	Prix hédonistes
	Coûts de transport
Préférences déclarées	Evaluation contingente
	Modélisation des choix
Transfert de bénéfices	Transfert de valeur unitaire
	Transfert de fonction

Source : (MASSICOTTE, 2012)

I.7.5- Estimation économique de l'eau

La valeur économique de l'eau, est déterminée par la rareté relative de l'eau non seulement sur le plan de la quantité, mais aussi sur celui de la qualité. En fait, cela revient à dire que la valeur de l'eau dépend de son usage et de ses populations d'utilisateurs ainsi que du lieu et de la période considérés (fluctuations saisonnières y comprises)

Dans beaucoup de cas, le prix attribué à l'eau (voire l'absence de prix) ne rend pas parfaitement compte de la valeur économique de l'eau sous tous ses aspects (quantité, qualité, emplacement, temps et rareté). (ANONYME, 2010).

En effet, lorsqu'on examine la valeur de l'eau, il est nécessaire de distinguer au minimum les deux concepts suivants : la valeur et le prix de l'eau (MAVSAR, 2011).

Le même auteur décompose la valeur de l'eau en valeur économique et intrinsèque.

Tableau N° 2 : Les différentes dimensions de la valeur de l'eau

La valeur de l'eau						
La valeur économique				La valeur intrinsèque		
Valeur pour les utilisateurs	Bénéfices nets des flux de retour	Bénéfices nets de l'usage indirect	Objectifs sociaux	Bonne gestion	Valeur patrimoniale	Valeur d'existence
Usage domestique, industriel et agricole	Recharge des nappes souterraines	Amélioration des revenus et de la santé	Atténuation de la pauvreté, création d'emploi et sécurité alimentaire			
Le prix de l'eau						
Coûts de fourniture			Coût d'opportunité	Externalités économiques et environnementales		
Coûts de fonctionnement	Coûts d'entretien	Coût d'utilisation du capital				

Source : Mavsar, 2011

Les données émanant des évaluations économiques de l'eau peuvent s'avérer très utiles, voire essentielles dans des contextes de gestion des ressources en eau ou décisionnels (dont les mesures de conservation, les investissements d'infrastructures, l'établissement de normes de la qualité de l'eau, l'allocation des ressources en eau, la tarification de l'eau et la compensation des dommages ou d'une utilisation)

I.7.6- Vers une gestion écologique, socio-économique et hydrologique intégrée :

Les bassins versants boisés fournissent une proportion élevée de l'eau utilisée à des fins domestiques, agricoles, industrielles, et écologiques, dans les zones d'amont et d'aval. Ceux qui gèrent des terres, des forêts et des ressources en eau ont une lourde tâche qui est de maximiser le large éventail d'avantages multisectoriels que procurent les forêts, sans porter atteinte aux ressources hydriques et aux fonctions de l'écosystème (CALDER *et al.*, 2007).

La gestion durable des ressources et des demandes en eau, doit avant tout reposer sur une approche intégrée au niveau du bassin versant et sur un principe de solidarité amont/aval entre arrière-pays et régions côtières. Elle doit être également en harmonie avec toutes les politiques sectorielles : agriculture, énergie, tourisme, environnement et aménagement du territoire pour faciliter l'arbitrage de la répartition des ressources en eau entre les différents usages. (THIVET, 2011).

A ce propos, les marchés et les instruments économiques ont un rôle central à jouer dans l'optimisation de l'utilisation de ressources rares (EEA, 2012). Les instruments économiques pour une gestion durable de l'eau sont mis en œuvre dans le but d'induire des changements appropriés dans le comportement de l'ensemble des usagers et apporter une réelle contribution à la mise en place de politiques objectives consensuelles et acceptées par l'ensemble des parties prenantes (ZETLAND *et al.*, 2011 in EEA, 2012).

Partie B : Présentation générale de la zone d'étude et du Bassin Versant de l'Oued Chiffa:

I.1- Présentation générale du Parc National de Chréa

Notre zone d'étude est située dans le sous bassin versant de l'oued Chiffa qui occupe la partie ouest du Parc National de Chréa. Il est situé à 50 Km au sud-ouest d'Algérie, et s'étend sur une superficie de 26 587 Ha le long des parties centrales de la chaîne de l'Atlas tellien, comprises entre les latitudes Nord $36^{\circ}19'$ et $36^{\circ}30'$ et les longitudes Est $2^{\circ}38'$ et $3^{\circ}02'$ (fig. 1).

Administrativement, le parc de Chréa chevauche plusieurs wilayas à savoir : Blida avec 17857 ha (67.1 % de la surface totale), Médéa avec 8650 ha (32, 6 %) et Ain Défla avec 80 ha (0.3 %).

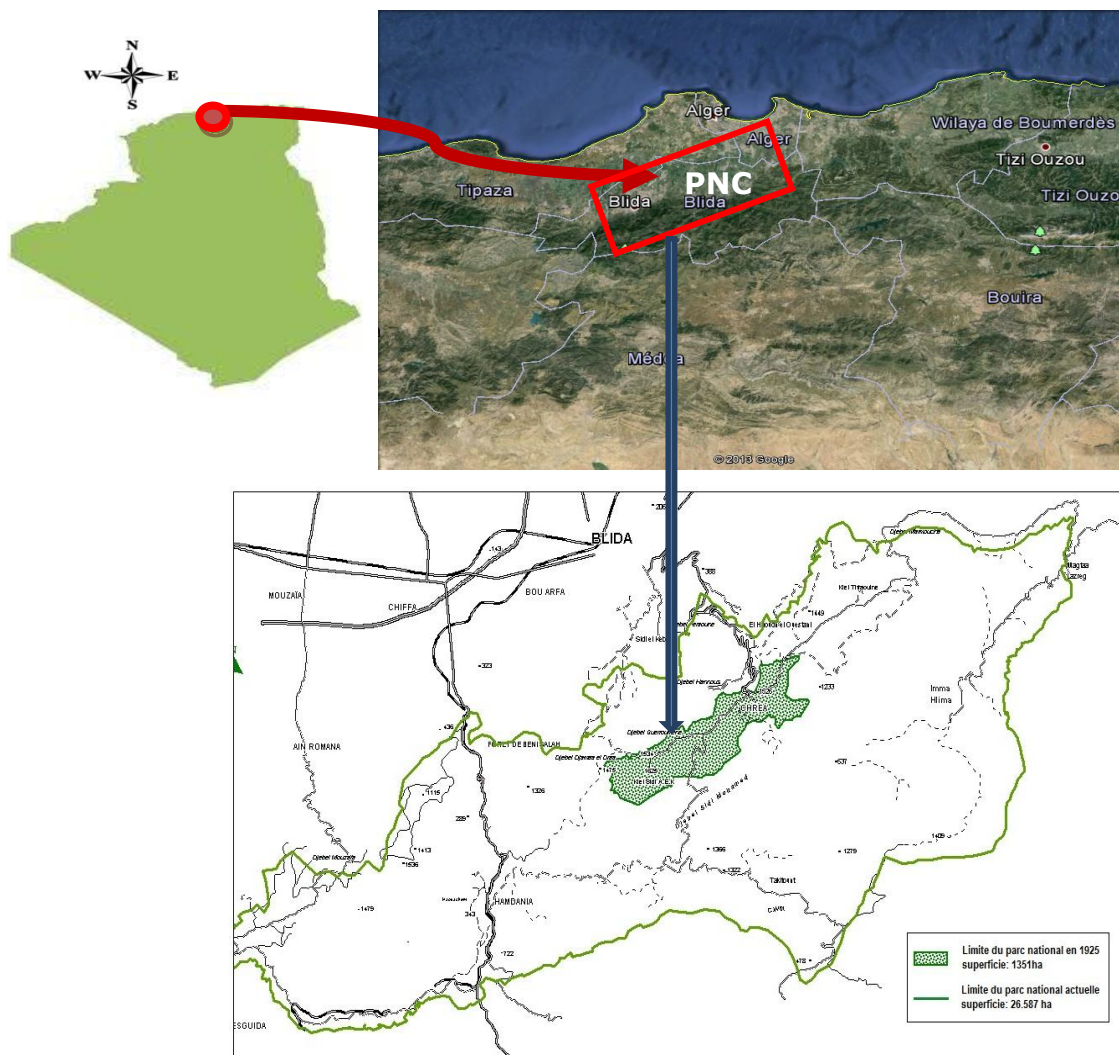


Figure n°1: limite du parc de Chréa (BANDOU, 2003)

I.1.1. Topographie, géologie et pédologie

Le Parc National de Chr ea s'étend sur les flancs Nord et Sud de l'Atlas Blid en qui constitue la partie centrale de la chaine Tellienne. C'est une région montagneuse de grande variabilité topographique ou le point le plus élevé culmine à 1627 m au pic de Sidi AbdelKader. il est composé de plusieurs montagnes telles que Djebel Mouzaia (1603 m), Djebel Ferroukha (1498 m) et Djebel Gueroumane (1627 m). (BNEF, 1984)

Sa ligne de crête s'étire de djebel Mouzaia (1603 m) au Sud-Sud Est à la Koudiat Arbain Ouali (1392 m) au Nord-est et culmine au pic de Sidi Abdelkader. (CHANANE, 2011)

En outre, l'Atlas Blid en se présente comme une barrière rocheuse très tourmentée, accentuée par un ravinement très profond faisant apparaître une multitude de talwegs tels que ceux de : oued Chiffa, oued Kbir, Oued Boum ane. Dde ce fait, cette barrière forme un véritable écran aux précipitations venant du Nord Ouest induisant ainsi un déséquilibre entre l'ubac qui se retrouve bien arrosé d'ou la densité du couvert végétal, contrairement à l'adret qui l'est moins.

D'après AISSANI et GOUSMIA (2009), Sur le plan géologique, l'Atlas Blid en représente la zone externe de la chaine alpine en Algérie. Il se situe au sud des massifs anciens kabyles et des massifs de Chenoua et de Bouzar eah, dont il est séparé par le synclinal plio-quaternaire de la Mitidja. Sa composition dans la nord est essentiellement de schistes argileux phyllades ardoisiers, quartz phyllades intercalés de quartzites, d'âge crétacé inférieur sans fossiles, d'éboulis de pente de même origine et qui se désagrègent facilement. vers le Sud, Sud-Est, ces schistes se retrouvent sous des argiles formant la base sur laquelle se sont accumulés les dépôts d'éléments qui remontent aux ères primaires, tels que calcaires marneux, gr s, argiles noires.

Les sols du massif de Chr ea sont composés dans leur grande partie de la décomposition des schistes. Ils sont constitués de gros éléments de nature siliceuse, avec de très faibles teneurs en calcaire, phosphores et chlore (Halimi, 1980).

I.1.2- Hydrologie

Le Parc National de Chr ea totalise une longueur de chevelu hydrographique évaluée ainsi à 657 km linéaire, soit une densité hydrographique de 2471 ml/ha (fig. 2). De par la composition lithologique très diversifiée de ses sols (des terrains à perméabilité faible et élevée), il contribue à l'alimentation de la nappe phréatique de la Mitidja avec près de 1 milliard de m³/an, mais également, à l'alimentation en eau potable des villes de Blida et de Médéa

Il occupe les parties amont de deux (02) bassins versants contigus, à savoir :

-   l'est, le bassin versant de l'Oued El Harrach, s'étendant sur 12 450 ha
-   l'ouest, le bassin versant de l'Oued Mazafran, s'étendant sur 14 137 ha

Le bassin versant de l'Oued El Harrach d'une superficie de 1207 km², draine un chevelu hydrographique d'une longueur de 377 km linéaires soit une densité hydrographique de 19,39 ml/ha, dont l'écoulement est évalué à 273 hm³/an, l'Oued Tamda Izguer et Boumaane, constituent ses principaux axes hydrographiques

Le bassin versant de l'Oued Mazafran d'une superficie de 1912 km², draine un chevelu hydrographique d'une longueur de 280 Km linéaire, soit une densité hydrographique de 31 ml/ha, dont l'écoulement est estimé à 300hm³/an. L'Oued Chiffa en est l'axe hydrographique principal. (ALGERIENNE DES EAUX BLID, 2010)



Figure n°2: carte du réseau hydrographique du PNC (BANDOU, 2013)

I.1.3. Caractéristiques climatiques :

a. Précipitations et températures :

Selon les relevés des données climatiques recueillis à partir de l'ANRH de Soumaa, sur une période de 1993 à 2004, le Parc National de Chréa est compris entre les isohyètes 760 et 1400 mm/an de précipitations moyennes annuelles.

- Concernant la moyenne annuelle des précipitations de Blida, elles sont 34,42 de mm
- La moyenne mensuelle annuelle de température est de 20,27  C, les températures extrêmes sont représentées par :
 - La moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) : elle est de 31 C et correspond au mois d'août ; et peut atteindre des pics de 41  C.
 - La moyenne des minima du mois le plus froid (m) : qui correspond au mois de janvier, avec une valeur moyenne de 12,5  C, ou la température peut baisser jusqu'a 5,3  C.
- L'ensoleillement mensuel annuel est de 240 heures.
- La vitesse moyenne mensuelle an des vents est de 3,38 m/s
- L'évaporation moyenne mensuelle annuelles est estimée à 97,08 mm , avec une valeur maximale au mois de juillet de 202 mm.

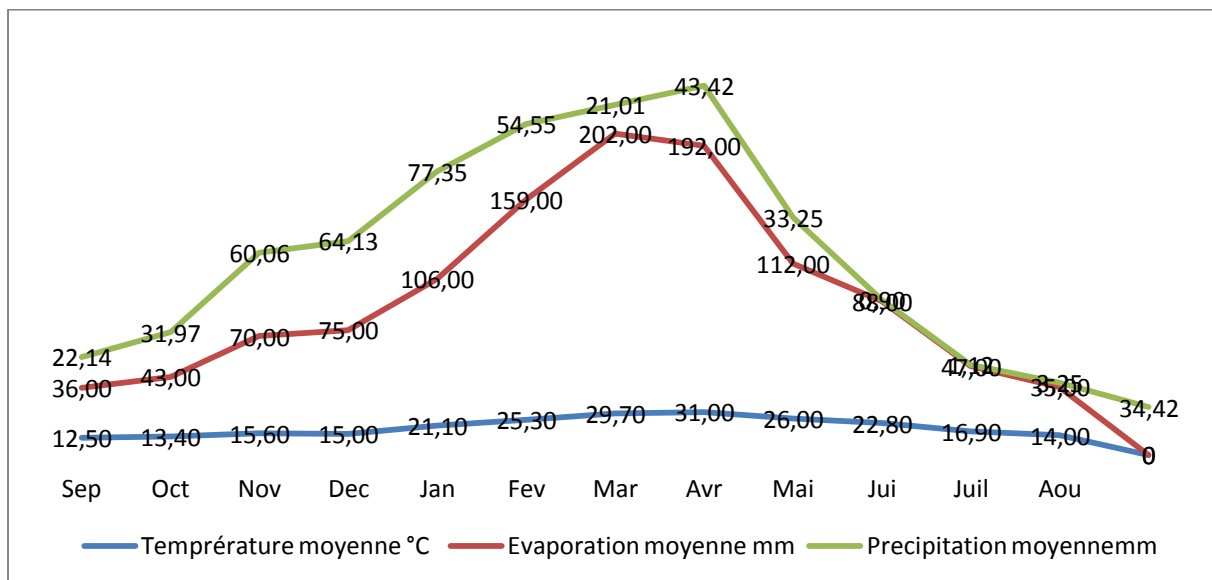


Figure n° 3 : Les moyennes annuelles des facteurs climatiques du PNC (de 1993 - 2004)

La figure ci-dessus montre la répartition annuelle des principaux facteurs climatiques, à savoir la moyenne annuelle de température, des précipitations ainsi que de l'évaporation. De plus, on constate bien la corrélation et l'interférence qui peut exister entre ces trois facteurs climatiques, autrement dit, l'évaporation augmente avec les précipitations, sous l'effet des températures.

b. Le bioclimat : Le parc National de Chréa jouit d'un climat méditerranéen caractérisé par les hivers doux et pluvieux, et des étés chauds et secs 3 étages bioclimatiques peuvent être définis(PARC NATIONAL CHREA.a, 1999) :

- Un bioclimat subhumide avec un hiver humide doux ou chaud qui se localise sur le versant Nord, au-dessus des gorges de l'Oued Chiffa
- Un bioclimat subhumide avec un hiver frais, c'est l'étage le plus répandu au niveau du Parc National de Chréa
- Un bioclimat per-humide avec un hiver frais couvrant les altitudes supérieures à 1200 et 1300 m.

I.1.4. La faune et la flore du Parc National de Chréa

De par la variabilité de ses climats, ses différentes expositions, la nature de ses sols, et ses unités de végétation, le Parc National de Chréa offre différents écosystèmes tout aussi diversifiés que les espèces qu'ils abritent. Selon l'inventaire biologique du Parc National de Chréa, il existe plus de 1210 espèces vivantes, dont 816 végétales, en plus d'une faune diversifiée composée de 394 espèces animales (tableaux 3 et 4).

Tableau N° 3 : Répartition de la faune du PNC par groupes taxonomiques

Type d'espèces	Nombre
Oiseaux	119 dont 30 espèces protégées et 62 migratrices
Mammifères	22
Amphibiens	07
Reptiles	09
Poissons	03
Insectes et arachnides	214
Mollusques	11
Crustacées	02
Myriapodes	06

Source: (PNC,1999)

Tableau n°4 : La richesse floristique du PNC

Nature	Surface (ha)	Altitude	Principales espèces présentes
Unité de cèdre	1200	1300- 1600	<i>Cedrus atlantica</i> , <i>Taxus baccata</i> , <i>Ilex aquifolium</i> , <i>Sorbus aria</i> , <i>sorbus sorbus</i> , <i>Bupleurum spinosum</i> , <i>Pteridium aquimimum</i> , <i>Genistra tricuspidata</i>
Unité de chêne Zen	-	300-450	<i>Quercus canariensis</i> , <i>Acer monspessulanum</i> , <i>Viburnum tinus</i>
Unité de chêne vert	1400	700-1200	<i>Quercus ilex</i> , <i>Olea europea</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Cytisus triflorus</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Juniperus oxycedrus</i>
Unité du chêne liège	900	400-700	<i>Quercus suber</i> , <i>Cytisus triflorus</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Calucotome spinosa</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Cistus monspeliensis</i>
Unité de pin d'Alep	3345	1600	<i>Pinus halepensis</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Ampelodesma mauritanica</i> , <i>Cistus salvifolius</i> , <i>Globularia alypum</i>
unités des ripisylves (lacs et rivières)	26,10	-	<i>Populus alba</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Salix purpurea</i> , <i>Ulmus campestris</i> , <i>fraxinus angustifolia</i> , <i>Nerium oleander</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Acanthus mollis</i>

Source : BNEF, 1984.

I.1. 5. La population :

Deux catégories principales peuvent être distinguées :

- La population résidente : c'est une population principalement rurale, regroupées dans quelques agglomérations principales ou disséminées sur de petits villages, elle est estimée à 6000 habitants selon le RGPH de 2008 (ONS, 2009).

- La population non résidente : représentée principalement par les touristes (avec des séjours sur place), les propriétaires des résidences secondaires et les visiteurs journaliers (qui viennent en excursion pour une seule journée).

I.2- L'Oued Chiffa, entité hydrogéologique importante et sa place dans l'approvisionnement en ressources hydrauliques des wilayas de Blida et Médéa :

I.2.1. Le sous bassin versant de l'Oued Chiffa

Le sous bassin versant de l'Oued Chiffa est l'un des trois sous bassins versant de l'Oued Mazafran (fig. 4), ce dernier est l'un des plus importants bassins côtiers de l'Algérois, et occupe la partie centrale de la plaine de Mitidja qui fait 1300 km² de superficie (MOUAS et BENACHOUR, 2010 ; AGENCE NATIONALE DES BASSINS, 2002)

Le bassin versant de l'Oued Mazafran est composé de trois (03) sous bassins versants, à savoir: (DIRECTION DES ETUDES D'AMENAGEMENT HYDRAULIQUES, 2013)

- Le sous bassin versant de l'Oued Djer Bouroumi: d'une superficie de 900 km², situé à l'ouest du bassin versant de Mazafran. Ses principaux oueds sont : Oued Djer (longueur 50 km) et Bouroumi (longueur 72 km).
- Le sous bassin versant de l'Oued Mazafran: d'une superficie de 430 km², situé au nord est du bassin versant de Mazafran, il est traversé par l'Oued Mazafran (longueur 96 km), il recueille les eaux des oueds: Alleug, Boufarik et Soumaa.
- Le sous bassin versant de l'Oued Chiffa: situé au centre du bassin versant de Mazafran.

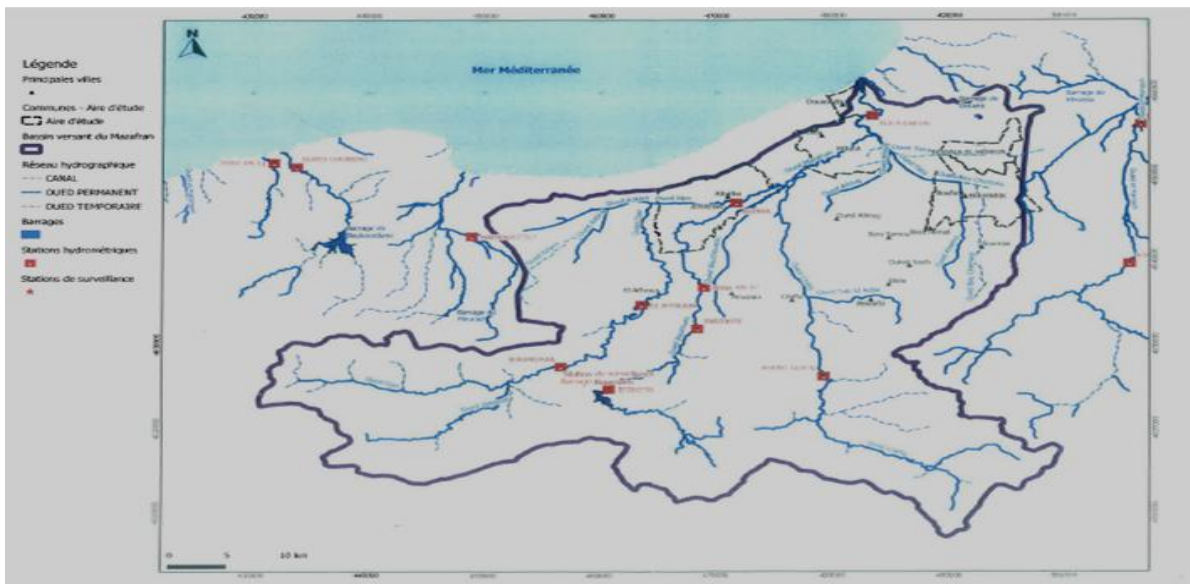


Figure n° 4 : réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Mazafran

I.2.2- Le réseau hydrographique de l'Oued Chiffa

D'après la DIRECTION HYDRAULIQUE BLIDA (2009) et le MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU (2008), l'Oued Chiffa qui est l'affluent principal de l'oued Mazafran, est limité au Nord par Blida, à l'Ouest par Hadjout et Djendel et au Sud par Médéa. Il prend sa source au pied du plateau de Kef R'mel, à une altitude de 1100m, et plus

précisément , dans la région d'Oued Brahim Madalha, située à une vingtaine de Kilomètres à l'est de la ville de Médéa.

Il coule en direction du Nord jusqu'au pied du Kef El Messara sous le nom d'Oued Chorfa, puis s'oriente vers le Sud-est - Nord-ouest pour aboutir au pieds des *koudiates* Laouar et El Ababsa, dans la région de Ouled Ben Ahmed, pour prendre par la suite la direction est ouest, sous l'appellation de l'oued Sidi Ali jusqu'à l'entrée des gorges de la Chiffa. à la sortie de ces dernières, il se dirige vers la Mitidja, vers le nord, là, il reçoit l'oued El Djer et se jette enfin dans l'oued Mazafran

Ses principaux affluents, sont :(DIRECTION DES ETUDES D' AMENAGEMENT HYDRAULIQUE, 2013)

- L'Oued Sidi El Kébir : qui prend naissance dans les flancs des Béni Salah, prend la direction du Nord jusqu'à l'enceinte de Blida, tourne à l'ouest, et se dirige jusqu'à la confluence avec la Chiffa. ses eaux servent notamment à alimenter les usines auxquelles Blida doit en grande partie sa prospérité.
- L'Oued Bouchouaou: qui prend sa source à proximité du village de Mouzaia, et finit par se jeter dans l'Oued Mazafran au niveau de la commune de Attatba.

En résumé, son parcours total est de l'ordre de 55 km, présente une pente moyenne de 1,2 % et qui décroît fortement à l'aval de son parcours (DIRECTION DES ETUDES D'AMENAGEMENT HUDRAULIQE, 2013), de plus, sa superficie est de 580 Km², la longueur du talweg principal est de 35 km, son apport de pluie moyenne est de l'ordre de 704,2 mm, une évapotranspiration de 182,3 mm pour un volume annuel d'environ 106,7 Hm³. (AGENCE NATIONAL BARRAGE, 2010)

a. Débits et crues

La figure (5) montre les valeurs des apports mensuels enregistrés pour l'Oued Chiffa durant la période 1969-1997. On observe que les apports sont très irréguliers. Ils sont élevés durant la saison humide qui s'étale de novembre à mai où ils atteignent leur valeur maximale (18,56 Mm³), soit un débit de 30,59 m³/s, et faibles durant le reste de l'année avec des étiages souvent secs en juillet et août (0,27 Mm³) soit un débit de 0,008 m³/s.

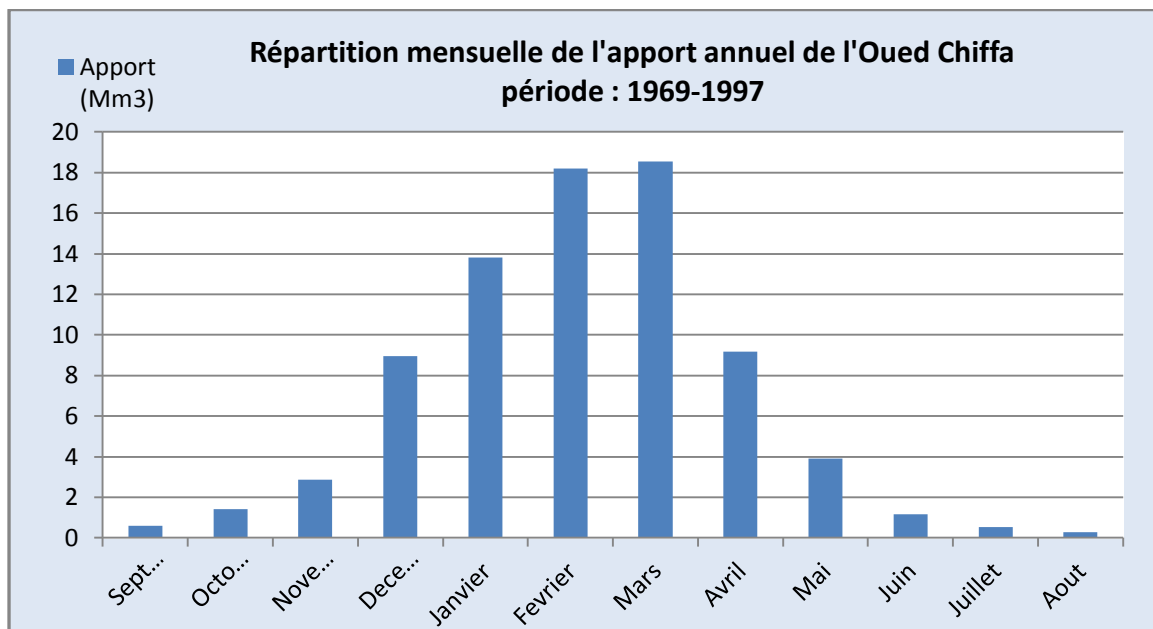


Figure n °5 : Valeurs des apports moyens mensuels annuels (Mm³) de l'Oued Chiffa (ANRH, 2012)

Les crues sont liées aux apports maximaux qui se produisent les années de forte pluviométrie. La figure N° 5 montre qu'au cours des 21 années d'observation l'amplitude des débits maximaux a varié de 731,5 m³/s à 2,6 m³/s (annexe 1), les crues les plus importantes se sont surtout produites entre novembre et mars, ce dernier mois a enregistré la valeur la plus élevée.

b. Qualité des eaux :

Les eaux de l'Oued Chiffa possèdent une bonne qualité physico-chimique, et répondent aux normes de potabilité avec une minéralisation faible à moyenne, De plus elle présente un faible risque de présence de polluants en raison de l'absence d'activités industrielles le long de l'Oued Chiffa (ENHYD, 2009 ; Bandoui, 2013).

I.2.3- Prélèvement de ressources hydriques à partir de l'Oued Chiffa

Tableau n°5: récapitulatif des potentialités en ressources hydriques de Blida

Lieu de captage	Quantités prélevées	Destination	Usage
Station de refoulement de l'Oued El Merdja	13 500 m ³ /j 4 927 500 m ³ /an	Villes de Blida, Villes de Médéa	AEP
Dérivation annuelle vers le barrage El Moustaqbal (Bouroumi)	(52,3hm ³ /an) soit 27,82 % des apports du barrage El Moustakbel (188 hm ³ /an)	Barrage de Bouroum	AEP de Médéa, Ain Defla, Blida et Alger, irrigation de la Mitidja ouest Blida, Alger ouest , Ain Delfa, Tipasa
Projet de création d'un dispositif de prise d'eau permettant le captage des eaux de sources du sous bassin versant de Chiffa	6, 31 millions de m ³ /an .	Blida	AEP

Sources : (ADE, 2014; ENHYD, 2003 ; ABDELLAH et DJOUDI, 2010)

En résumé, l'Oued Chiffa contribue avec 4,9 Hm³ à l'alimentation en eau , soit 8,5 % des besoins de la wilaya de Blida estimés à 58,18 Hm³ et 10,34 % des quantités réellement mobilisées estimés à 47,64 Hm³(ADE, 2014; ENHYD, 2003 ; ABDELLAH et DJOUDI, 2010).

II. Matériel et méthodes

Matériel

II.1- Evaluation de la qualité physico-chimique et biologique des eaux superficielles de l'Oued Chiffa et de ses sources

II.1.1. Choix des stations de prélèvement et échantillonnage

L'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau a été réalisée à partir de 07 sites de prélèvement (que nous désignerons, dans ce qui suit, sous le terme de stations), choisis en fonction des critères suivants :

- L'accessibilité ;
- La représentativité en intégrant les principaux affluents : Oued Sidi Ali, Oued Mouzaia, Oued El Djir, Oued El Merdja, ainsi que l'émissaire principal (Oued Chiffa) ;
- La présence présumée de risque de pollution par les rejets (stations 1, 2 et 3) ;
- L'intégration de sources (très fréquentées par les automobilistes) : source du « Ruisseau des singes et source du « Grand tunnel ».

Les différents points de prélèvements sont illustrés dans les figures 5 et 6.

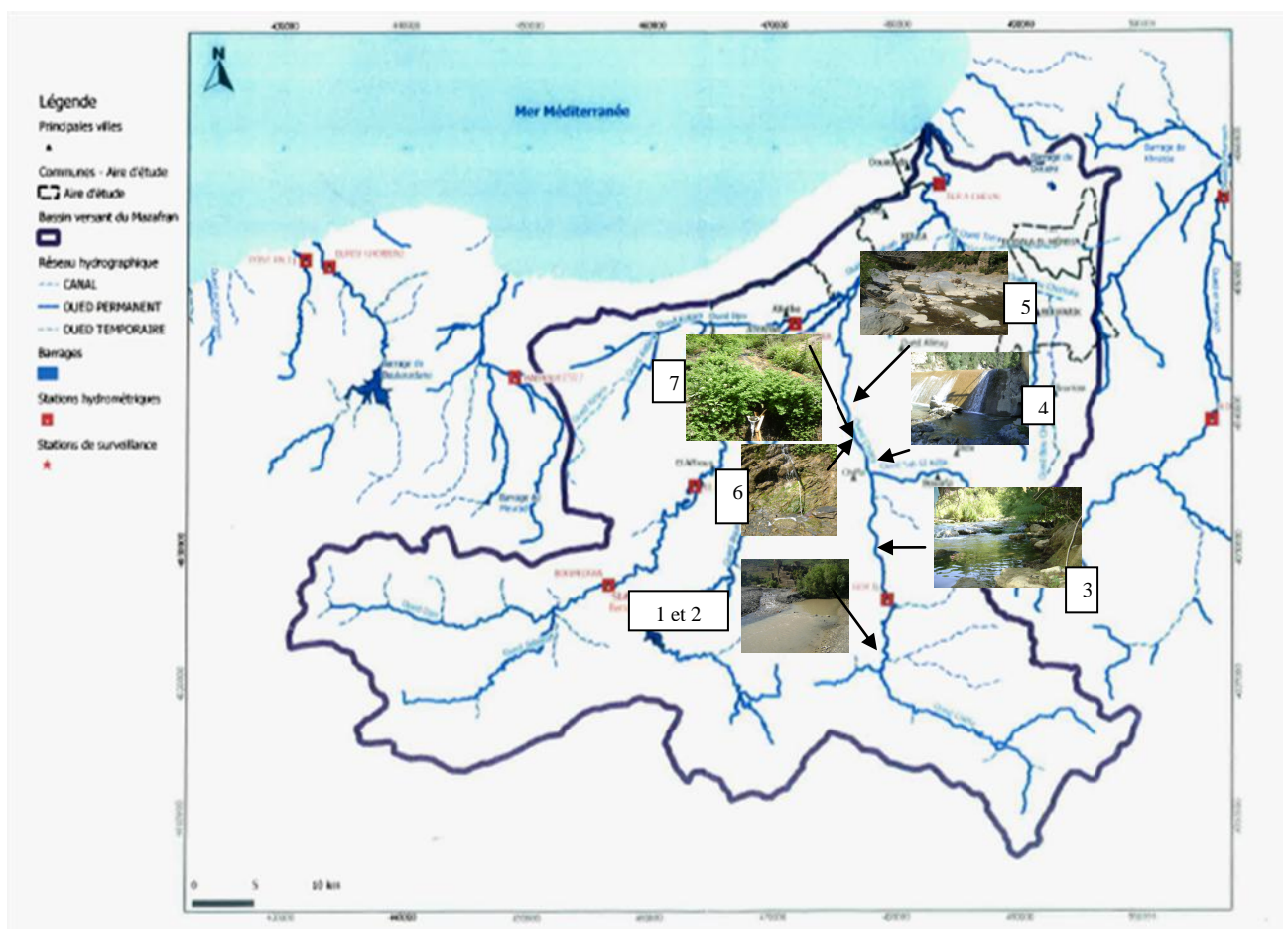


Figure n° 5 : Les stations de prélèvement des eaux de l'oued Chiffa

Tableau N° 6 : Noms des stations de prélèvement

N° Station	Nom de la station	Date de prélèvement
01	Oued Sidi Ali	31/05/ 2015
02	Oued Mouzaia	31/05/ 2015
03	Oued El Djir	31/05/ 2015
04	Oued El Merdja	31/05/ 2015
05	Oued Chiffa	31/05/ 2015
06	Eau de source : Ruisseau des singes	31/05/ 2015
07	Eau de source : Grand tunnel	31/05/ 2015

II.1.2- Prélèvement, conditionnement et transport des échantillons d'eau

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté car il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation de ces derniers. De plus il doit être homogène et représentatif.

Pour chaque station, les prélèvements de l'eau ont été réalisés à une vingtaine de cm de profondeur et ceci de façon manuelle et instantanée à l'aide de flacons en plastique d'une capacité de 1 litre. Les récipients ont été rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord, le bouchon est placé de telle sorte qu'il n'y ait pas de bulles d'air afin d'éviter tout déversement lors du transport.

Les échantillons ont été conservés à l'obscurité à une température de 04 C° dans des emballages isothermes (glacières) afin de limiter les risques d'évolution physico-chimique de nos échantillons.

Les échantillons sont été, ensuite directement acheminés vers les laboratoires de contrôle de qualité de l'eau.

Les prélèvements ont été réalisés le même jour afin de ne pas induire de biais liés à la date de prélèvement, durant le printemps 2015, période située entre les crues maximales et avant la période d'été.

Les analyses des échantillons d'eau récoltés ont été réalisées au niveau des laboratoires suivants :

- Le laboratoire de l'ONEDD ;
- Le laboratoire du service de Parasitologie et Mycologie : CHU Mustapha ;
- Le laboratoire Bactériologie et Microbiologie de l'Institut Pasteur ;
- Le laboratoire de biochimie : CHU Mustapha Pacha.



Figure N° 6 : A gauche, la station 1 (Oued Sidi Ali), à droite la station 7 (source du « Grand Tunnel ») (original).

II.1.3- Matériel utilisé pour les analyses :

Les réactifs, milieux de culture, verreries et appareillages utilisés dans le cadre de ce travail sont détaillés dans l'annexe n° 2

II.1.4- Méthodes d'analyse

II.1.4.1- Les paramètres physico-chimiques analysés :

Le pH :

Le potentiel d'hydrogène est l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau car il nous renseigne sur le caractère agressif ou incrustant d'une eau. (RODIER, 1996), c'est à dire: acidité ou alcalinité.

Le pH est lié à la composition chimique de la solution aqueuse mais aussi à l'activité des organismes vivants y contenant.

La Température:

Selon KHACHEBA (2004), la température a une influence sur l'activité biologique et les réactions chimiques des milieux liquides. Certains rejets industriels sont caractérisés par une température élevée et peuvent ainsi causer une perturbation de la stratification d'un milieu récepteur comme un lac. (THOMAS, 1995).

La Conductivité électrique:

La conductivité électrique est fonction de la concentration en espèces ionisées (cations et anions), elle nous renseigne sur la minéralisation des eaux car il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité.(RODIER,1984) .De plus, la faible vitesse d'écoulement et le temps de contact avec la roche, favorise ainsi la dissolution des sels.

La conductivité électrique augmente avec la température et la salinité

La salinité:

Les principaux sels responsables de la salinité sont; les sels de Calcium, de Magnésium, de Sodium, de chlorure (IFRAH, 2004)

La connaissance du contenu en sels dissous est importante dans la mesure où les espèces aquatiques ne supportent généralement pas des variations importantes en sels dissous et qui peuvent être observés en cas de déversements d'eaux usées.

La mesure du pH, de la température, de la conductivité et de la salinité ont été réalisées le même jour du prélèvement au laboratoire à l'aide d'un appareil multiparamètres.

Les matières en suspension:

D'après GAID (1984) in KHACHEBA (2004), il s'agit de matières non solubilisées (non dissoutes). Elles comportent des matières organiques ainsi que des matières minérales qui rejetées dans le milieu naturel, se sédimentent sur la végétation aquatique et par voie de conséquence, diminue la ré oxygénation de l'eau par photosynthèse.

La détermination des MES s'effectue par filtration sous vide de l'eau à analyser. Les matières ainsi retenues par le filtre seront ensuite séchées à l'étuve (ANONYME, 2009).

La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables chimiquement contenues dans l'eau. Elle est représentative de la majeure partie des composés organiques mais également des sels minéraux oxydables tels que les : sulfures, chlorures) (JOHN, 2001).

La mesure se fait à ébullition en présence de sulfate de mercure d'une quantité connue de dichromate de potassium et d'un catalyseur le sulfate d'argent en milieu fortement acidifié par l'acide sulfurique et cela pendant une période de temps donné durant laquelle l'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (ANONYME, 2009).

La demande biochimique en oxygène (DBO5):

La demande biochimique en oxygène (DBO5) est la masse d'oxygène consommée par des microorganismes afin dégrader par oxydation les matières organiques contenues dans les eaux. Cette dégradation se fait dans des conditions définies et dans un espace de temps donné. Par convention, la DBO5 est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation (OUANOUI, 2007).

La mesure de ce paramètre se fait par l'introduction d'un échantillon d'eau dans une enceinte thermostatée pour être incubé en présence d'air. Les microorganismes présents consomment l'oxygène dissous, l'anhydride carbonique est formé et piégé par l'hydroxyde de potassium. La détermination en oxygène crée une dépression enregistrée par une élévation du niveau de mercure. (ANONYME, 2009)

Les sels minéraux:

D'après AKKOUCHE et MESSAI (2008), les eaux de surface contiennent des proportions variables en sels minéraux et oligoéléments qui constitués de cations et d'anions jouent un rôle important dans l'organisme humain, voire indispensable même vital, de plus, ces éléments sont importants pour le maintien de la flore et la faune des milieux aquatiques.

Les minéraux ont été mesurés à l'aide d'un appareil multiparamètre, et muni d'une sonde multigammes.

a). Le calcium

Selon (RODIER (1971), le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables, il existe surtout à l'état de carbonate et en quantité moindre sous forme de sulfates.

b). Le phosphore

Il joue un rôle important dans le développement des algues, de plus il est susceptible de favoriser leur développement dans les réservoirs (RODIER, 1978).

c). Le magnésium

C'est un élément de dureté qui à partir de certains teneurs, entraîne un goût désagréable (HABES ET MOGDAD, 1998). La teneur en magnésium dépend des terrains traversés et de la composition des roches sédimentaires rencontrées (calcaires dolomitiques) (BANDOUI, 2003).

d). Le sodium, Potassium et Chlorures

Selon Rodier (1971), les teneurs en sodium de l'eau peuvent être extrêmement variables de surcroît, ne présentant pas un danger quelconque, sauf pour les personnes souffrant d'hypertension ou d'insuffisance cardiaque. Toutefois, la qualité des eaux est tout à fait acceptable puisque le sodium est sous forme de trace, presque indétectable.

Le potassium est un élément très réactif avec l'eau. Il se retrouve dans les roches ignées et dans la végétation sous forme de carbonate

Les teneurs en chlorures sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés, en outre, ils présentent l'inconvénient d'attribuer une saveur désagréable à l'eau (BANDOUI, 2003).

II.1.4.2- Les paramètres microbiologiques :

La recherche de germes pathogènes

La qualité bactériologique d'une eau destinée à l'alimentation potable, s'apprécie à partir de la recherche d'un certain nombre de germes, les plus fréquents étant les coliformes totaux (indicateurs de pollution possible) et les coliformes fécaux (témoins de contamination fécale) entre autres l'*Escherichia coli* (HABES et MOGDAD, 1998).

La mesure de la recherche des *Escherichia coli* et des bactéries coliformes est faite par filtration sur membrane, après un essai standard, ils sont transférés en milieu solide après 24 à 48 H d'incubation en aérobic à 36 C° puis à 42C° (ANONYME, 2006).

La recherche de parasites

L'eau est un excellent véhicule pour plusieurs bactéries et parasites pouvant être pathogènes pour l'homme. Parmi les protozoaires ou parasites les plus nocifs, nous retrouvons les Ténias (Œufs d'Helminthes) et le *Cryptosporidium parvum* (H), qui peuvent causer des symptômes tels que ceux du Choléra. La mise en évidence de ces germes doit obligatoirement déclencher des mesures de désinfection et de stérilisation nécessaires afin de préserver la sante publique (Guiraud, 2003).

La méthode utilisée est la méthode Kato-Katz, basée sur la préparation d'un frottis qui sera éclaircit progressivement par la glycine en présence du vert malachite, par filtration (ANONYME, 1998)

II.1.4.3- Les méthodes d'analyse :

Les différentes méthodes utilisées pour l'analyse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques sont illustrées dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°7: Tableau récapitulatif des différentes méthodes utilisées pour l'analyse des paramètres de la qualité de l'eau

Les paramètres analytiques		Méthode d'analyse
Température (C°)	Les paramètres physiques	Multi paramètre
Le potentiel d'hydrogène (pH)		Multi paramètre
La conductivité électrique (CE : $\mu\text{S/cm}$)		Multi paramètre
Les matières en suspension		ISO 11923 : 1997
La demande chimique en O ₂ : DBO ₅ (mg d'O ₂ /l)	Les paramètres chimiques	ISO 5815 -1 : 2003
La demande chimique : oxygène : DCO (mg d'O ₂ /l)		ISO : 6060: 1989
Le sodium		Multi paramètre
Le calcium		Multi paramètre
Le phosphore		Multi paramètre
Le magnésium		Multi paramètre
Les chlorures		Multi paramètre
Le potassium		Multi paramètre
La parasitologie et mycologie	Les paramètres parasitologiques	Filtration
La bactériologie	Les paramètres biologiques	Filtration

Les résultats des différents paramètres mesurés ont été comparés aux normes régissant la potabilité des eaux. Ces normes sont représentées par :

- Les normes nationales de paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine (Journal Officiel de la République Algérienne N°18, du 23 mars 2011) ;
- Les normes nationales des objectifs des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations (Journal Officiel de la République Algérienne N°34, du 19 juin 2011) ;
- Les normes IANOR, Normes Algériennes (NA6360), concernant la potabilité chimique des eaux destinées à la consommation humaine.

II.2- Estimation économique de la valeur du service de purification assuré par les écosystèmes forestiers du sous bassin versant de l'Oued Chiffa

L'Objectif de cette méthode est de donner une estimation de la valeur de purification de l'eau assurée par le couvert végétal de la zone d'étude.

II.2.1- Hypothèses de départ :

- Le couvert forestier assure un certain nombre de services écosystémiques en rapport avec le cycle de l'eau à savoir la régulation et la purification ;
- la qualité des eaux superficielles et de sources se trouvant à proximité ou à l'intérieur du massif forestier de Chréa et bénéficiant pleinement du service de purification fourni ainsi par ce dernier sont de qualité supérieure à celles se trouvant en aval, et par conséquent, ne nécessitent pas le même effort de purification pour les rendre de meilleures qualités et donc potables.

- Quel est le coût de remplacement d'un litre d'eau de la même qualité que celui qui est fourni actuellement par les sources et les cours d'eau de l'Oued Chiffa ?

II.1.2- Méthode d'estimation choisie

La méthode choisie est la méthode basée sur les coûts (MBC), plus précisément **la méthode des coûts de remplacement**.

La MBC fait partie du groupe des méthodes des préférences révélées qui se basent sur les données comportementales réellement observées, et utilisent notamment des techniques qui déduisent les valeurs indirectement du comportement dans les marchés de substitution qui sont supposés avoir une relation directe avec le service écosystémique étudié (ATKINSON, 2012).

La MBC comprend la méthode des coûts de dégradations évitées, la méthode des coûts de remplacement et la méthode des coûts de substitution. Ces méthodes peuvent être utilisées pour estimer la valeur des biens et services forestiers en se basant soit sur les coûts d'évitement des dégradations dues à la perte de biens et services, soit sur les coûts de remplacement des biens et services écosystémiques, soit sur les coûts de fourniture de biens et services de substitution (KING et MAZOTTA, 2000).

Elles sont souvent appliquées pour estimer la valeur de services de protection. Ces méthodes sont bien adaptées aux cas dans lesquels les dépenses liées à l'évitement des dégradations, ou au remplacement ou à la substitution des biens, ont effectivement été, ou seront effectivement, calculées. (Ex : la prévention des inondations, la réduction de l'érosion, la sédimentation d'un barrage ou la purification de l'eau) (MAVSAR *et al.*, 2014).

II.1.3- Démarche méthodologique suivie

Etape N°01 :

- Evaluation de la qualité des eaux de l'Oued Chiffa et de l'eau et de quelques sources se trouvant à proximité ;
- Comparaison de ces critères avec les normes utilisées pour l'eau potable ;
- Estimation de l'effort de purification nécessaire pour les rendre conformes aux critères de potabilité ;
- Estimation de la quantité totale d'eau utilisée (m^3 /an) dans l'approvisionnement des populations riveraines en eau potable.

Etape N°02 :

- Estimation du cout moyen de purification d'un m^3 d'eau distribué au niveau national ;
- Comparaison entre les deux couts et calcul du cout unitaire ($1 m^3$ d'eau) de **purification évité** ;
- Estimation du cout total de purification évité en multipliant le cout unitaire par la quantité totale utilisée pour l'approvisionnement en eau potable des populations riveraines à partir des eaux superficielles de l'Oued Chiffa.

Remarque importante : bien que le service estimé ici, est la purification, les coûts qui seront utilisés dans la présente estimation sont en réalité des coûts d'exploitation qui

comprend les coûts de purification proprement dits ainsi que d'autres charges (salaires et entretien des équipements).

Les données utilisées sont décrites dans le tableau suivant :

Tableau N °8 : Caractéristiques des données utilisées pour l'estimation économique

Donnée	Détails	Détenteur	Mise à jour
Volume d'eau prélevé Prix de production pour le transfert vers le réseau d'AEP	Communication directe du Chef de la station de refoulement d'Oued El Merdja.	ADE de Médéa	2014
Prix moyen de production des eaux destinées à l'AEP à l'échelle nationale.	Exploitation de la bibliographie	Etudes (Yessad, 2009)	2009

Source : réalisé par nos soins

Taux d'actualisation des coûts :

L'actualisation est un processus visant à déterminer la valeur actuelle d'un coût ou bénéfice qui sera reçu dans le futur (MAVSAR *et al.*, 2014)

L'année de référence retenue est l'année 2014, tous les coûts ont été actualisés en fonction de cette année.

Selon l'Office National des Statistiques (ONS) le taux d'actualisation moyen est de 8,5%, c'est cette valeur qui a été retenue dans la présente estimation.

III. Résultats et discussions

III.1- Résultats de l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de l'Oued Chiffa et de ses sources

III.1.1- Les paramètres physico-chimiques

Le pH :

La figure suivante illustre les valeurs du pH en fonction des différentes stations.

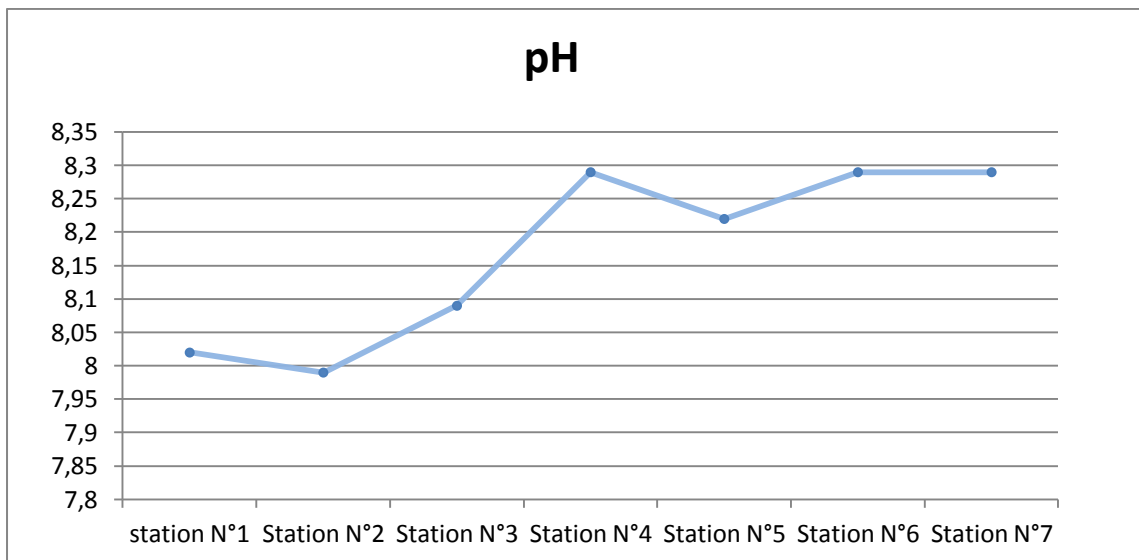


Figure N° 7 : Valeurs du pH de l'eau des différentes stations

Les valeurs de pH des eaux de surface (stations n° 1, 2, 3, 4 et 5) varient entre 7,99 et 8,29. Ces dernières présentent une alcalinité assez faible contrairement à celles des eaux de source (stations n°6 et 7), ceci peut s'expliquer par la nature des roches composant le relief des bassins versant de Chréa et qui sont essentiellement formées de schiste argileux.

Néanmoins, le pH des eaux de surface ainsi que celui des eaux de source restent conformes aux normes des eaux de consommation humaine et des objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations, situés entre 6,5 et 9.

La Température

Les valeurs de température varient entre 20 °C à 21,3 °C et ne dépassent pas les 25 °C (figure 8). La température de l'eau de surface de l'Oued Chiffa ainsi que celle des sources sont donc conformes aux normes des eaux de consommation humaine et des objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations, qui est de 25 °C.

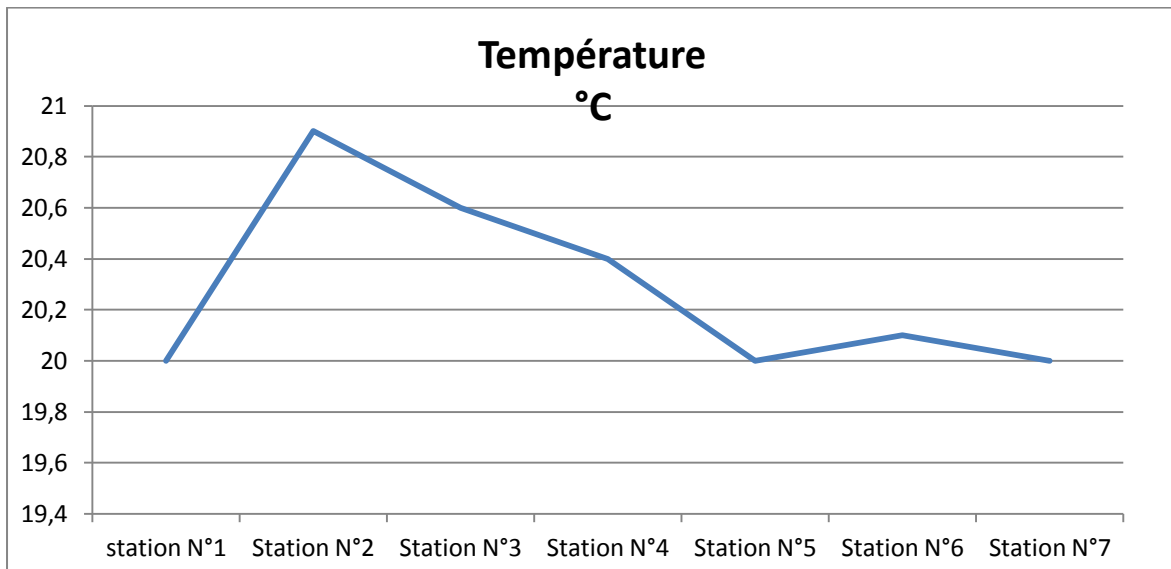


Figure N° 8: Valeurs de la température de l'eau des différentes stations

La Conductivité électrique

Les valeurs de la conductivité électrique (figure 9) varient entre 512 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 1424 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour les eaux de surface (stations n°1, 2, 3, 4 et 5) avec une valeur maximale pour la station 3, suivie de la station 1 et sont relativement élevées par rapport à celles des eaux de source (station n° 6 et 7). Les valeurs plus élevées des eaux de surface sont probablement dues à leur charge en sels libérés par l'action de l'écoulement des eaux et également à la nature lithologique des terrains traversés par l'Oued Chiffa.

Néanmoins, ces valeurs ne dépassent pas les 2800 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et restent donc conformes aux normes des eaux de consommation humaine et des objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable pour les populations.

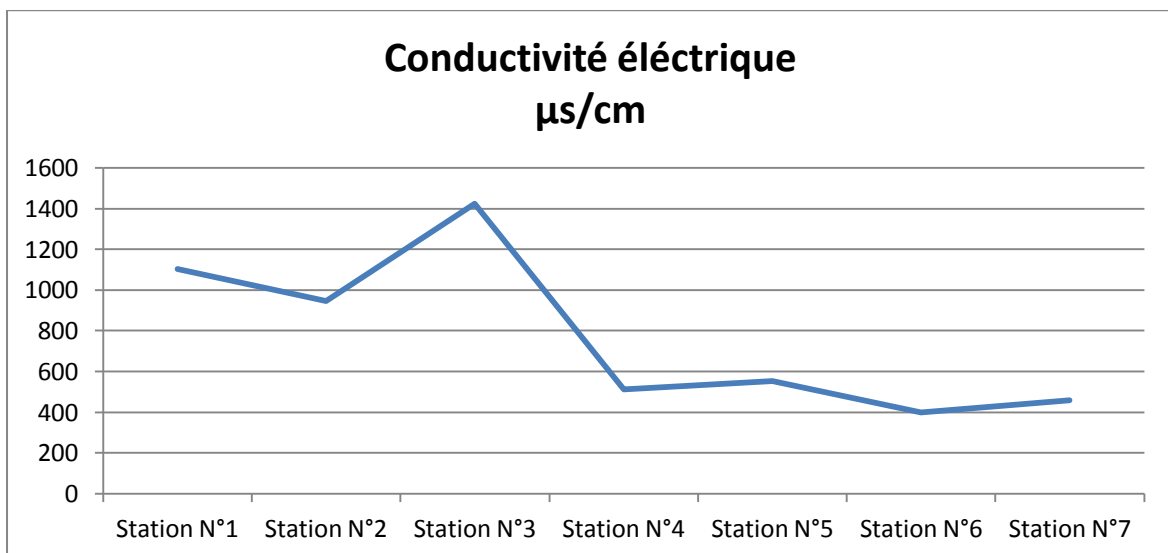


Figure N° 9 : Valeurs de la Conductivité électrique de l'eau des différentes stations

La conductivité électrique permet également une appréciation de la minéralisation, le tableau ci-dessous indique cette relation et permet de classer les différentes stations échantillonnées selon ce paramètre (commenter plus, pourquoi 1, 2 et 3 ont la plus forte minéralisation).

Tableau N°9: Minéralisation des eaux en fonction de la conductivité

Conductivité électrique (µs/cm)	Minéralisation	Appréciation
CE < 100	Très faible	
100 < CE < 200	Faible	
200 < CE < 333	Peu accentuée	
333 < CE < 666	Moyenne	4, 5, 6 et 7
666 < CE < 1000	Importante	2
CE > 1000	Elevée	1 et 3

Source : RODIER, 2009

D'après la relation qui existe entre la conductivité électrique et celle de la minéralisation, nous constatons que les stations 04, 05, 06 et 07, présentent une minéralisation moyenne, contrairement à celles des stations 01, 02 et 03). Cette forte minéralisation peut s'expliquer par la présence de fortes teneurs en sels dissous contenus dans ces eaux.

La salinité

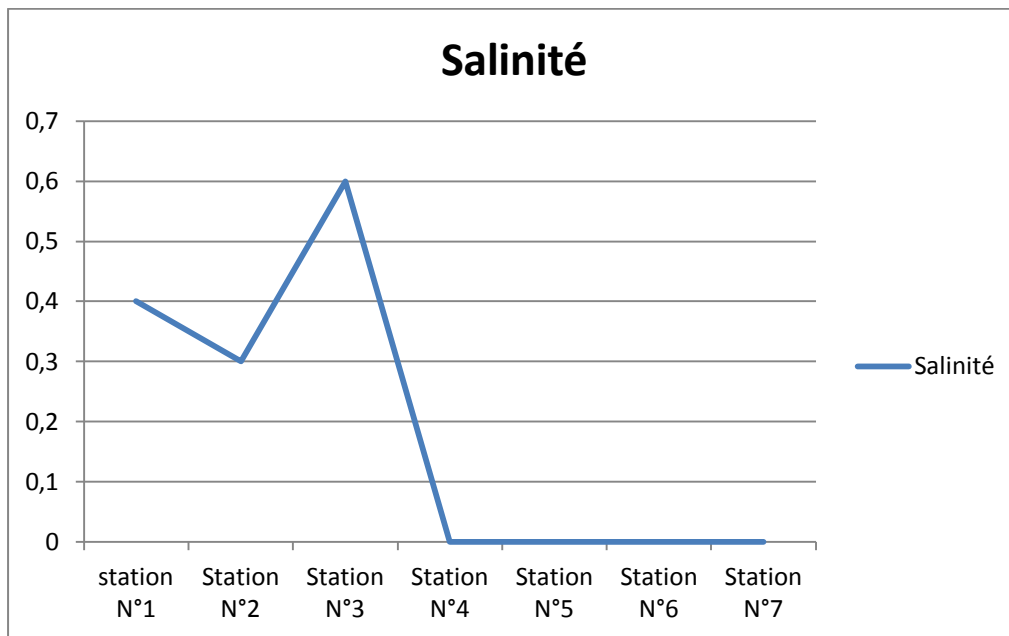
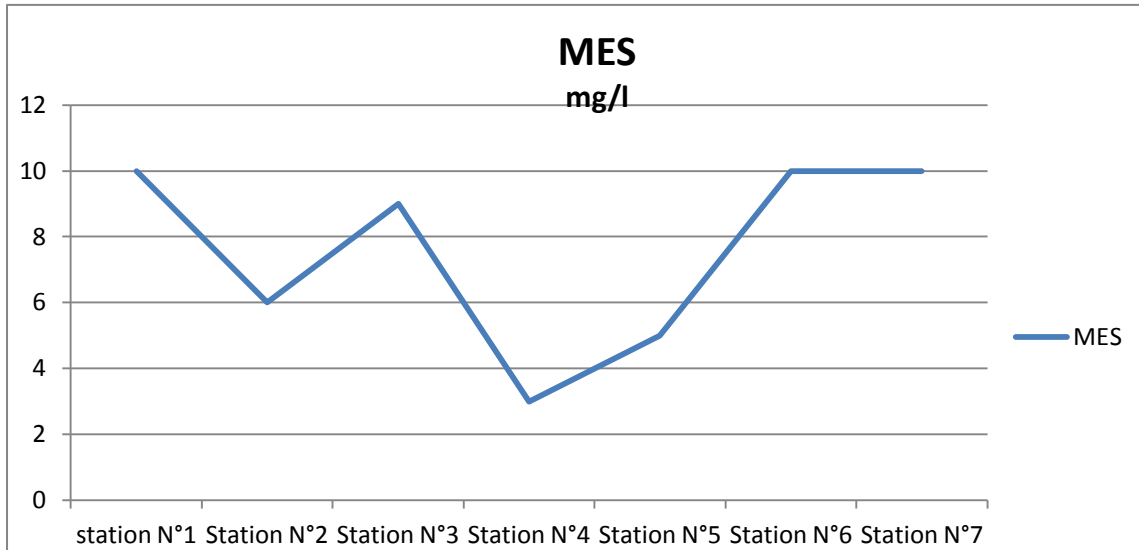


Figure N° 10 : Valeurs de la salinité de l'eau des différentes stations

Les résultats de la salinité concordent avec les valeurs de CE, les stations 1 et 3 présentent les valeurs les plus élevées avec 0,3 et à 0,6 mg/l, Le reste des stations recèlent de faibles teneurs en sels dissous.

Les matières en suspension



La figure N° 11 : courbe des MES en fonction des différentes stations.

Les teneurs en MES varient entre 3 mg/l à 10 mg/l pour les eaux de surface (stations n° 1, 2, 3,4 et 5) et présente une moyenne de 10 mg/l pour les eaux de source (station n° 6 et 7). Ces valeurs sont dues aux matières minérales ou organiques charriées suite aux pluies déversées survenues quelques temps avant le prélèvement de nos échantillons (2 semaines).

Néanmoins, ces valeurs restent donc conformes aux normes des eaux de consommation humaine et des objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations, qui est de 25 mg/l.

La demande chimique en oxygène (DCO)

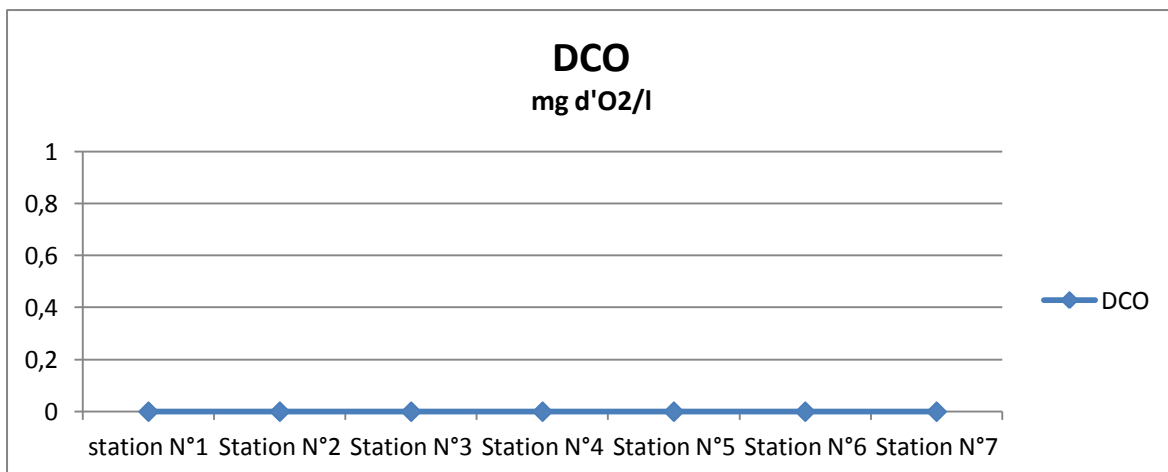


Figure N° 12 : Evolution de la DCO en fonction des différentes stations.

Les valeurs de DCO trouvées sont extrêmement faibles, pratiquement à l'état de traces et ce, pour l'ensemble des stations.

Ces faibles teneurs en DCO traduisent l'existence de faibles quantités de matières oxydables, due à la quasi-absence de matières chimiquement polluantes dans les eaux de l'Oued Chiffa.

Ces valeurs restent bien en dessous des normes internationales des eaux de consommation humaine dont la valeur limite est de 10 mg d'O₂/l de plus des objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations, qui est de 30 mg d'O₂/l.

La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La figure N° 13 montre des valeurs de DBO₅ extrêmement faibles (traces) à 3 mg d'O₂/l et cela pour les eaux de surface des stations n°1, 2 et 3, contrairement aux reste des stations, à savoir les stations (n°4,5,6 et 7) dont les valeurs oscillent entre 4 mg d'O₂/l et 7 mg d'O₂/l.

Sachant que ce paramètre traduit la présence d'une activité microbienne, généralement liée à la présence des matières d'origine fécale (humaine ou animale), les teneurs très faibles constatées pour les 3 premières stations peuvent s'expliquer par la forte teneur en sels dissous qui ont, probablement, inhibé la présence de bactéries ou du moins, freiner leur activité dans ces eaux

Cependant, toutes les valeurs trouvées restent bien en dessous des normes internationales des eaux de consommation humaine dont la valeur limite est de 6 mg d'O₂/l et de celles de la qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations, situés entre 7 et 3 mg d'O₂/l.

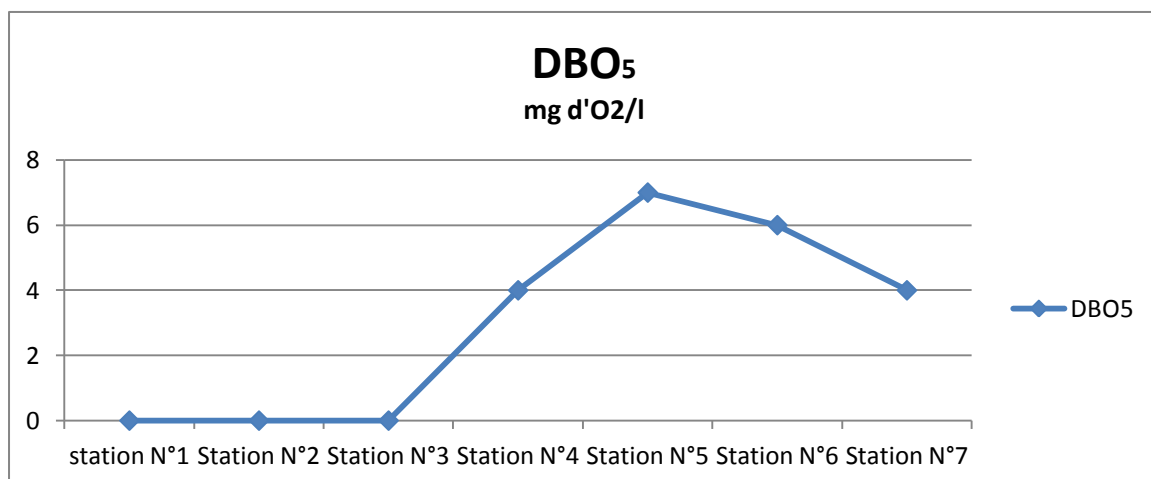


Figure N° 13 : Evolution de la DBO₅ en fonction des différentes stations.

Les sels minéraux

a). La Calcium (Ca)

La figure N° 14 montre des teneurs faibles en calcium pour les eaux de source (stations n° 6 et 7), contrairement à celles des eaux de surface (station n° 1, 2, 3, qui oscillent entre 19 mg/l et 153 mg/l.

Ces valeurs sont conformes aux normes nationales des eaux de consommation humaine dont la valeur limite est de 200 mg/l.

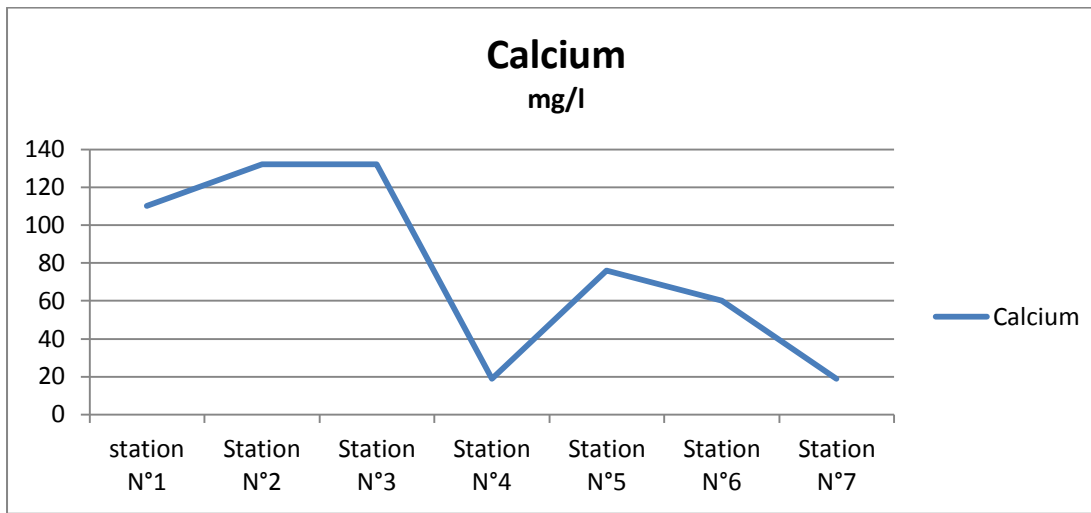


Figure N° 14 : Teneurs en calcium de différentes stations.

b). Le phosphore

La figure N° 15 montre des teneurs faibles en phosphore et ceci pour les eaux des différentes stations (eaux de surface et de source) et sont conformes aux normes nationales des eaux de consommation humaine dont la valeur limite est de 5mg/l de plus des objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations, situés entre 10 et mg/l.

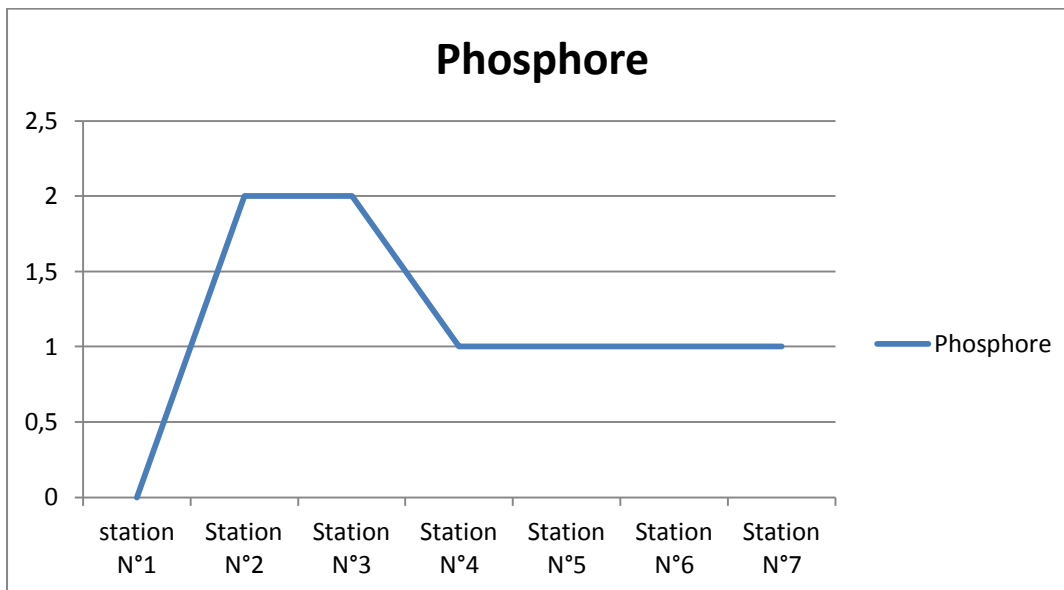


Figure N° 15 : teneurs en phosphore en fonction des différentes stations.

c). Le Magnésium

La figure N° 16 montre des teneurs faibles en magnésium et ceci pour les eaux de source (station n° 6 et 7) contrairement à celles des eaux de surface (station n° 1,2,3,4 et 5) dont les teneurs sont plus au moins importantes avec des concentration fluctuant entre 2 mg/l à 59 mg/l. La qualité des eaux est donc tout a fait acceptable puisqu'elles ne dépassent pas les normes internationales de l'eau destinée à la consommation humaine pour une concentration maximale admissible de 50 mg/l, à l'exception de la station 3.

Cependant, la station n° 3, la teneur dépasse la norme fixée, ceci peut probablement s'expliquer par la nature des roches calcaires de ce site (appelé justement Oued El Djir) et qui ont libéré des cations de Mg^{++} au cours des fortes pluies précédant la période de nos prélèvements et les charriant tout le long de l'oued Chiffa..

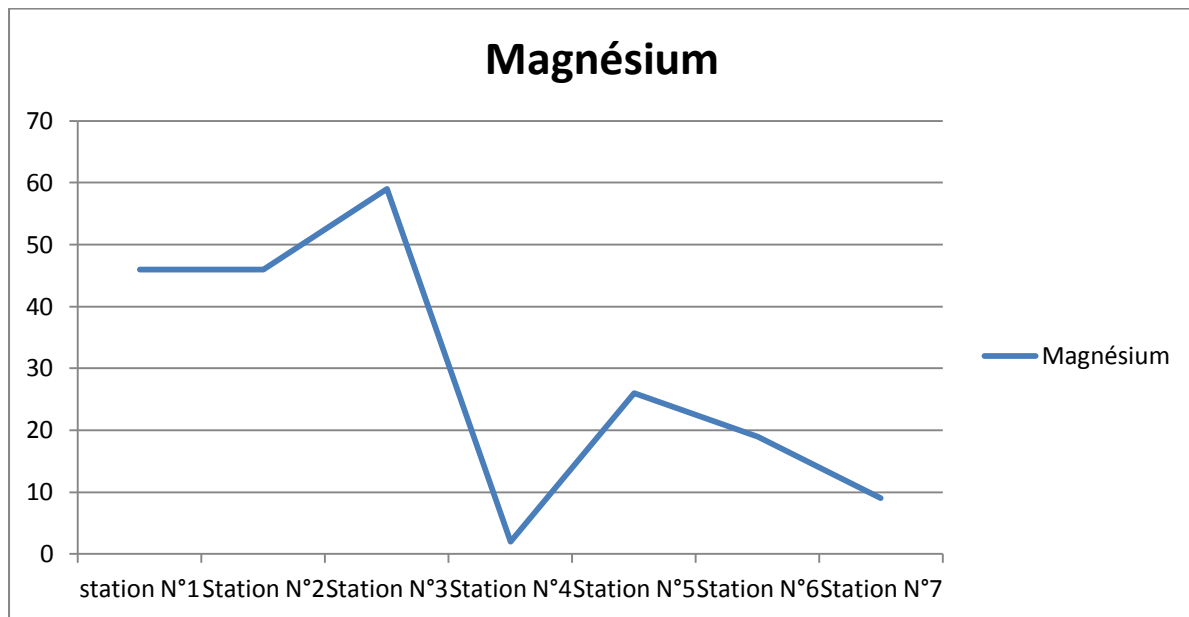


Figure N° 16 : Evolution du magnésium en fonction des différentes stations.

d). Le Sodium, Potassium et Chlorures

Le tableau ci-dessous montre que le sodium, le potassium et les chlorures sont présents sous forme de traces dans les échantillons analysés, et sont bien en deçà des valeurs limites admises par les normes nationales pour les eaux de consommation humaine de surface

Tableau N° 10 : teneurs des éléments minéraux au niveau des différentes stations

Paramètres	Station 01	Station 02	Station 03	Station 04	Station 05	Station 06	Station n 07	Norme nationale
Sodium (meq/l)	0	0	0	0	0	0	0	200 mg/l.
Potassium (meq/l)	0	0	0	0	0	0	0	12 mg/l.
Chlorures (meq/l)	0	0	0	0	0	0	0	500 mg/l

III.1.2- Les paramètres microbiologiques

La recherche de germes pathogènes

Les résultats de l'analyse bactériologique sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau N° 11 : Résultats de l'analyse bactériologique des stations échantillonnées

Paramètres	Type de bactérie trouvée
Station n°01	Présence de bactérie type : <i>Achromobacter xylosoxidans sbsp.xylosoxidans</i> présentes dans les milieux aquatiques; pathogène surtout pour les personnes souffrantes de fibroses kystique. Absence de <i>E.coli</i>
Station n°02	
Station n° 04	
Station n° 03	Présence de bactérie type : <i>Serratia liquefaciens</i> rarement pathogène. Absence de <i>E.coli</i>
Station n° 05	Présence de bactérie type : <i>Aeromonas</i> groupe <i>hydrophila</i> , qui peut être pathogène pour les poisson, amphibiens, mais se présentes dans leur milieu naturel. Absence de <i>E.coli</i>
Station n° 06	
Station n° 07	Présence de bactérie type : <i>Acinobacter beamanii:haemolyticus</i> , qui est régressive, pas dangereuse sauf pour les personnes immunodéprimées ; Absence de <i>E.coli</i>

D'après les résultats de l'analyse précédente, nous pouvons affirmer que les eaux de la zone d'étude sont de très bonne qualité bactériologique et sont leur utilisation pour la consommation humaine ne présente aucun danger sur la santé des populations.

La recherche de parasites

Tableau N° 12 : Résultats de l'analyse parasitologique des stations échantillonnées

Paramètres	Station n° 01	Station n° 02	Station n° 03	Station n° 04	Station n° 05	Station n° 06	Station n° 07
Recherche d'œufs d'helminthes	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Recherche de <i>Cryptosporidium sp</i>	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence

D'après les résultats de l'analyse parasitologique de nos échantillons, nous constatons qu'il y a absence de parasites humains (œufs d'helminthes et *Cryptosporidium sp.*).

Bien qu'aucune valeur-guide n'existe dans les normes nationales sur les *cryptosporidium sp*, l'absence de *Escherichia coli* et des entérocoques appelés également : "germes précurseurs" signifie que l'eau est de bonne qualité microbiologique.

Cependant, pour écarter toute suspicion de contamination de nos eaux par ces parasites susceptibles d'être nocifs pour la consommation humaine, nous avons procédé à leur analyse et qui s'est révélée négative.

III.1.3- Analyse comparative de la qualité des eaux de l'Oued Chiffa

Plusieurs études portant sur les analyses physicochimiques et biologiques des eaux de l'Oued Chiffa ont été déjà réalisées :

- La première a été réalisée en collaboration avec la Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Blida (DHW) et l'Entreprise Nationale des Etudes Hydrauliques (ENHYD), durant

l'année 2003, dans le cadre du captage des eaux de surface de l'Oued Chiffa afin de renforcer l'alimentation en eau potable de la ville de Blida (ENHYD, 2009).

- La deuxième, a été menée par l'INRH de Blida en collaboration avec le bureau d'études Canadien (TECSULT CAMPAGNIE), durant l'année (2009 - 2012), dans le cadre d'un projet d'assainissement du bassin versant de Mazafran. Le projet s'est axé sur l'évaluation et l'appréciation de la qualité des eaux de surface du bassin versant du Mazafran ainsi que de ses affluents.

Le tableau suivant permet la comparaison entre les résultats des deux études et celle que nous avons réalisé dans le cadre de ce mémoire.

Tableau N° 13 : Tableau récapitulatif et comparatif des analyses de la qualité des eaux de l'oued Chiffa

Paramètres physicochimiques	Unité	Entreprise Nationale des Bureau d'études (2003)		TESCULT Campanie (Oued Chiffa)		Notre analyse (Moyenne) 2015	Norme Algérienne
		2e tunnel	Oued Chiffa	2009	2012		
Température de l'eau	C°	13,80	13,80	22,3	33,2	20,28	25
Ph eau	-	7,40	7,25	8,33	7,74	8,17	6,5 - 9
O2 dissous		-	-	112	0	-	30- 70
CE (25C°)	uS/cm	1280	1255	570	1,02	768,14	2800
DCO	mg/l	-	-	53	122,2	< 30	30
DBO5	mg/l	-	-	16	100	3	3-7
MES	mg/l	-	-	116	330	7,57	25
Calcium Ca	mg/l	96,00	96,50	-	-	78,28	200
Cuivre Cu	mg/l	-	-	-	0,03	-	0,05-2
Cadmium Cd	µg/l	-	-	-	0,00	-	5
Plomb Pb	µg/l	-	-	-	0,00	-	5- 10
Zinc Z n	µg/l	-	-	-	0,03	-	5
Chrome Cr	µg/l	-	-	-	0,00	-	50-100
Fer Fe	mg/l	-	-	-	0,03	-	-
Manganese Mn	mg/l	-	-	-	0,196	-	0,05-1
Selenium Se	µg/l	-	-	-	0,00	-	10
Magnésium Mg	mg/l	73,00	73,50	-	-	29,57	150
Sodium Na	mg/l	65,00	62,50	-	-	0	200
Potassium K	mg/l	1,00	1,00	-	-	0	12
Chlorures Cl	mg/l	55,00	50,00	-	-	0	500
Sulfates SO4	mg/l	185,00	184,00	-	-	-	400
Bicarbonates HCO3	mg/l	580,00	587,00	-	-	-	-
Carbonates CO3	mg/l	00,00	00,00	-	-	-	--
Silicium Si	mg/l	15,00	15,20	-	-	-	-
MO	Mg/l O2	2,10	2,15	-	-	-	3
Nitrates NO3	mg/l	3,80	3,50	0,12	0,7	-	50
Nitrites NO2	mg/l	0,03	0,03	0,91	0,006	-	0,10
Ammonium NH4	mg/l	00,00	00,00	0,26	19,1	-	0,50
Phosphates PO4	mg/l	00,00	00,00	0,49	22	-	-

Phosphore P	-		-	-	-	1,14	5-10
Dureté totale	mg/l	540,00	543,00	-	-	-	200
Coliformes totaux	NPP/10 0ml	160	160	-	-	Absence	Absence
Coliformes fécaux	NPP/10 0ml	0	0	-	-	Absence	Absence
Streptocoques fécaux	NPP/10 0ml	160	160	-	-	Absence	Absence

La comparaison des résultats réalisés par les différents organismes avec ceux de notre expérimentation, montre que les eaux de l'Oued Chiffa est globalement de bonne qualité, cependant, les valeurs de 2012 rapportées par l'INRH, montre une détérioration de la qualité des eaux qui restent non conformes aux normes. Cette détérioration peut être expliquée par plusieurs hypothèses telles qu'une diminution des débits et donc une concentration en polluants,

Par ailleurs, il nous paraît utile de mentionner que la deuxième étude portant sur l'Oued Mazafran a permis de montrer que plus on se dirige vers l'aval, autrement dit, vers l'Oued Mazafran, et plus ce dernier se charge en polluants organiques d'où les fortes concentrations en DCO et DBO₅, de plus, il présente un appauvrissement du milieu aquatique en oxygène. Par conséquent, l'aptitude de l'Oued à s'auto-épurer devient moindre, due à une pollution importante.

En résumé, l'Oued Chiffa est alimenté en amont, par les eaux des affluents possédant une qualité assez bonne, contrairement à la partie aval, où les eaux se chargent en polluants à des degrés plus au moins différents, dus aux activités agricole et industrielles localisés au niveau du Mazafran.

Enfin, l'évaluation de la qualité des eaux drainées par les cours d'eau est un processus continu et doit faire l'objet d'une surveillance environnementale soutenue.

III.2- Résultats de l'estimation économique de la valeur du service de purification assuré par les écosystèmes forestiers du sous bassin versant de l'Oued Chiffa

Tableau N° 14 : Résultats de l'estimation du service purification de l'eau

Coûts d'exploitation de l'eau destinée à l'AEP	coût d'exploitation national actualisé		Coût d'exploitation de la zone pilote (station de captage) actualisé	Différence entre les coûts d'exploitation (coûts de purification évitée)
	2009*	2014		
Coûts unitaires actualisés/2014 (DZD/m ³)	35,8	53,83	22	31.83
Volume d'eau transféré (m ³ /an)			4 927 500	
Coût d'exploitation annuel (DZD/an)			108 405 000	156 846 806,60

*Année de collecte de la donnée.

A partir du tableau précédent le coût de purification évité est apparu que le service de purification fourni par le couvert boisé de la zone pilote a permis d'économiser annuellement le montant de **156 846 806,60 DZD** sous forme **de coûts de purification évitée**, ce qui représente un montant considérable et permet d'économiser des ressources financières importantes.

Discussion générale

Les écosystèmes forestiers qui recouvrent les bassins hydrographiques en Algérie jouent un rôle majeur dans la régulation et la purification des flux hydriques qui traversent ces entités hydro-géomorphologiques. Cette fonction est d'autant plus importante que notre pays se situe dans l'une des régions du monde où l'eau deviendra une ressource de plus en plus rare, en raison de la combinaison de facteurs naturels (climat à tendance aride et soumis aux aléas des changements climatiques à venir) et humains (démographie, accroissement des besoins en eau)

Dans le cadre de cette étude, nous sommes partis de l'hypothèse que la forêt joue un rôle majeur pour assurer l'un de ces deux services à savoir la purification de la ressource "eau".

L'approche par l'étude de la qualité des eaux de l'Oued Chiffa, un des principaux cours d'eau qui traverse le Parc National de Chréa, a confirmé cette hypothèse. Les résultats obtenus de l'analyse des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux de l'Oued Chiffa, ont montré qu'à l'amont de ce cours d'eau, qui dans une situation de préservation du couvert boisé, une qualité assez conforme par rapport aux normes établies par les organisations sanitaires concernant la potabilité des eaux de consommation humaines.

Ainsi, La qualité de ces eaux peut s'expliquer par l'existence d'une aire protégée au niveau du Parc de Chréa dont cette dernière a assuré l'épuration de ces eaux. En effet, d'après TANDJIR (2012), le mouvement perpétuel des eaux courantes, des eaux de pluies, des lacs ou issues de la fonte des calottes glaciers, rendent de nombreux services écologiques et économiques entre autres, l'épuration de l'eau, car au cours du cycle de l'eau, cette dernière entre dans les processus d'altération et d'érosion, de transport se chargeant en matières minérales et de dépôts de matériaux à la surface. De plus, cette épuration est assurée par les forêts dont leur rôle sur la qualité de l'eau devrait être un des enjeux principaux de la gestion forestière et qui est l'occupation du sol la plus intéressante afin de garantir une eau de qualité dans les zones de captage puisqu'elles agissent sur les cycles biogéochimiques. Les peuplements en place, leur âge, leur composition, le type de gestion appliquée influent sur la qualité de l'eau, comme il a été montré lors du colloque SYLVAME en novembre 2010.

Pour étayer l'importance de la forêt, une approche par l'estimation économique du service de purification a permis également de mettre en évidence l'importance monétaire en jeu. De manière générale, les valeurs trouvées ont montré que les services éco systémiques rendus par le couvert végétal du parc National de Chréa, procuraient des bénéfices sociaux considérables, totalement ignorés, car n'ayant jamais fait l'objet d'estimation économique en tant que tels. Ces bénéfices sont, probablement sous-estimés, en raison des insuffisances méthodologiques imputable au fait qu'il s'agit là d'une première expérience, qu'il conviendrait de rééditer afin d'en affiner les résultats.

Conclusion et recommandations

L'objectif de la présente étude est de mettre en évidence le rôle que jouent les écosystèmes naturels du Parc National de Chréa dans la fourniture de biens et services indispensables au bien-être des populations humaines, à travers l'étude du cas spécifique du service de purification de l'eau assuré par le sous bassin versant de l'Oued Chiffa,

Pour cela, nous avons adopté deux approches méthodologiques :

- La première, classique, est basée sur l'évaluation de la qualité des eaux de ce cours d'eau à travers des analyses physico-chimiques et microbiologiques réalisés sur des échantillons prélevés sur plusieurs sites répartis le long du cours d'eau et sur des sources alimentant l'Oued Chiffa
- La deuxième est novatrice et est basée sur l'estimation économique de ce service par le biais de la quantification de l'effort de purification évité.

Les résultats de l'analyse de la qualité des eaux de l'Oued Chiffa ont montré que ces dernières sont de bonne qualité et répondent aux normes de potabilité et sont donc exploitables sans avoir besoin d'investir un grand effort dans leur traitement en vue de leur distribution pour la consommation de la population.

Les résultats de l'estimation économique a permis de traduire en unités monétaires cet effort évité et fourni gratuitement par l'écosystème forestier.

Ce « gisement » de bénéfices, devraient être portés à la connaissance de tous les gestionnaires et acteurs des milieux et des ressources naturelles, quelle que soit leurs niveaux d'intervention, afin de les refléter dans les pratiques de gouvernance : de la prise de décision nationale à l'acte de gestion local.

C'est pour cette raison, qu'une gestion de ces écosystèmes forestiers s'impose comme une exigence par la mise en œuvre d'une véritable politique globale et appropriée visant à protéger les bassins versants ainsi que la mise en valeur intégrée des zones de montagnes afin de préserver les ressources en eau pour une bonne gouvernance de cette dernière, tout en se basant sur l'amélioration de la coordination intersectorielle et la transparence des institutions concernées; telles que: le Ministère des ressources en eau, l'agence nationale des gestion intégrée des ressources en eau, l'ANRH, l'ANBT, les DH, les ADE, ONA, les DHW, l'AHB, le Ministère de l'environnement....

Bibliographie

-Acreman M., 2000 .L'hydrologie des zones humides. In Conservation des zones humides méditerranéennes. Publications MedWet, Tour du Valat, 104 p.

- Agence Nationale des ressources hydrauliques de la wilaya de Blida.,2012a. Contrôle de la qualité des eaux de l'oued Mazafran et ses affluents (Bassin versant de l'oued Mazafran) (site pilote: partie Wilaya Blida). 180 p.

- Agence Nationale des ressources hydrauliques de la wilaya de Blida.,2012b. Contrôle de la qualité des eaux de l'oued Mazafran et ses affluents (Bassin versant de l'oued mazafran) (site pilote: partie Wilaya Blida). 58 p.

- Agence Nationale des Barrages et Transfert., 2010.Les potentialités en eau superficielle. 4p.

-Agence National des ressources hydriques Blida,. 1988.Annuaire hydrologique de l'Algérie. 250p.

-Aissani F et Gouasmia F., 2009. Evaluation de la qualité de l'eau du réseau hydrographique de l'oued El Harrach. Ing. Ecologie animale. Bab Ezzouar, Alger, 43p, annexes.

-Akkouche A. Messai T ., 2008.Etude comparative des différentes sources d'eau minérale Algérienne et de l'eau potable de la Wilaya d'Alger. Ing. Nutrition et alimentation Vegétale. INA, Alger, 68p, annexes.

-Algérienne des eaux de Blida, 2010. monographie de blida , 13p.

- Angelier E., 2001.Ecologie des eaux courantes, Edition Technique et document. 179 p.

-Anonyme., 2009. Technique d'analyse des eaux de boisson. EPEA.Kouba, 85p.

-Anonyme.,2010.Document d'orientation technique sur la valeur de l'eau. Le Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement. Worley Parsons Canada Ltd. et par Economics for the Environment Consultancy Ltd, 126 p.

- Annuaire statistique Wilaya de Blida., 2011. 8p.

-Atkinson, G., Bateman, I., Mourato, S., 2012. Recent advances in the valuation of ecosystem services and biodiversity. Oxford review of Economic Policy 28(1): 22-47.

-Bandoui M. L., 20113.Caractéristiques hydrochimiques et isotopiques des eaux des sources du parc national de chréa. Mém. Master 2. Hydraulique. Saad Dahlab . Blida, 55p, annexes.

-Biot Y. ; Gracia C., 2011.Le cycle hydrologique en un coup d'oeil : eau bleue, eau verte. In : What Science CanTell Us. L'eau pour les forêts et les hommes en région méditerranéenne : un équilibre à trouver. Y. Biot, C. Gracia et M. Palahi (eds), EFI. Pp : 17-21.

-Biot, Vallejo R. L'eau verte, élément indispensable des processus intervenant dans les écosystèmes forestiers, et de leurs fonctions. In : What Science CanTell Us. L'eau pour les forêts et les hommes en région méditerranéenne : un équilibre à trouver. Y. Biot, C. Gracia et M. Palahi (eds), EFI. Pp : 73-78.

-Biot Y. ; Gracia C., 2011.Le cycle hydrologique en un coup d'oeil : eau bleue, eau verte. In : What Science CanTell Us. L'eau pour les forêts et les hommes en région méditerranéenne : un équilibre à trouver. Y. Biot, C. Gracia et M. Palahi (eds), EFI. Pp : 11-13.

- Bokhari S.E., 1992. Traitement des pluies et débits sur deux impluviums de la Mitidja. Mém.Ing.Hydraulique. INA.Alger, 42p, annexes.

- Boukella D., 2003. Analyse fréquentielle et essai de cartographie des hauteurs des pluies dans la région de la mitidja. Mém.Ing.hydraulique.INA. Alger. pp: 36-10, annexes.

-Bousbiha S. R et Rachid A., 2000. Etude comparative des propriétés physico chimiques et classification des différents prises d'eau du grand Alger . Ing. Nutrition alimentaire. INA, Alger, 61p, annexes.

- BRIHI S. CHIKHAOUI S., 1998. Fréquence des parasitoses intestinales chez l'enfant. DEUE. Biologie, Bab Ezzouar. Alger, 75p.

-Bureau National des études Forestières. 1984. Parc National de Chréa (Etude du milieu). 150p.

- Calder I., Hofer T., Vermont S. et Warren P., 2007 .Vers une nouvelle compréhension des arbres et des forêts. *Unasylva*, Revue internationale des forêts et des industries forestières (FAO), Vol. 58, N° 229 : 3-10

-Chanane.S.,2011 . l'étude comparative des paramètres physicochimiques et microbiologiques des eaux de sources du parc national de chréa, Mém Master 2, 81p.

-Chevassus-au-Louis B. ; Salles JM. ; Pujol JL ; Bielsa S. ; Richard D. et Martin G (2009). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. Rapport du groupe de travail du Centre d'Analyse stratégique (www.strategie.gouv.fr), 378 p.

- Chouhmama A et Gherrak M., 1994. Caractérisation de l'agressivité climatique de quelques stations du bassin versant "Cotier algérois".Mem. Ing. Hydraulique. INA. Alger, 112p, annexes.

-Decamps H., 1997.La vie dans les cours d'eau . Call "Que sais-je?"P.U.F. Paris.1452 p.

-Direction des études d'aménagements hydrauliques. Coopération Technique belge.,2013; Gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin hydrographique cotier Algérois. Rapport de mission. pp: 11- 12.

- Direction de l'hydraulique de Blida., 2009. Etude des captages des sources d'eaux de l'oued Chiffa, hydrologique complémentaire. 72p.

- Direction de l'hydraulique de Blida., 2004. Etude des captages des sources d'eaux de l'oued Chiffa, Mission 1 "Etude de la qualité de l'eau". 61p.

- European Environment Agency (EEA), 2012. Towards efficient use of water resources in Europe, EEA Report No 1/2012. Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg, 60 p.

- European Environment Agency (EEA), 2012 . Towards efficient use of water resources in Europe. EEA Report No 1/2012. Imprimé par Rosendahls-Schultz Grafisk, Luxembourg, 70 p.

- Gaid A., 1984. Épuration biologique des eaux usées urbaines . Tome II. Ed. Office des publications universitaires, Alger, 231p.

- Gallart F. ; Berliner P., 2011 . Hydrologie des écosystèmes méditerranéens. In : What Science Can Tell Us. L'eau pour les forêts et les hommes en région méditerranéenne : un équilibre à trouver. Y. Birot, C. Gracia et M. Palahi (eds), EFI. Pp : 59-63.

- Gayraud S., 2001 . Les sédiments du lit des cours d'eaux: quantification de leur influence sur les peuplements set de macroinvertévrés par une approche multi sites. Doctorat. Université Claude Bernard. Lyon, 157p.

- GIEC, 2007: Climate Change, 2007 . Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working GroupII to the Earth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate Change. Parry, Canziani, Palutikof, Van der Lingen, et Hanson (Edt.), Cambridgr University Press.

- Habes A.R et Mogdad H., 1998. Analyse et controle des eaux potables du gouvernorat du grand Alger. Ing.Technologie alimentaire. INA.ALger, 76, annexes.

- Ifrah.L., 2003. Qualités des eaux superficielles du bassin versant du chelif. Ing. hydraulique. INA.Alger, 57p, anenxes.

- Invest in Algeria (wilaya de Blida)., 2013. 24p.

- John.W., 2001. Acids sitmulated phosphate uptake by activated sludge microorganisms under aerobic laboratory conditions. Wat. Res, 4233p

- King, D., Mazzotta, 2000. Ecosystem valuation. [URL: <http://ecosystemvaluation.org/>]

- Massicotte E. (2012). Evaluation de la valeur économique des biens et services écologiques : Démarche, méthodes et exemple du lac Brompton. Essai présenté pour l'obtention du grade de Maître de l'Environnement. Université de Sherbrooke. Canada, 91 p.

- Matteucci G.; Vanclay J.; Martin-Vide J., 2011. Les zones forestières influencent-elle le régime des pluies, In : What Science CanTell Un. L'eau pour les forêts et les hommes en région méditerranéenne : un équilibre à trouver. Y. Birot, C. Gracia et M. Palahi (eds), EFI. Pp : 33-38.

- Mavsar R., 2011 . Equilibrer la repartition de l'eau entre les écosystèmes, les biens et services et les hommes. In : What Science CanTell Us. L'eau pour les forêts et les hommes en région méditerranéenne : un équilibre à trouver. Y. Birot, C. Gracia et M. Palahi (eds), EFI. Pp : 104-109.

- Mavsar R., Herreros F., Varela E., Gouriveau F. et Duclerq M., 2014 .Méthodes et outils d'évaluation socio-économique des biens et services rendus par les écosystèmes boisés méditerranéens. Projet FFEM/Plan Bleu, composante 2. CTFC et EFIMED. 113 p.

- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) 2005. Ecosystems and human well-being. Synthesis, Ed. Island Press, Washington, DC, 155 p.

- Ministère des ressources en eau.,200. Etude de captage des sources de l'oued chiffa. pp: 7-17.

- MOUAS A. et BENACHOUR S., 2010. Etude de la pollution des eaux superficielles de l'oed Mafaran. Ing. Ecologie Végétale. Bab El Bezzouar, Alger, 65p, annexes.

- Norme NF-ENISO 9308. notice mode opératoire methode de recherche et dénombrement de Eschirechia Coli et les coliformes. 3p.

- Ouanouki B., 2003 . Cours de traitement des eaux. Doc. polycop., INA, Alger.

- ONS, 2009. résultats du recensement général de la population et de l'habitat 2008 (ménages ordinaires et collectifs), WWW.OS.DZ

- Parc National de Chréa., 1999a. Plan de gestion du Parc national de Chréa. 66p.

- Parc National de Chréa., 1999b. 3eme seminaire National sur les plans de gestion des parcs. 25p.

- Prokofieva I. et Palahi M. (2008). Classifying forest goods and services in view of designing appropriate policy instruments. EFI annual Conference 2008: Adaptation of forest landscape to environmental changes. Orvieto, Italie.

- Ranganathan J. ; Raudsepp-Hearne C. ; Lucas N. ; Irwin F. ; Zurek M. ; Benett K. ; Ash N. et West P. 2008 .Services d'écosystèmes, guide à l'attention des décideurs. World Ressources Institute (WRI). 96 p.

- RODIER J., 1971. L'analyse physicochimique de l'eau, eaux naturelles, eaux residuaires, eau de mer. Ed. Dumond. p1335.

- RODIER J., 1996. l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux residuaires, l'eau de mer. 8 eme ed. Dumod, Paris 1539p.

- RODIER. J., 2009. L'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer : physico-chimie, bactériologie et biologie », 9 ième édition, Dumod, Paris.

- Sadoff C.; Muller M., 2010. Gestion de l'eau, Sécurité en eau et Adaptation au Changement Climatique: Premiers effets et mesures essentielles. Global Water Partnership (Comité Technique), TEC Background Papers, NO 14, 100p.

- Si Youcef. M., 2013 . Séminaire eau et sécurité alimentaire en méditerranée: eau et sécurité alimentaire en algérie. Montpellier, france, 73p.

- Tandjir. L., 2012 . Les eaux et leurs effets subtils sur l'environnement. Niagara falls (church F.E; 1857), Algérie, 181p.

- Thivet G. ; Blinda M., 2011 .Ressources en eau, ressources forestières et populations dans la région méditerranéenne aujourd'hui. In : What Science CanTell Un. L'eau pour les forêts et les hommes en région méditerranéenne : un équilibre à trouver. Y. Birot, C. Gracia et M. Palahi (eds), EFI. Pp : 22-32.

- Tientenberg T. ; Lewis L. ; Naccache B. ; Galle J. et Mauléon F. (2013). Economie de l'environnement et développement durable. Nouveaux Horizon (ed.), 6ème édition, 390 p.

- Thivet G., 2011. Faire face aux changements d'occupation des sols et à la croissance démographique. In : What Science CanTell Un. L'eau pour les forêts et les hommes en région méditerranéenne : un équilibre à trouver. Y. Birot, C. Gracia et M. Palahi (eds), EFI. Pp : 152-160.

- Thomas O., 1995. Métrologie des eaux résiduaires. Ed. Lavoisier TEC et DOC, Liège (Belgique), 191p.

- Yessad Y. 2012. Contribution à l'analyse de la régulation et de la durabilité de la ressource en eau en Algérie à travers une étude de la tarification de la consommation d'eau à usage industriel et touristique. Le colloque international sur le comportement des entreprises économiques face aux enjeux du développement durable et de l'équité sociale Les 20 et 21 novembre 2012. 15 p.

- Wallis C., Blancher P., Séon-Massin N., Martini F. et Schoupe M., 2011. Mise en oeuvre de la directive cadre sur l'eau. Quand les services écosystémiques entrent en jeu. 2ème séminaire « Quand les sciences de l'eau rencontrent les politiques publiques » Bruxelles, 29 & 30 septembre 2011, 208 p.



Figure N°18 : point de confluence avec l'oued El Djir : à gauche avec celui de l'oued Mouzaia: à droite)



Figure N° 19: Station de l'oued el Merdja (point de confluence avec l'oued Mouzaia)



Figure n° 20 : Station de l'oued El Merdja

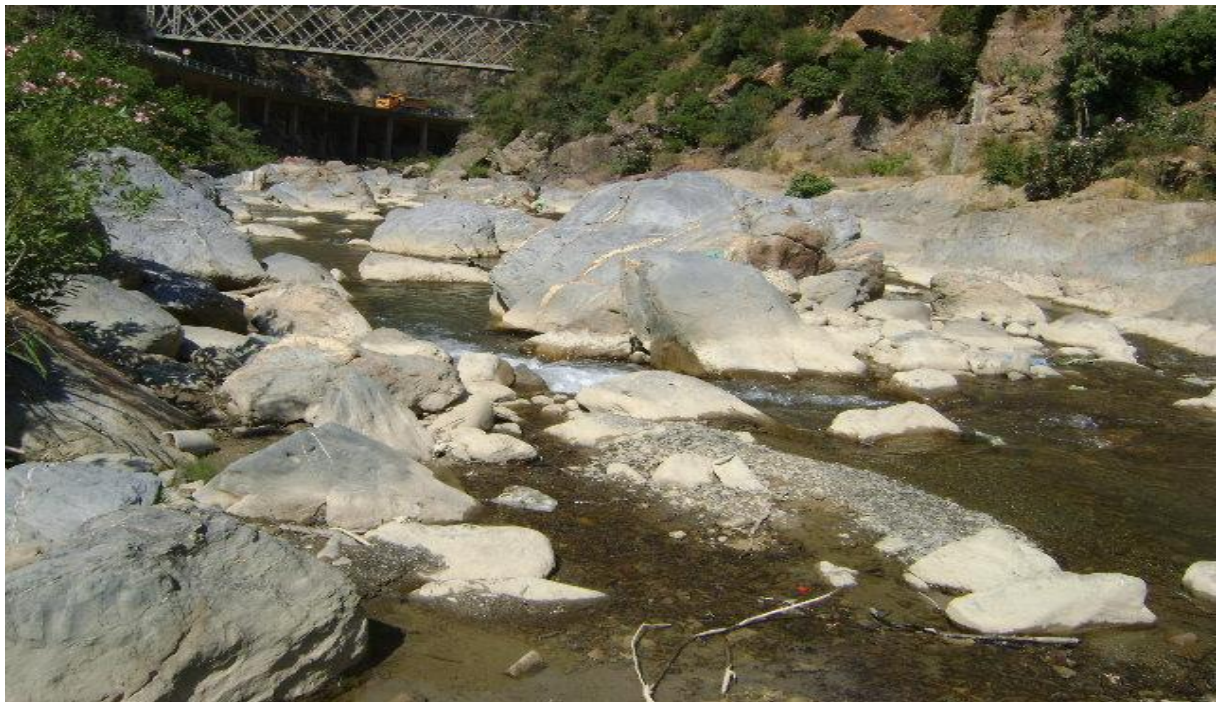


Figure n° 21 : Station de l'oued Chiffa



Fifure n22° : Station d'eau de sourc "Ruisseau des singes"

. Etude de ENHYD (année: 2003)

Des analyses physicochimiques et biologiques ont été effectuées en novembre 2003 par l'Entreprise Nationale des Etudes Hydrauliques, et ceci au niveau de endroits de l'Oued Chiffa; les paramètres polluants et toxique n'ont pas fait l'objet d'étude vue l'absence d'activités industrielles le long de l'oued Chiffa. Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant:

Tableau n 14°: Tableau récapitulatif et comparatif des analyses de la qualité des eaux de l'oued Chiffa (étude ENHYD)

Paramètres physicochimiques	Unité	Lieu de captage	2e tunnel	Oued Chiffa moyenne
Température l'eau	C°	13,80	13,80	13,80
Ph eau	-	7,10	7,40	7,25
CE (25C°)	uS/cm	1230	1280	1255
Calcium CA	mg/l	97,00	96,00	96,50
Magnésium Mg	mg/l	74,00	73,00	73,50
Sodium Na	mg/l	60,00	65,00	62,50
Potassium K	mg/l	1,00	1,00	1,00
Chlorures Cl	mg/l	45,00	55,00	50,00
Sulfates SO4	mg/l	183,00	185,00	184,00
Bicarbonates HCO3	mg/l	595,00	580,00	587,00
Carbonates CO3	mg/l	00,00	00,00	00,00
Silicium Si	mg/l	15,40	15,00	15,20
MO	Mg/l O2	2,20	2,10	2,15
Nitrates NO3	mg/l	3,20	3,80	3,50
Nitrites NO2	mg/l	0,03	0,03	0,03
Ammonium NH4	mg/l	00,00	00,00	00,00
Phosphates PO4	mg/l	00,00	00,00	00,00
Dureté totale	mg/l	550,00	540,00	543,00
Coliformes totaux	NPP/100ml	160	160	160
Coliformes fécaux	NPP/100ml	0	0	0
Streptocoques fécaux	NPP/100ml	160	160	160

Etude de Tecsult Campagnie (année :2009)

analyses physicochimiques ont été réalisées durant l'année 2009 par le bureau d'études Canadien (TESCULT CAMPAGNIE)et ceci suite aux prélèvements des echantillons au

niveau de sept points situés tout le long de l'oued Mazafran. Ces analyses ont porté sur l'ensemble des paramètres de pollution, à savoir : DBO5, DCO, l'O2, MES,....., les résultats sont illustrés dans le tableau suivant

Tableau n°15 : Tableau récapitulatif et comparatif des analyses de la qualité des eaux de l'oued Chiffa (étude Tescult campagne, 2009)

Désignation	Ph	O2 %	T°C eau	CES	MES	PO4 mg/l	N-NH4 mg/l	NO3 mg/l	NO2 mg/l	DCO mg/L	DBO 5 mg/l
Oued Chiffa	8,33	112	22,3	570	116	0,49	0,26	0,12	0,91	53	16
Oued Djer	7,75	53	20,8	848	544	1,09	127,6	0,11	1,46	191	10
Mazafran de Berbessa	7,87	68	22,00	356	564	0,87	0,44	0,16	1,20	143	16
Mazafran près d'une zone de rejet Koléa	7,79	49	18,7	824	16	1,16	0,39	0,10	1,79	26	9
Mazafran confluence Magtaa Kheira	7,71	17	18,0	939	228	1,93	0,45	0,04	2,26	45	15
Mazafran près d'une zone de rejet Douaada	7,64	4	20,4	930	76	2,11	0,4	0,4	0,03	96	24
Mazafran Aval estuaire	7,70	0,2	22,3	1122	-	-	-	-	-	-	-

- **Analyses physicochimiques des eaux effectuées de la qualité de l'oued Mazafran et de ses affluents (année : juin 2012)**

Dans le cadre du projet GIRE qui consiste à l'élaboration d'un schéma directeur d'assainissement et d'épuration du bassin de Mazafran, dont le site pilote est la wilaya de Blida. Des analyses ont été effectuées aux niveau des différents affluents de l'oued, au total 11 points, afin d'évaluer la qualité de ses eaux lors des basses eaux dont les résultats se résument dans le tableau suivant

N°	Désignation	Date de prélèvement	Coordonnées
01	Oued Djer entrée village	29/08/2012	36°25'27N 2°33'50E
02	Oued Djer avant confluence	29/08/2012	36°25'27N 2°33'50E
03	Oued Bouroumi	29/08/2012	36°28'28N 2°39'05E
04	Oued Chiffa	29/08/2012	36°27'49n 2°45'14E
05	Oued Mazafran	04/09/2012	36°37'17n 2°26'55E
06	Oued Maktaa kheira	04/09/2012	36°39'31N 2°48'29E
07	Oued Maaktaa Makhlouf	04/09/2012	36°36'51N 2°49'45E
08	Beni Meurad amont	05/09/2012	36°31'29N 2°52'00E
09	Oued Guerit Boufarik ZA	05/09/2012	36°35'09N 2°54'50E

