

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA 1

Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'Eau et Environnement

MEMOIRE DE MASTER

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : **Science de l'Eau**

Thème :

Approche de la connaissance hydrologique et hydro chimique de la zone humide : le lac de Tamezguida (Chr a – Blida).

Par

BOUSSALEM Nassima

Soutenu devant le jury :

HADJ KADDOUR Boumedine

Président

KHOULI Mohamed Ridha

Examineur

MESSAOUD NACEUR Abdenasser

Examineur

BOUDJADJA Abdelaziz

Promoteur

Promotion 2013/2014

Dédicaces

A

Mes très chers parents YOUCEF et MAYA.

*Je prie Dieu, le tout puissant, de vous protéger et de vous procurer santé,
bonheur et longue vie...*

*A Mes très chers frères et sœurs FOUAD, MOHAMED, ZAHIA, ATIKA,
FATIHA et surtout le petit ANIS
Que Dieu vous garde et vous protège.*

A Mr. FERROUDJI REDHA

A Tous les étudiants de notre section SEE

A Mes amis DJAMILA, IBTISSEM, FOUAD, HICHAM CHOAB

*A Tous ceux qui de loin ou de près ont contribué à l'élaboration de ce
travail.*

A Tous ceux qui me sont chers.

Remerciements

Je remercie **Dieu** tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il m'a donné durant toutes ces années d'étude.

Au terme de ce travail, il m'est agréable de remercier tous ceux qui ont contribué à sa réalisation et en particulier :

Mr. BOUDJADJA A, qui a accepté de diriger ce travail, je lui exprime ici toute ma gratitude.

Mr. HADJ KADDOUR Boumedine, qui a en la bienveillance d'accepter de juger ce travail et de présider le jury de soutenance.

Mr. KHOULI Mohamed Ridha et Mr. MESSAOUD NACEUR Abdenasser d'avoir accepté de juger ce travail.

Mes remerciements vont également à :

Mr. FARROUDJI REDHA, chef secteur EL Hamdania (PNC).

Mm. MESSAOUD NASSIMA secrétaire générale du PNC

Mr. ZIER, pour leur soutien moral et leur accueil chaleureux.

Et toute l'équipe du PNC Qui a contribué à la réalisation de ce travail.

Mes remerciements vont aussi à toute personne ayant à la réalisation de ce travail.

Je n'oublie pas, enfin, d'exprimer ma profonde reconnaissance à :

Ma mère, mon père, mes frères et sœurs pour leur patience.

Merci

Sommaire.	4
Résumé.	7
Préambule : Introduction générale, buts et méthodes.	8
Chapitre Un: Généralité sur les zones humides	9
1. Rappel de la notion de zones humides.....	9
2. Typologie Ramsar des zones humides.....	10
3. La typologie des zones humides algériennes.....	12
3.1. Généralités.....	12
3.2. Type de la zone humide que constitue le lac de Tamezguida.....	13
4. Répartition des zones humides algériennes.....	14
5. Rôles des zones humides et du lac de Tamezguida.....	17
5.1. Rôle hydrologique et anti érosif des zones humides.....	18
5.2. Le rôle épurateur des zones humides.....	18
5.3. Rôle accumulateur de nutriments des zones humides.....	18
5.4. Rôle de loisir et de détente (social et culturel).....	20
Chapitre Deux : Etude de la zone humide du lac Tamezguida.	21
1. Introduction.....	21
2. Situation géographique de la zone humide.....	21
3. Importance environnementale du lac.....	23
Chapitre Trois : Etude physique de la zone humide	24
1. Introduction.	24
2. La géologie.....	25
3. L'évolution géomorphologique.....	26
4. Les sols et la diversité biologique.....	27
4.1. Les sols.....	27
4.2. La diversité biologique.....	28
4.2.1. Flore remarquable.....	28
4.2.2. Faune remarquable.....	28
5. Les caractéristiques géomorphologiques de l'impluvium du lac Tamezguida.....	30
5.1. La place de la zone humide dans son impluvium.....	30

5.2. La surface du lac.....	31
5.3. La profondeur du lac.....	31
6. Aspect sommaire des types d'érosion dans l'impluvium.....	32
6.1. Les figures de l'érosion hydrique.....	32
6.2. Les effets de l'érosion atrophique.....	33
7. Conclusion.....	35
Chapitre Quatre: Etude climatique.....	36
1. Les éléments de climat.....	36
1.1. Les précipitations.....	36
1.1.1. Les précipitations mensuelles.....	36
1.1.2. Les précipitations annuelles.....	39
1.2. Observations et remarques relatives aux pluies maximales journalières.....	42
1.3. Les températures.....	42
1.4. L'évaporation.....	44
1.5. L'évapotranspiration.....	44
1.5.1. Définition de l'évapotranspiration potentielle.....	44
1.5.2. Estimation de l'évapotranspiration potentielle.....	44
1.6. L'évapotranspiration réelle (ETR).....	46
1.6.1. Définition de l'évapotranspiration réelle (ETR).....	46
1.6.2. Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR).....	46
2. Le bilan hydrique.....	46
2.1. Méthode de calcul.....	46
2.2. Résultats et commentaires.....	47
2.3. Les différents types de saisons.....	49
3. Fonctionnement hydrologique du lac.....	50
3.1. Généralités sur le cycle de l'eau dans le secteur du lac.....	50
3.2. Les termes du bilan hydrologique.....	51
3.2.1. L'infiltration.....	51
3.2.2. La lame écoulée sur l'impluvium du lac.....	52
3.2.3. Le ruissellement.....	52

3.3. Conclusion du bilan hydrologique.....	52
4. Les autres caractéristiques climatiques du site d'étude.....	53
5. Le régime hydrologique du lac.	54
6. conclusion.....	57
Chapitre Cinq : Qualité de l'eau du lac.....	58
1. Introduction.....	58
2. Localisation du site de prélèvement.....	58
3. Les paramètres analysés.....	60
4. L'échantillonnage.....	60
4.1. Matérielles d'échantillonnage.....	60
4.2. Méthodologie d'échantillonnage.....	61
4.3. Protocole d'échantillonnage.....	61
5. Résultats et discussion.	62
6. Conclusion sur la qualité des eaux du lac.....	65
Chapitre Six : Place actuelle et perspectives du lac dans la problématique du développement local.....	66
Chapitre Sept : Démarche et principes fondamentaux pour l'intégration du lac dans l'économie régionale.....	68
Chapitre Huit : Diagnostic physique et propositions de réhabilitation et de Préservation des fonctions du lac.....	69
1. Menaces.....	69
2. Propositions d'actions.....	70
Chapitre Neuf : Conclusion générale.....	72
Acronymes.....	73
Glossaire.....	74
Annexe.....	75
Bibliographie.	77

Résumé.

Le lac de Tamezguida est un lac naturel, situé à 1230 mètre d'altitude sur l'un des points culminants de la chaîne montagneuse de l'Atlas Blidéen. Situé dans le Parc National de Chréa (P.N.C) au pic de Tamezguida, il couvre une superficie de huit hectares. Alimenté par les eaux pluviales cumulées par son impluvium endoréique de 169,25 hectares, il est considéré comme un écosystème riche et spécifique par la rareté de sa typologie en Algérie.

Le lac de Tamezguida constitue une zone humide caractérisée par un été chaud et hiver froid (climat méditerranéen). Les très forts contrastes thermiques et pluviométriques saisonniers mais aussi journaliers lui confèrent des caractéristiques particulières en matière de la vie biologique qui y règne.

Aucune étude exhaustive ni hydrologique ni biologique n'a été menée sur le lac, ce qui limite l'information sur son importance bio-écologique, culturelle et socio-économique mais aussi sa dotation en moyens propres pour sa gestion en tant que zone humide au sein du parc national.

Le lac est menacé par plusieurs facteurs tels que les incendies de forêt, les interventions anthropiques inappropriées et le recul du couvert forestier.

Ce modeste travail constitue une approche de sa connaissance hydrologique et physique. Il objective le lancement d'études thématiques plus poussées concernant le chimisme de ses eaux, leur dynamique saisonnière, l'analyse du devenir de la perte observée à son extrémité nord-ouest et qui limite son extension dans la cuvette topographique.

Un programme de préservation et de protection est nécessaire à élaborer ; il devra s'articuler sur l'intégration de divers rôles que pourra jouer le lac tant sur le plan bio-écologique que sur celui de son intégration sociale et économique dans la région. Le préambule de cet objectif reste évidemment la réhabilitation progressive des lieux et l'information environnementale. Quelques aspects sont considérés dans cette première approche.

Préambule : Introduction générale, buts et méthodes.

De nos jours, deux problématiques majeures préoccupent l'état et le devenir de la planète. Il s'agit de l'eau et de l'environnement. Dans la présente contribution relative aux zones humides qui établit la relation entre les aspects hydrique et environnementaux les objectifs visés consistent à :

- Dresser les caractéristiques géomorphologiques de la zone humide de Tamezguida.
- Classer la zone dans la typologie internationale et faire ressortir les principaux rôles qu'elle joue dans le contexte général de son appartenance au PNC classé réserve mondiale de la biosphère.
- Contribuer à la connaissance des caractéristiques physicochimiques des eaux de la zone humide et de son fonctionnement hydrologique.
- Etablir un diagnostic des lieux en identifiant les facteurs de dégradation et identifier les causes.
- Proposer une orientation d'aménagement minimal pour préserver ses rôles tant hydrologique que de biodiversité.

Le travail a consisté à :

- La compilation et la bibliographie générale sur les zones humides, les sorties sur terrain, l'échantillonnage des eaux, le mesurage des profondeurs du lac et l'élaboration d'un profil thermique.
- Les observations du site ont porté sur la géologie et la structure ainsi que sur les indices d'anthropisme dans les alentours du lac.
- Le manque de moyens d'analyses n'ayant pas permis d'avoir les faciès des eaux, il constitue une voie future de prospection quant à la dynamique chimique (dans temps et dans l'espace) des eaux du lac.

Chapitre Un : Généralités sur les zones humides.

1. Rappel de la notion de zones humides.

La dénomination de zone humide est utilisée depuis la fin des années soixante en France. Elle dérive du terme anglais "wetland " apparu sous cette forme pour la première fois aux Etats Unis au début du XVIIème siècle [1]. C'est une désignation des milieux où l'eau est le principal facteur qui contrôle le milieu naturel et la vie animale et végétale qui y est associée.

Dans ces entités, diverses selon leurs localisations, l'eau est l'élément fondamental. Elle détermine le fonctionnement et la nature de la biodiversité qui est elle-même est dépendante des rythmes et des fluctuations des apports hydriques. Ces variations sont liées aussi bien aux conditions climatiques qu'à la localisation de la zone au sein du bassin hydrographique et du contexte géomorphologique général (géographie, topographie, climatologie, géologie).

Il apparait donc que la zone humide peut être définie comme une région où le développement des espèces végétales et animales est contrôlé par l'eau.

Au niveau international, la « Convention relative à la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources » dite Convention de Ramsar (en référence à la ville iranienne du lieu de son déroulement) adopte une optique large pour définir les zones humides placées sous son égide.

Selon ce texte (Article 1.1) [2], les zones humides sont définies comme des « étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres. En outre selon Ramsar (Article 2.1) [2], les zones humides peuvent « Inclure des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou des étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone humide ».

En Algérie, la loi sur l'eau de 1992 [Ministre des ressources en eaux], qui vise à assurer leur préservation, en a toutefois décliné cette définition en y ajoutant l'aspect relatif à leur exploitation et usage. Elle se formule comme suit : « On entend par zone

humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire où la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année».

2. Typologie Ramsar des zones humides.

La typologie adoptée par la convention de Ramsar décline les zones humides en trois grands types qui eux mêmes se subdivisent en plusieurs sous types. Le tableau 1 donne les caractéristiques.

Tableau (1) : Typologie Ramsar des zones humides.

Types de zones humides	Caractéristiques Distinctives	Sous types – caractéristiques
Marines ou côtières	Qualité des eaux saumâtres ou salées	Peu profondes (-6m) et permanentes
		Lits marins aquatiques subtidiaux
		Récifs coralliens
		Rivages marins rocheux
		Rivages de sable fin, grossier ou de galets
		Estuaires
		Vasières, bancs de sable ou de terre salée intertidaux
		Marais intertidaux
		Zones humides boisées intertidales
		Lagunes côtières saumâtres/salées
		Lagunes côtières d'eau douce
		Lagunes côtières d'eau douce; y compris lagunes deltaïques d'eau douce
Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains, marins/côtières		

Zones humides continentales	Eaux douces	Deltas intérieurs permanents.
		Rivières/cours d'eau/ruisseaux permanents : y compris cascades.
		Rivières/cours d'eau/ruisseaux saisonniers/intermittents/irréguliers.
		Lacs d'eau douce permanents (plus de 8 hectares) et méandres morts.
		Lacs d'eau douce saisonniers ou intermittents (plus de 8 hectares et plaines d'inondations).
		Lacs salés/saumâtres/alcalins permanents
		Mares/marais salins/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents.
		Mares/marais d'eau douce permanente.
		Mares/marais d'eau douce saisonniers/intermittents sur sols inorganiques.
		Tourbières non boisées
		Zones humides alpines
		Zones humides de toundra
		Zones humides dominées par des buissons
		Zones humides d'eau douce dominées par des arbres
		Tourbières boisées et forêts sur tourbière.
Sources d'eau douce et oasis		
Zones humides géothermiques.		
Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains, continentaux.		

Zones humides artificielles.	Anthropiques - eaux douces ou salées.	Étangs d'aquaculture
		Terres irriguées
		Terres agricoles saisonnièrement inondées
		Sites d'exploitation du sel : marais salants, salines,
		Zones de stockage de l'eau : retenues – barrages - (généralement plus de 8 hectares).
		Excavations
		Sites de traitement des eaux usées
		Canaux et fossés de drainage, rigoles.
Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains, artificiels		

3. La typologie des zones humides algériennes.

3.1. Généralités.

Les Au total, l'Algérie dispose de 1451(DGF) zones humides (inventaire de 2006) couvrant un spectre typologique très varié: barrages, retenues collinaires, estuaires, lacs, garâtes, gueltates, oasis, marais, sebkhas, sources, étangs et oueds. Un grand nombre parmi elles constituent les zones humides artificielles. Ce sont les retenues collinaires, les barrages et les lacs artificiels.

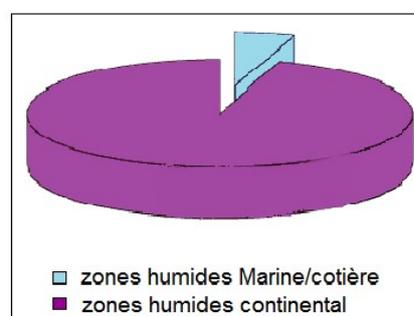
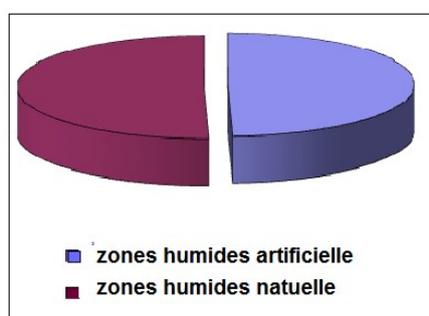


Figure (1) : Importance relative des zones humides littorales et continentales naturelles et artificielles.

Du point de vue surface occupée excluant celles des barrages, des retenues collinaires, des oueds et des oasis très fluctuantes, elle avoisine $9,77.10^6$ hectares. 50 de ces sites sont classés sur la liste Ramsar des zones humides d'importance internationale pour une superficie de 3,02 millions d'hectares (ha), alors que 17 autres sont en cours de classement.

Le classement des zones humides basé sur des critères de leur situation géographique et bioclimatique paraît être le plus approprié à la vue de leur localisation géographique et leur nombre. Celui proposé par A.BOUDJADJA et H.HADJ KADDOUR (2014) [3] se décline en :

1. Zones humides littorales : estuaires, oueds exoréiques, lacs et étangs côtiers.
2. Zones humides des hauts plateaux : toutes celles situées à une altitude dépassant les 400 mètres d'altitude et géo positionnées entre l'atlas tellien et l'atlas saharien. Elles sont de type sebkhas, oasis, sources, oueds et lacs temporaires.
3. Zones humides sahariennes, ce sont toutes celles situés au sud de l'atlas saharien. Elles sont de types oasis, oueds, sebkhas et sources.

Pour un usage aisé, les zones humides situées dans un même étage bioclimatique et géographique sont regroupées en régions ; ainsi sont déterminées :

- Les zones humides littorales (côtières et marines),
- Les zones humides des hauts plateaux,
- Les zones humides du sud et de l'extrême sud.

3.2. Type de la zone humide que constitue le lac de Tamezguida.

Le site d'étude appartient au PNC localisée dans le massif de l'atlas Blidéen. Il recèle une diversité biologique considérable constituée de 1210 espèces évaluant en écosystème dont : 816 espèces végétales et 394 espèces animales (ou' 94 espèces animal sont protégées) [4].

L'une des principales spécificités du PNC est la présence de cette zone humide de 8 hectares (mais fluctuante durant l'année et en inter annuelle) perché à 1230 mètre d'altitude sur le mont de Tamezguida. Elle constitue le lac objet de cette investigation.

Ce lac possède plusieurs dénominations: lac Suspendu, lac Daïa, lac Mouzaia, lac des "Sangsues" etc. Ce travail permettra le qualifier selon les critères de classification et de dénomination académiques.



Selon la typologie Ramsar des zones humides, la zone de Tamezguida peut être considérée comme :

- Une zone humide continentale.
- D'altitude à la vue de son altimétrie.
- De montagne dans la mesure où elle est perchée et cernée par un massif forestier.
- Temporaire puisqu'elle s'assèche en été.
- Un lac puisque son étendue avoisine les 8 ha et qu'elle est alimentée par un réseau de talweg et des versants convergents.

En effet, la zone de Tamezguida est une zone humide continentale, De type lac d'eau douce saisonnier intermittent occupant plus de 8 hectares et située dans une plaine d'inondations.

En appliquant les critères de Ramsar (Annexe I), ces caractéristiques permettent de lui attribuer les trois premiers critères de Ramsar.

Critère 1.

Site unique dans cette partie géographique de la chaîne montagneuse de l'Atlas Blidéen ; il constitue une dépression endoréique alimentée par un impluvium noyé plus de 9 mois par an.

Critère 2.

Sa spécificité faunistique traduite surtout par la présence de l'hyène rayée espèce crue disparue qui en fait un site exceptionnel en Algérie du nord. Notant qu'une jeune femelle blessée a été récupérée par les agents du PNC le 22 Février 2011. Cette espèce protégée par la loi Algérienne (Décret N° 83-509 du 20 août 1983 relatif aux espèces

animales non domestiques protégées), et dont le statut de conservation par l'IUCN (International Union for Conservation of Nature) la classe en espèce quasi menacée justifie l'exceptionnalité du site. Ce dernier l'est aussi par la présence du singe Magot aux alentours du lac. Enfin sa position dans le PNC où une flore particulière dont le cèdre de l'atlas (presque endémique) constitue un argument supplémentaire pour une attention toute particulière à cette zone [5].

Critère 3.

Cette région du lac abrite des populations d'espèces animales trouvant des refuges dans ce type de milieu naturel encore sauvage. En effet, il existe différentes espèces d'oiseaux forestiers, de mammifères et d'amphibiens, qui sont vulnérables et sont menacées de disparition voir disparues ailleurs ; ceci constitue un intérêt supplémentaire pour leur préservation et l'assurance de la continuité du milieu éco éthologique.

4. Répartition des zones humides algériennes.

La position géographique de l'Algérie, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent une importante richesse de zones humides de plusieurs types. le tableau 2 donne le nombre de zones humides algériennes par typologie.

Tableau (2) : Nombre des zones humides par typologie.

Type de zone humide	Nbr.	Type de zone humide	Nrb.
Berket	3	Falaise marine	4
Bras mort	1	Grotte "karstique"	2
Canaux et fossés de drainage	1	Prairie Humide	5
Châabat	1	Hammam	7
Cirque	1	Saline	5
Dépression	3	Ghedir	4
Drins et Seguia	2	Étang	19
Dune Littorale	1	Marécage	19
Eau marines peu profondes	1	Cour d'eau	13
El-Houd	-	Aulnaie	14
Gorge	3	Ilots	13
Merdjet	4	Plaine inondable / Zone inondable	13
Nachaat	3	Embouchure d'Oued/Estuaire	16
Palmeraie	1	Marais	15
Rejet / Sites de traitement des eaux usées	9	Dayet	22
Ripisylve	1	Sebkhas	22
Terre Agricole immergé	2	Gueltas	21
Zone de décantation d'Oued	3	Garât	23
Cascade	5	Chott	33
Hamiet	0	Lac	38
Lagune	2	Mare	57
Oglat	2	Barrage /Ced	75
Peupleraie	-	Source d'eau	96
Tourbière	3	Oued	102
Zone côtière	1	Retenue collinaire	142
Canal d'Oued	4	Oasis /Ksar	318
Falaise marine	4	Total	1155

Le tableau 3 présente un aperçu sur la répartition et la localisation des zones humides algérienne.

Tableau (3): Répartition des zones humides algériennes par localisation et nature de zones humides en Algérie.

Localisation des zones humides		TOTAL
Zones humides Marines/ côtières	Zones humides continentales	
58	1097	1155
Nature des zones humides		TOTAL
Zones humides artificielles	Zones humides naturelles	
573	582	1155

5. Rôles des zones humides et du lac de Tamezguida.

Sur un plan général les zones humides algériennes assurent plusieurs fonctions à la fois : écologiques et biologiques, socio-économiques et culturelles, et particulièrement hydrologiques notamment par leurs rôles dans :

- La recharge des nappes phréatiques.
- Le laminage des pointes de crues et la réduction des inondations en aval.
- La rétention et l'accumulation des sédiments et nutriments.
- L'importance des zones humides tient aussi bien à leur nombre qu'à la surface qu'elles occupent ($9,77.10^6$ hectares).
- La stabilisation des berges au niveau des cours d'eau et des versants.
- La stabilisation de microclimat favorable à la conservation des espèces animales et végétales, dont certaines sont endémiques.
- La régénération naturelle de la végétation ligneuse et herbacée dans leurs zones périphériques.

« L'ensemble de ces fonctions hydrologiques constituent la condition sine qua non de la viabilité des zones humides. Elle se doit de concentrer tous les efforts en matière de son pilotage tant que sur le plan de la stratégie par leur intégration dans l'ensemble des

politiques publiques de développement que sur les plans programmatiques, de suivi et de gouvernance » [3].

5.1. Rôle hydrologique et anti érosif des zones humides.

Les zones humides peuvent en effet réduire la force des ruissellements en :

- Ralentissant les ruissellements grâce à une rugosité relativement élevée créée par la végétation environnante.
- Stockant de l'eau dans la nappe avec laquelle elle communique ou en la retenant.
- En recyclant une partie des précipitations dans l'atmosphère par évapotranspiration.

5.2. Le rôle épurateur des zones humides.

Les conditions hydrodynamiques et les constituants biotiques et abiotiques des zones humides permettent d'épurer les eaux qui y transitent. En effet, les microorganismes vivant dans le sol ou fixés sur les plantes, les végétaux et les sédiments sont le siège de processus biochimiques qui participent à la rétention et à l'élimination de la pollution. Ainsi,

- La matière organique est consommée par les microorganismes hétérotrophes.
- Les nutriments comme l'azote et le phosphore sont absorbés par les plantes et transformés par les microorganismes.
- Les éléments métalliques sont retenus par sédimentation et adsorption par les sédiments.
- De plus, l'eau entrant dans la zone humide est ralentie, ce qui allonge son temps de séjour et donc le temps de contact entre les polluants et le milieu épurateur. Les réactions impliquées dans l'épuration de l'eau seront donc plus poussées que dans les milieux d'eau courante. Par ailleurs, les eaux sortant de la zone humide observant un temps de séjour plus long que celui de leur écoulement en surface favorise leur oxygénation.

5.3. Rôle accumulateur de nutriments des zones humides.

Les flux hydriques dans les bassins versants sont chargés en nutriments d'origine naturelle, agricole et domestique. Parmi ces nutriments, l'azote, le phosphore et leurs dérivés conditionnent le développement des végétaux aquatiques. Les zones humides

agissent comme des zones de rétention de ces produits et sont donc bénéfiques pour la qualité physico-chimique des flux sortants. Les plus importants pour la vie végétale et par conséquent au profit de la faune sont l'azote et le phosphore.

- **L'azote.**

Il existe dans les zones humides des organismes libres dans le sol ou associés aux racines (symbiontes) qui peuvent fixer l'azote. L'azote introduit dans le milieu par fixation retournera au sol sous forme organique pour y subir les réactions de transformations que l'on vient de décrire dans cette partie. Ces réactions sont récapitulées sur la figure 1.

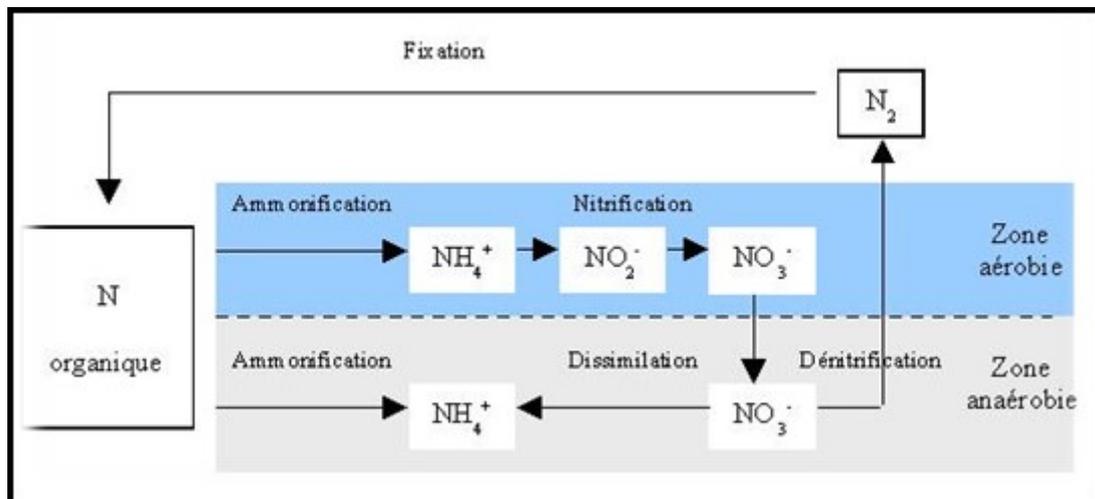


Figure (2) : Cycle de l'azote dans le sol d'une zone humide.

Des formes de l'azote, le nitrate est la forme oxydée de l'azote la plus courante dans l'eau. Certaines conditions biogéochimiques permettent sa transformation en d'autres formes plus réduites, soit gazeuses (azote gazeux, gaz ammoniac) qui s'éliminent, soit dissoutes et alors toxiques (ammonium ou nitrites). Les nitrites sont instables.

- **Le phosphore.**

Le phosphate soluble est la forme oxydée la plus courante dans l'eau. On rencontre également les formes organiques plus ou moins mobiles ou assimilables.

5.4. Rôle de loisir et de détente (social et culturel).

Les zones humides peuvent constituer des zones de détente et de loisirs. En effet moyennant des règles adéquates, elles peuvent servir à divers sports et comme lieux de détente. Par ailleurs, elles constituent des classes pédagogiques d'un intérêt irremplaçable pour le développement de la culture environnementale et le respect de la nature au moyen des classes vertes pour les écoliers.

Chapitre Deux : Etude de la zone humide : le lac de Tamezguida

1. Introduction.

« Dit lac des "Sangsues" du temps de la colonisation, lac Suspendu, lac Mouzaïa, lac Tamezguida ou encore lac Daïa. C'est en fait une mare d'eau constituée par les eaux pluviales dans une dépression naturelle au pic de Mouzaïa » [6]. Ce site offre une vue imprenable sur la partie nord de la plaine de la Mitidja.



Photo(2) : Vue nord ouest du lac Tamezguida.

2. Situation géographique de la zone humide.

Le lac de Tamezguida constitue une entité hydro géomorphologique importante située dans la partie nord ouest du PNC. S'étalant sur une superficie d'environ 8 ha, il se positionne à une latitude de $36^{\circ}21'58.08''$ et une longitude de $2^{\circ}41'30.08''$ et à l'altitude de 1230 mètres sur les monts de Tamezguida. Il est accessible par la route nationale N° 01 à 90 km au nord-ouest d'Alger et à 12 km au nord de la ville de Médéa. Il est accessible en empruntant à partir la route de chemin communal à quelques kilomètres de la vallée de Bou Roumi et de la Chiffa. Les figures 3 et 4 donnent sa position exacte.

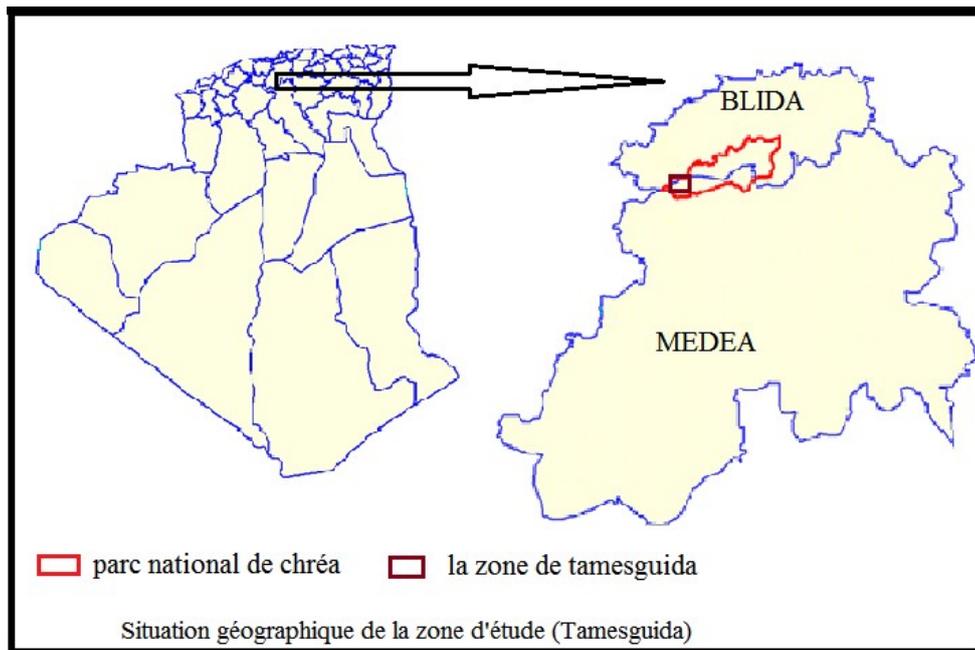


Figure (3) : Situation géographique de la zone d'étude (Tamesguida).

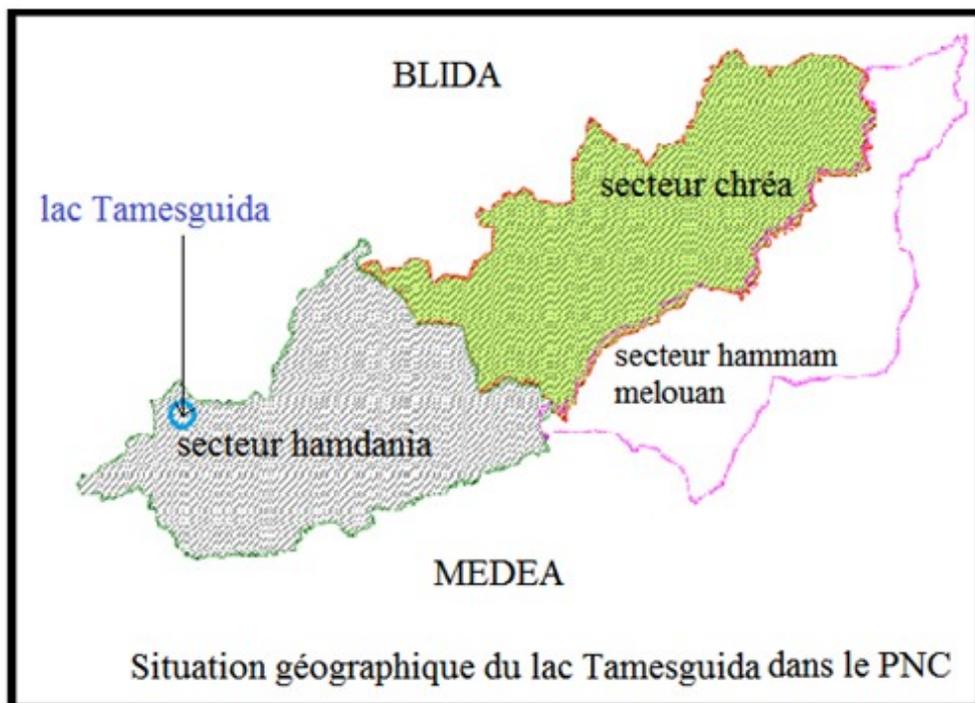


Figure (4) : Situation du lac Tamesguida dans le PNC

3. Importance environnementale du lac.

En plus du fait de sa localisation au sein du PNC site classé réserve mondiale de la biodiversité, le lac constitue une zone humide et en tant que telle son importance tient aux aspects suivants:

- Son rôle dans la qualité paysagère et sa biodiversité,
- Son stockage des eaux de ruissellement et celles issues de la fonte des neiges et leur restitution dans la nature sur une plus longue période,
- Son rôle de choix en matière d'activités de loisirs,
- L'offre qu'il permet en tant que réserve naturelle d'eau brute pour la faune et les activités d'élevage bovins,
- Son écosystème riche et spécifique.

Chapitre Trois : Etude physique de la zone humide.

1. Introduction.

Le lac de Tamezguida figure 5 constitue une vaste dépression située à une altitude de 1230m.

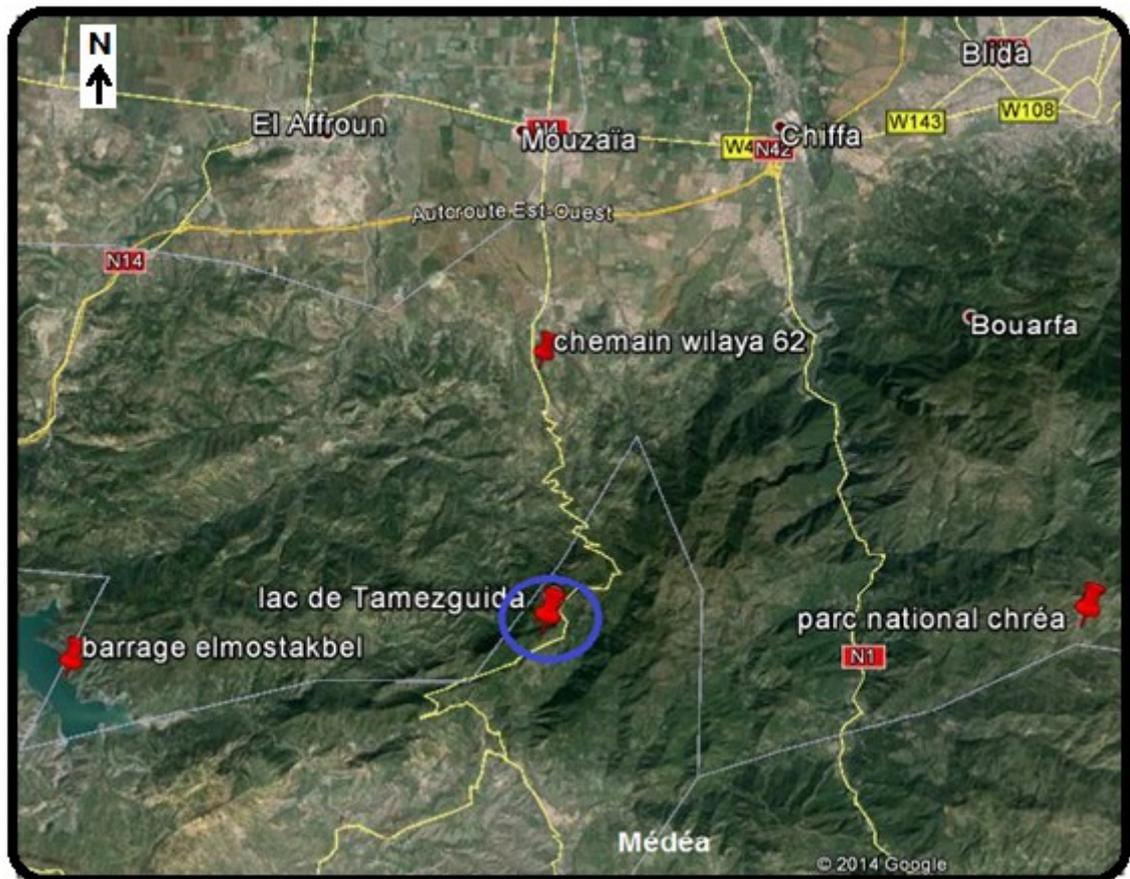


Figure (5) : Vue satellite de la zone du lac Tamezguida.

Le lac occupe une dépression tectonique orientée NNO-SSE, sur une longueur d'environ 207 mètres pour une largeur variable d'environ 120 mètres. Il couvre ainsi une superficie d'environ deux hectares.

Le plan d'eau occupe sa partie méridionale et fluctue en fonction des saisons et sa limnimétrie est soumise au climat.

Du point de vue physiographique ; le lac concentre les écoulements des talwegs et des ruissellements en nappes provenant des versants environnants. Il constitue une

concentration d'eau de faible profondeur avec un fond relativement plat. Sa forme est ovoïde avec un étirement dans le sens de la dépression qui le supporte.

2. La géologie.

La région du lac s'intègre dans le massif de l'Atlas Blidéen, partie intégrante du grand Atlas Tellien qui traverse l'Algérie d'Ouest en Est.

Ce massif montagneux constitue un anticlinal très accidenté fait partie des zones externes de la chaîne Alpine en Algérie. Il se situe au sud des massifs anciens Kabyles, des massifs du Chenoua et de la Bouzaréah dont il est séparé par le synclinal plio-quadernaire de la Mitidja.

« Cette chaîne a connu plusieurs épisodes tectoniques qui ont abouti à sa structure actuelle. Du point de vue litho-stratigraphique les structures sont variées dont les plus importantes sont :

- Des séries autochtones à l'origine du djebel Mouzaïa (1604m) imposante arête schisteuse d'âge primaire,
- Des nappes de glissement (charriage) allochtones d'âge Secondaire qui tapissent les versants nord et sud des reliefs et qui sont souvent en discordances nettes,
- Des terrains miocènes discordants sur les ensembles précédents et qui sont colluvionnaires et alluvionnaires,
- Les différents géologues s'accordent sur les phases tectoniques structurantes subies par le massif. Ils dénombrent des phases de charriage dont:
 - Les deux premières accompagnées de schistosité et d'un épi métamorphisme qui ont donné naissance à des plis semblables couchés et déversés. Cette structure est celle notée dans le versant est et nord du lac.
 - La troisième phase post-schisteuse a produit des plis cassants visibles sur l'ensemble des versants.

Une tectonique cassante a repris l'ensemble et est post charriage dans la mesure où elle affecte toutes les structures. Elle s'est traduite par des failles transversales recoupées par des failles longitudinales ainsi que des failles verticales au niveau de la zone de contact entre le massif Tellien et la plaine de la Mitidja.

Du point de vue stratigraphique on est en présence de schistes du Primaire (Pic de Mouzaïa).

La stratigraphie des lieux se caractérise par :

- Le secondaire représenté par des calcaires et des marnes Cénomaniennes et des marnes bleuâtres Sénoniennes feuilletées avec des rognons de calcaires. Il se localise dans constitue les versants nord-ouest et sud. Alors que le versant sud est du lac est de composition marneuses feuilletées bleuâtres ce des rognons de calcaires cénomaniens.
- Le tertiaire composé de grés et de calcaires gréseux formant la base inférieure du Cartennien. Il constitue la crête du Kef el Guern qui surplombe le lac du côté nord-ouest les versants nord-ouest et sud. Le versant sud du lac est de composition marneuse à aspect feuilleté,
- Le quaternaire récent et actuel tapisse les fonds de vallées et les contreforts des reliefs. Ce sont les faciès qui constituent le fond du lac de Tamezguida»[5].

Une observation importante quant à tectonique ; elle consiste en l'observation d'une perte au niveau des eaux du lac vers son extrémité septentrionale. Elle résulte probablement de l'existence d'une fracture couverte par les sédiments quaternaires dans le prolongement de deux entités orographiques en contact anormal au nord et au nord ouest du lac.

L'ensemble de ses observations emmène à penser que le lac de Tamezguida est probablement d'origine tectonique.

3. L'évolution géomorphologique.

Les observations de terrain montrent que le lac est probablement d'origine tectonique. En effet à la terminaison nord-nord-ouest de la dépression qui le supporte deux formations de différentes natures lithologiques et de différents faciès sont en contact anormal. Dans cette région où la tectonique anté et post quaternaire à structurée le massif de l'Atlas Blidéen, ce contact anormal à certainement constitué une zone de moindre résistance ayant permis l'affaissement de la partie centrale et la venue de sédiments ultérieurement. Ces derniers ont constitué le fond imperméable du lac. L'existence d'un contact anormal explique la perte d'eau et atteste du non colmatage de la fracture. Le long de la rive ouest cette fracturation s'est trouvée ensevelie sous les sédiments imperméables.



Photo (3) : Faciès rocheux lité fracturé de la partie est de l'impluvium.

4. Les sols et la diversité biologique.

Les sols et la végétation étant des paramètres de base des ruissellements, ils ont connu des modifications dues à la sécheresse, aux feux de forêts et depuis quelques années aux aménagements opérés sur le site. Ces facteurs associés conditionnent la morphologie du lac, son extension et la profondeur de ses eaux

4.1. Les sols.

Les sols des versants environnants sont chétifs, riches en matières organiques et subissent dans les parties des piémonts une érosion qui les conduit vers le lac.

En outre et selon les indications fournies par les services techniques du PNC la pédologie aux environs du lac se caractérise par :

- **de sols alluviaux** à texture argileuse, structure grumeleuse en surface et prismatique grossière en profondeur avec un pH voisin de la neutralité et une matière organique relativement importante (2%) dans l'horizon de surface.
- **de sols à pseudo-Gley et Gley** en contact du lac : sols propres à un milieu engorgé d'eau en permanence ou temporairement et à caractère vertique (fentes de retrait).

4.2. La diversité biologique.

4.2.1. Flore remarquable.

Le lac présente une végétation palustre relativement dense qui couvre une partie du plan d'eau permettant ainsi la nidification de certaines espèces d'oiseaux d'eau[6]. La végétation flottante est représentée par la Renouée amphibie (*Polygonum amphibium*), la Renoncule flottante (*Ranunculus fluitans*), et *Potamogeton pectinatus*.

Tout autour du plan d'eau on trouve des plantes ripisylves telles que le chèvrefeuille, lianes, le saule blanc, cytise, aubépine, genêt, fougères, lauriers ainsi que d'autres plantes herbacées comme les chardons et la menthe. Ces différentes formations recèlent bien souvent des espèces intéressantes, rares ou endémiques, la primevère, signalée rare dans l'atlas Blidéen, la campanule, une belle fleur bleue, est endémique de l'Algérie, *Orchis elata*, une belle orchidée observée dans des lieux humides.



Photo (4) : La flore du lac est d'une grande densité (la Renouée amphibie la Renoncule flottante).

La couronne extérieure du lac abrite quant à elle un important écosystème forestier constitué de maquis, de chêne vert, de châtaignier, de merisier, d'érable qui n'existe qu'au niveau de Chréa et Tamezguida, de cèdre, et de chêne zeen. Tous ces ensembles floristiques contribuent à la subsistance d'innombrables vertébrés, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères [6].

4.2.2. Faune remarquable.

La zone humide dénote la présence de plusieurs espèces remarquables. Les plus importantes sont :

- Les oiseaux forestiers et paludicoles représentés par : le Héron cendré, la cigogne blanche, le cormoran, la grue, le courlis, la chouette, le faucon pèlerin et le canard colvert.
- Les mammifères représentés par, le chacal, la mangouste, la hyène rayée, la Genette et le singe magot, le lièvre brun, le lapin de garenne et le sanglier.
- Les amphibiens représentés par la grenouille verte qu'on croyait disparue, la grenouille rieuse et le crapaud vert.
- Les reptiles représentés par les lézards, les caméléons, la tortue grecque et une espèce appartenant à l'ordre des annélides observée au niveau du lac, et qui mérite d'être signalée pour sa rareté. Il s'agit de *Hirudo sanguinalis* ou sangsue d'où est venue l'appellation de lac aux sangsues.



Photo (5) : La grenouille verte au lac de Tamezguida.

Ces différentes espèces, bien qu'existantes ailleurs sont menacées de disparition si les atteintes à l'équilibre du lac observées se développent.

Le cas de l'hyène rayée est particulier dans la mesure où cet animal classé dans la liste d'UICN est extrêmement rare et c'est le seul endroit en Algérie du Nord où il est signalé.

Il est important de signaler que malgré les dimensions modestes du lac, il regroupe pour le moment des conditions de gagnage, de repos, de nidation et de vie pour une multitude d'espèces. Leur existence atteste que la chaîne alimentaire pour le moment n'est pas tranchée, et, c'est de là que se dégage la nécessité des aspects de préservation, protection et de gestion de cette aire. Par ailleurs, il est utile de compléter l'inventaire des

espèces pour affiner les biocénoses et déterminer d'autres directions des actions à mener dans le cadre de la gestion du lac.

5. Les caractéristiques géomorphologiques de l'impluvium du lac.

5.1. La place de la zone humide dans son impluvium.

Le lac de Tamezguida se localise dans une dépression à l'extrémité sud-ouest du PNC dans le secteur forestier d'El Hamdania. Du point de vue géomorphologique, c'est une région accidentée où de fortes dénivellations opposent des sommets (anticlinaux) tels que le Pic de Mouzaïa (1604m), le Kef El Guern (1282 m) aux vallées encaissées de l'oued Kébir, l'oued Mouzaïa et l'oued Chiffa.

L'impluvium du lac Tamezguida présente un caractère endoréique, dont l'altitude de la ligne de partage des eaux varie entre 1230m à 1400m figure (6). Il s'étend sur une superficie de 169.25 hectares, avec un périmètre de 6500 mètre.

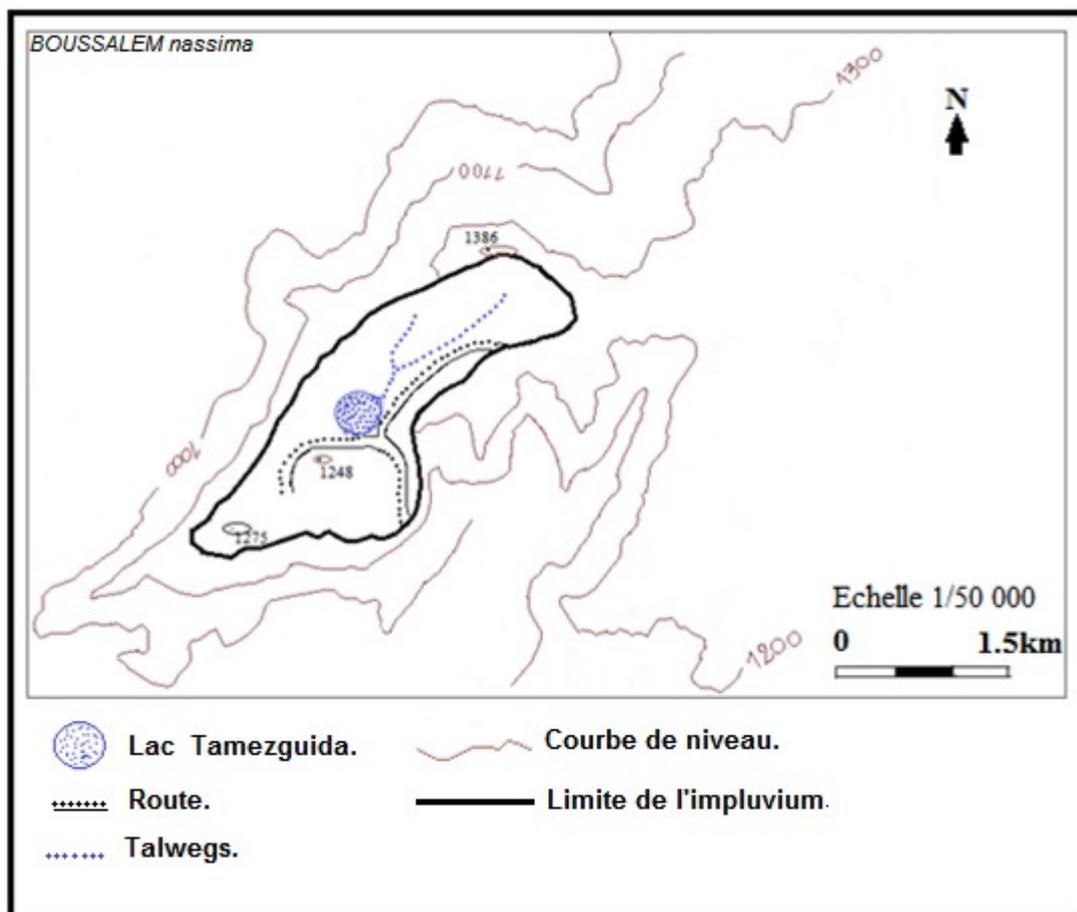


Figure (6) : Situation de l'impluvium du lac Tamezguida.

5.2. La surface du lac.

Le lac de Tamezguida constitue le réceptacle des eaux drainées par les cours d'eau composant son impluvium endoréique. Il est alimenté par les pluies et la fonte des neiges. Pour cette raison son plan d'eau varie entre 02 et 08 hectares selon que l'on soit en période estivale ou hivernale. et selon la quantité des pluies tombé.

Toutefois, la surface du lac le 08/05/2014) est de 2.31 hectares. Avec une largeur (en est ouest) de 120 mètre et une longueur (nord sud) de 207 mètre.

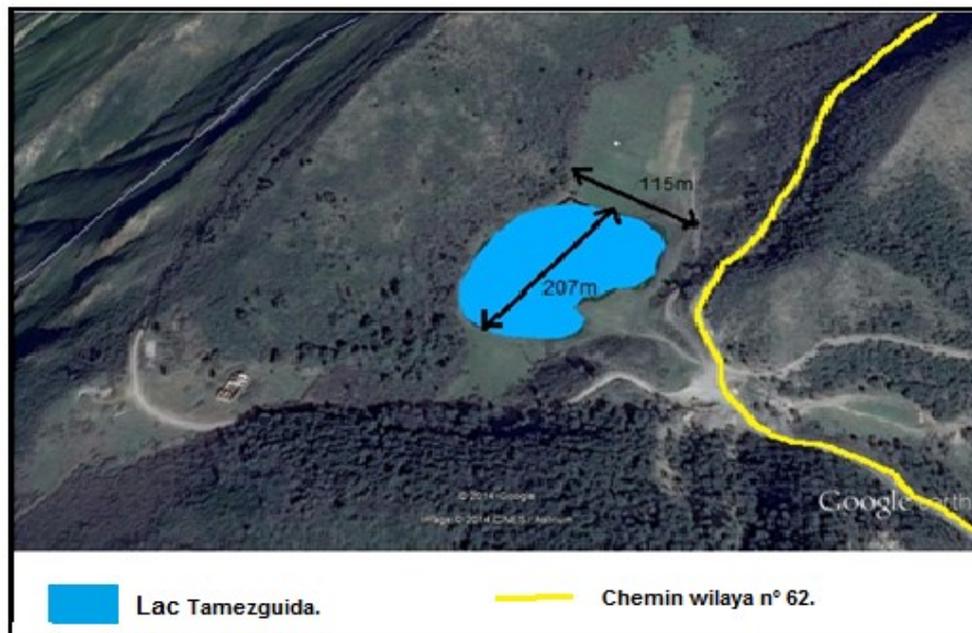


Figure (7) : Les dimensions du lac.

5.3. La profondeur du lac.

La profondeur du lac dépend de la quantité des pluies tombées et de la fonte des dépôts neigeux. Elle varie selon le profil bathymétrique mesuré sur terrain le 08 mai 2014 de 0 à 100 cm Figure 8. En tout état de cause, la profondeur est réglée par l'existence de la perte dont le niveau une fois atteint limite l'extension du lac.

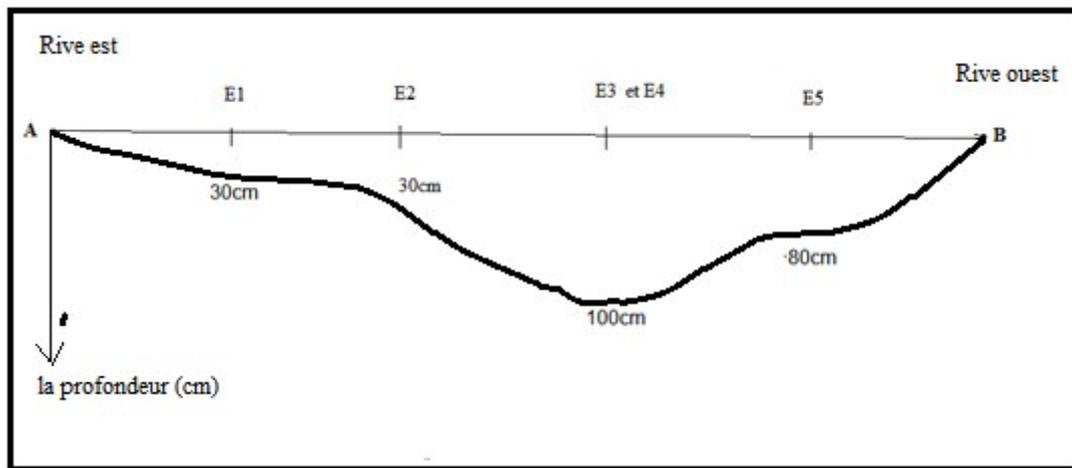


Figure (8) : Profondeur du lac en mai 2014.

6. Aspect sommaire des types d'érosion dans l'impluvium.

Les types d'érosion observés sont ceux caractérisant le milieu de montagne de l'Algérie septentrionale. Il s'agit principalement d'érosion hydrique accentuée par l'action anthropique qui commence à se traduire par des atteintes nouvelles au milieu ainsi que par l'accentuation des effets de l'eau sur l'impluvium. Ainsi les principales figures d'érosion observées sont :

6.1. Les figures de l'érosion hydrique.

- l'élargissement des anfractuosités des roches dures environnantes sous l'effet des infiltrations des pluies et de la cryoclastie dans la mesure où les neiges sont fréquentes et durables. Ces figures sont notées surtout sur les reliefs entourant la cuvette du lac,
- le débitage accéléré des schistes et des roches litées avec pour effet la chute des produits érodés sous l'effet de la gravité et des eaux de ruissellement. Ce phénomène est visible le long de la piste longeant le lac coté est,
- la naissance de nouveaux rus sur les pentes dénudées de la cuvette cotés sud est et nord est,
- le transport solide des particules fines vers la cuvette du lac à la faveur des aménagements opérés,

6.2. Les effets de l'érosion anthropique.

Trois actions majeures commencent à se traduire par une atteinte aux lieux ; il s'agit des feux de forêts, des aménagements inadaptés à la nature du site et de l'usage des lieux par les populations. Une fois découvert par les incendies, le sol forestier est soumis directement aux pluies dont le ruissellement sur les fortes pentes finit par emporter toute sa composante organique et minérale. Il s'en suit un début d'attaque des roches sur place avec l'ensemble des actions de l'érosion hydrique.

Le tracé des pistes avec des talus favorisant la solifluxion des roches plastiques et le transport des sols dénudés contribue à renforcer l'accumulation des sédiments dans le lac. Ce ci est noté surtout au contrebas des deux pistes ; celle d'accès au lac et celle longeant sa limite sud (figure 9).

La fréquentation des lieux sans précautions sans comportement civiques par manque d'information sur l'importance des lieux se traduit par des déchets plastiques et autres qui risquent de nuire à la santé chimique des eaux.

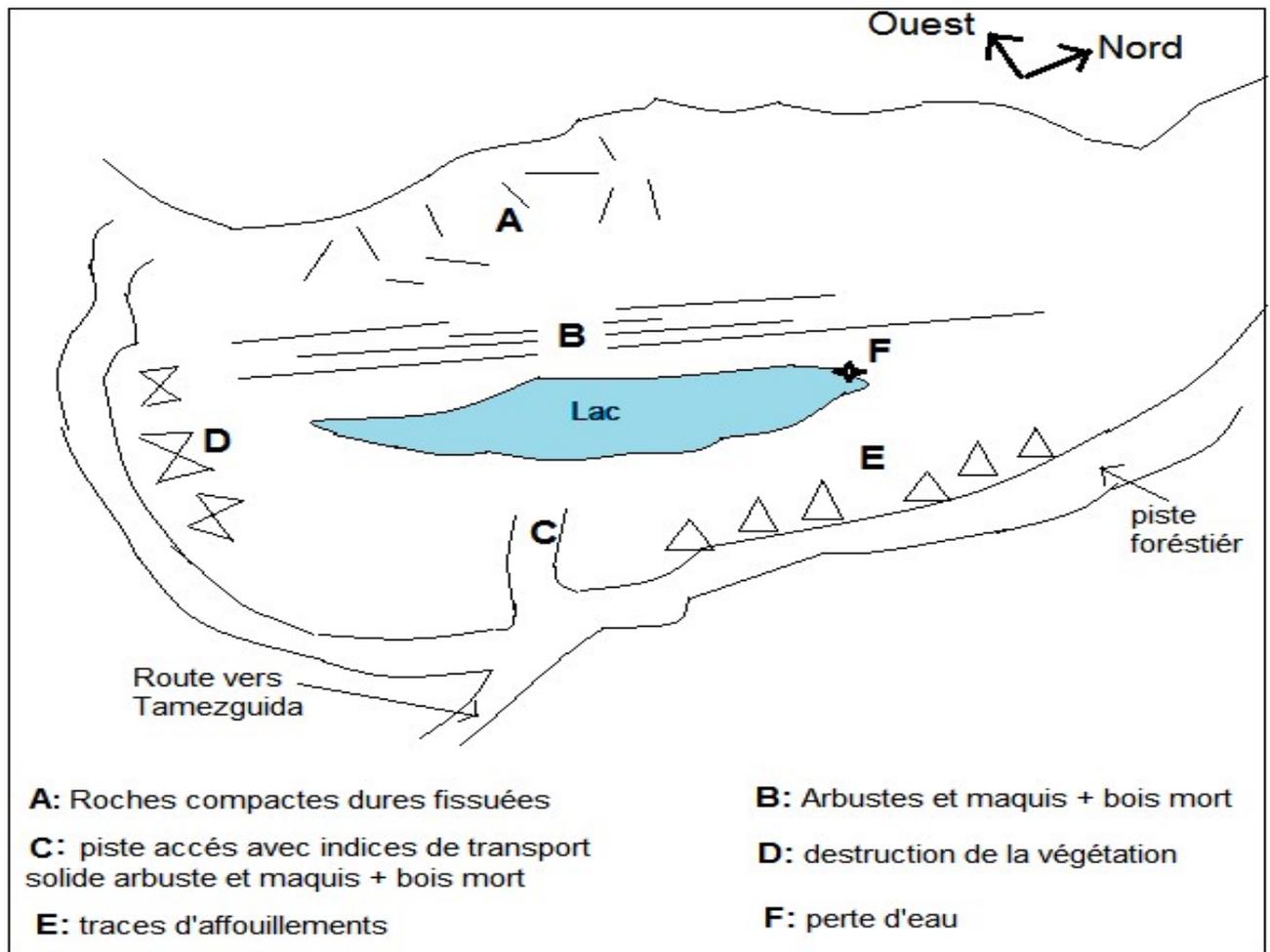
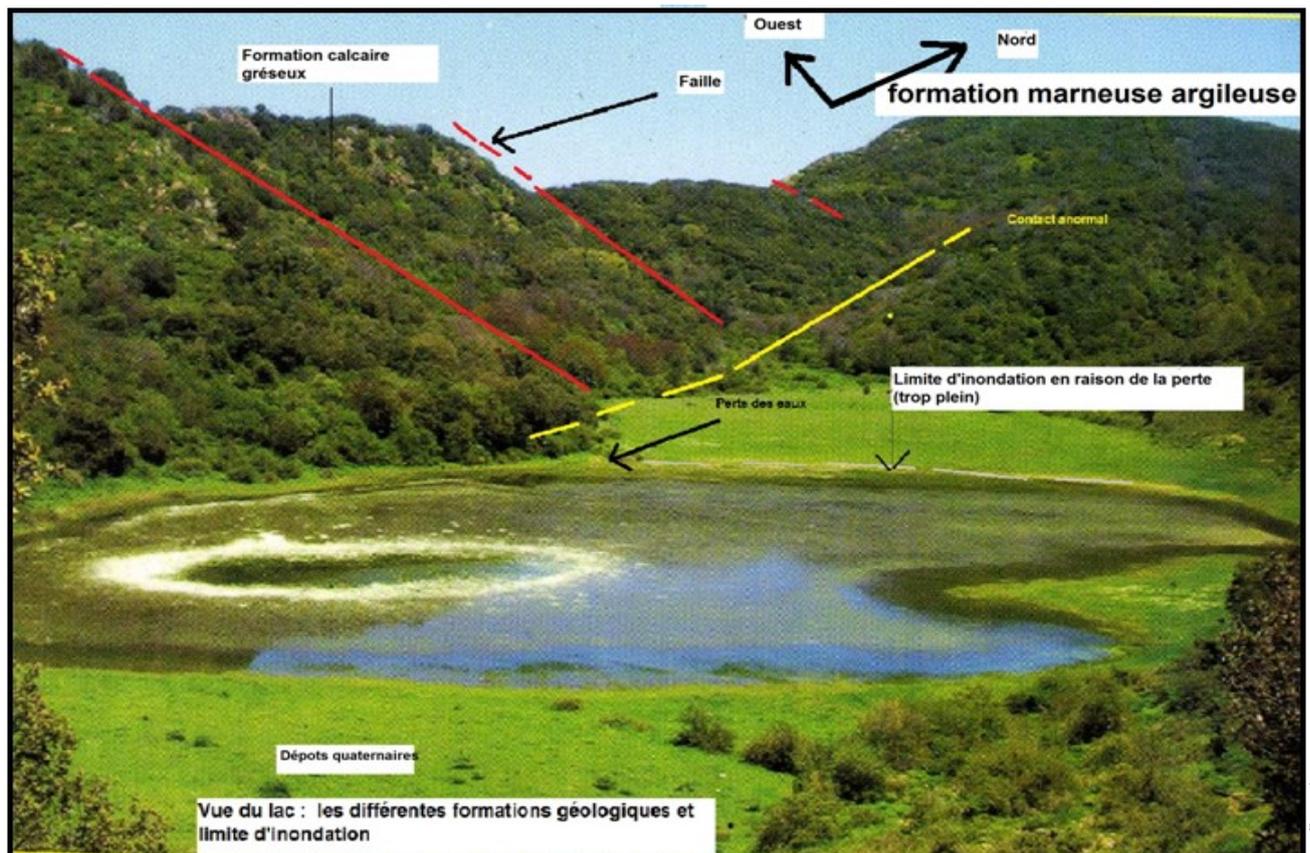


Figure (9): Croquis panoramique des figures et impacts d'érosion



7. Conclusion.

La zone de Tamezguida est l'une des aires culminantes de la chaîne montagneuse de l'Atlas Blidéen. Elle constitue de ce fait un site naturel original grâce à ses atouts paysagers d'une part, à la faune et à la flore qu'il héberge d'autre part. Par ailleurs, le caractère endoréique de son écosystème est aussi un facteur important vu la relative rareté de ce type de milieu en Algérie. La richesse du milieu en espèces animales, dont certaines sont protégées, mais également en diversité floristique importante qualifie cette zone pour une protection et une préservation. Sa vulnérabilité attestée par les traces des atteintes anthropiques qui accélèrent les effets naturels de l'eau de ruissellement conduit à considérer : les aménagements opérés et à réhabiliter les secteurs dénudés ce qui sera détaillé dans le chapitre « actions ».

Chapitre Quatre : Etude climatique de la zone humide.

1. Les éléments de climat.

Cette étude est basée sur les stations de Chréa et Médéa situées dans le même contexte géomorphologique et altimétrique et disposant de chroniques suffisantes pour estimer les variations les deux importants déterminants que sont la température et les précipitations.

1.1. Les précipitations.

S'agissant de l'étude d'une zone humide les précipitations constituent le principal facteur du climat à cerner pour l'analyse de la viabilité hydrologique du lac.

Les précipitations particulièrement à cette altitude incluent aussi bien les pluies que liquides que les précipitations solides sous formes de grêles ou de neige. Cependant, le manque d'équipement ne permet que l'appréciation de la première catégorie. Cet état de départ constitue un premier handicap pour une juste appréciation des ressources en eaux de surface sachant que la fonte des neiges couvrant une large période s'étalant jusqu'au printemps participe activement et en importance pour la réalimentation progressive de la retenue. Il est alors utile de signaler aux services en charge de la gestion du parc national de prévoir l'installation d'une table à neige aux alentours du lac pour l'estimation des équivalents en eau de la neige fréquente en hiver.

1.1.1. Les précipitations mensuelles.

Le tableau 4 récapitule les valeurs moyennes mensuelles des pluviométries mesurées à la station de Chréa la passerelle et à celle de Médéa sur la période allant de 1977 à 2012.

Tableau(4) : Pluviométries moyennes mensuelles (1977 à 2012). Chréa et Médéa.

Station	P (mm)	
	Chréa	Médéa
Septembre	37.42	29.52
Octobre	63.03	51.39
Novembre	93.78	83.24
Décembre	105.64	89.37
Janvier	100.62	91.26
Février	96.95	83.55
Mars	88.04	70.48
Avril	75.59	66.91
Mai	54.33	48.89
Juin	9.22	7.99
Juillet	4.95	4.83
Aout	7.41	5.89
Moy annuelle	736.96	633.32

Il apparait nettement que pour les relevés de la station de Chréa, la période la plus pluvieuse est comprise entre le mois de novembre et mars avec une quantité de pluie de 65.81% (l'équivalent de 485mm) par rapport à la moyenne annuelle. Les mois d'été (juin –juillet et aout) sont particulièrement secs. Il apparait alors une forte variation temporelle des apports et par voie de conséquence de la vie biologique dans le lac. La figure (10) illustre cette variation des moyennes mensuelles des précipitations.

Pour la station de Médéa, la période la plus pluvieuse est comprise entre novembre et février avec une quantité de pluie représentant 55% (l'équivalent de 347.42mm) de l'apport annuel. L'été est toujours le plus sec. La figure (10) traduit cette variation.

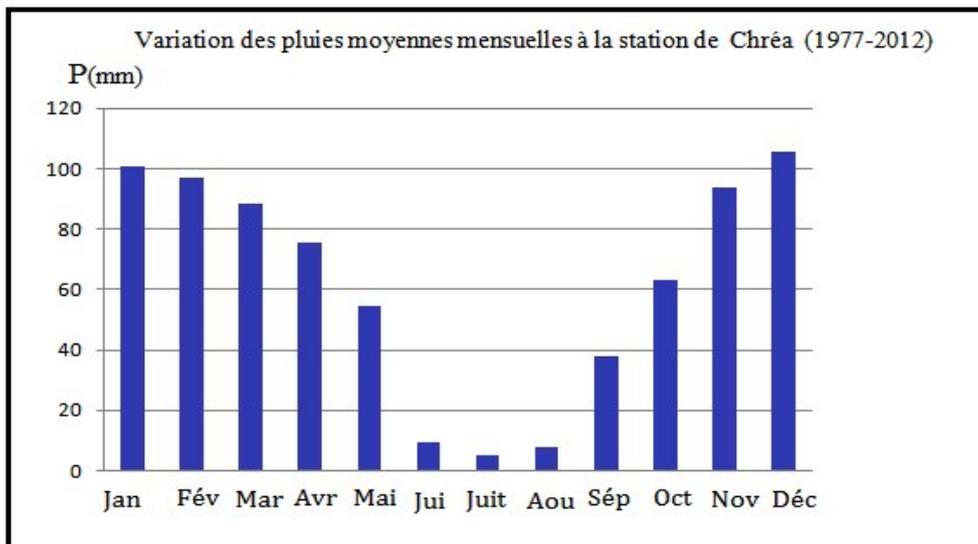


Figure (10): Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station de Chréa (1977-2012).

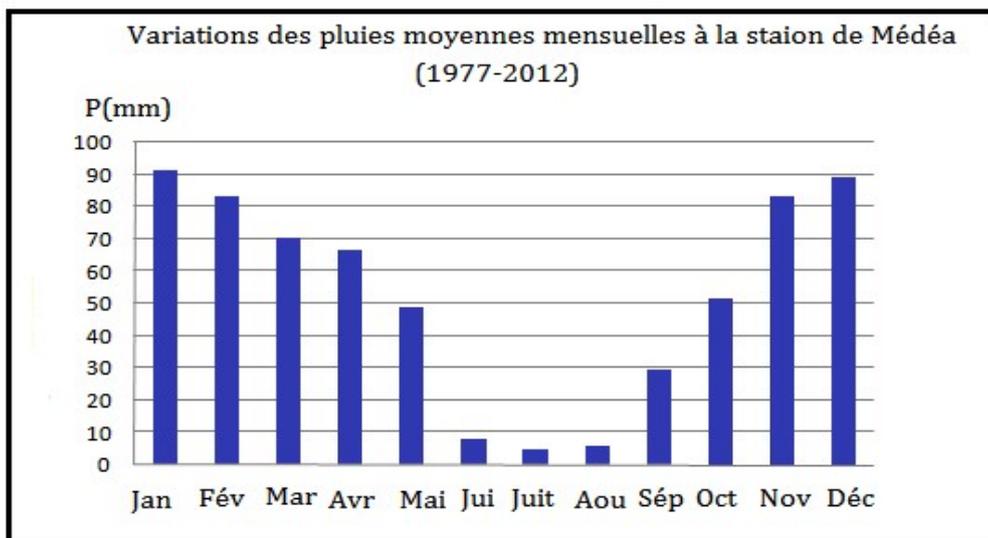


Figure (11): Variation des précipitations moyennes mensuelles sur à la station de Médéa (1977-2012).

Il apparait ainsi que les deux stations montrent approximativement la même distribution des pluies durant l'année. L'altitude jouant un grand rôle dans ces phénomènes pluviométriques, et la zone humide assurant sa viabilité à partir de ces ressources, il est déjà à signaler que le lac peut fonctionner de l'automne en fin de printemps en sachant que les neiges et les ressources additives de leurs fontes ne sont pas estimées.

1.1.2. Les précipitations annuelles.

Le tableau 5 donne les valeurs annuelles des précipitations sur la période de 35 ans (1977-2012).

Tableau (5) : précipitations moyennes annuelles aux stations de Médéa et de Chréa (1977-2012).

Année	P (mm/an) Chréa	P (mm/an) Médéa
1977	502.1	593.48
1978	802.7	639.8
1979	1130	860
1980	873.6	605.4
1981	612.7	536.9
1982	522.8	577.5
1983	703.7	599.7
1984	1017.7	686.52
1985	770.5	611.4
1986	950.3	685.2
1987	534	485.5
1988	718.2	567.3
1989	414.8	412.3
1990	688.4	610.7
1991	881.8	689
1992	644.12	445.1
1993	653.28	450.8
1994	868.7	713.5
1995	859.2	751.4
1996	508.34	372
1997	769.7	870.2
1998	598.4	590.7
1999	323.54	377.1
2000	468.2	626.3

2001	509.7	380.5
2002	1300.1	895.1
2003	873.7	778.5
2004	668	479.1
2005	702	762.7
2006	710.9	817.4
2007	683.6	604.6
2008	810.2	835.2
2009	817	687.1
2010	964.1	833
2011	909.4	812.5
2012	765.08	681.7

La pluviométrie moyenne interannuelle calculée sur une période de 35 ans à la station de Chréa est de 736.96 mm et de 633.32 mm à Médéa avec une variation similaire cependant une légère amplitude pour la station de Chréa. Cette chronique montre :

Des années fortement pluvieuses apparaissent cycliquement pour les deux stations, années ment régulière pour les deux stations jusqu'à l'année 2002 (figure 12) où on note une pluviométrie maximale (1300.1mm à Chréa et 895.1mm à Médéa), après cette année la pluviométrie est devenu proportionnellement stable et élevée par rapport aux années précédentes.

Les courbes de tendance figure 13 montrent une très légère augmentation des pluies pour la chronique considérée.

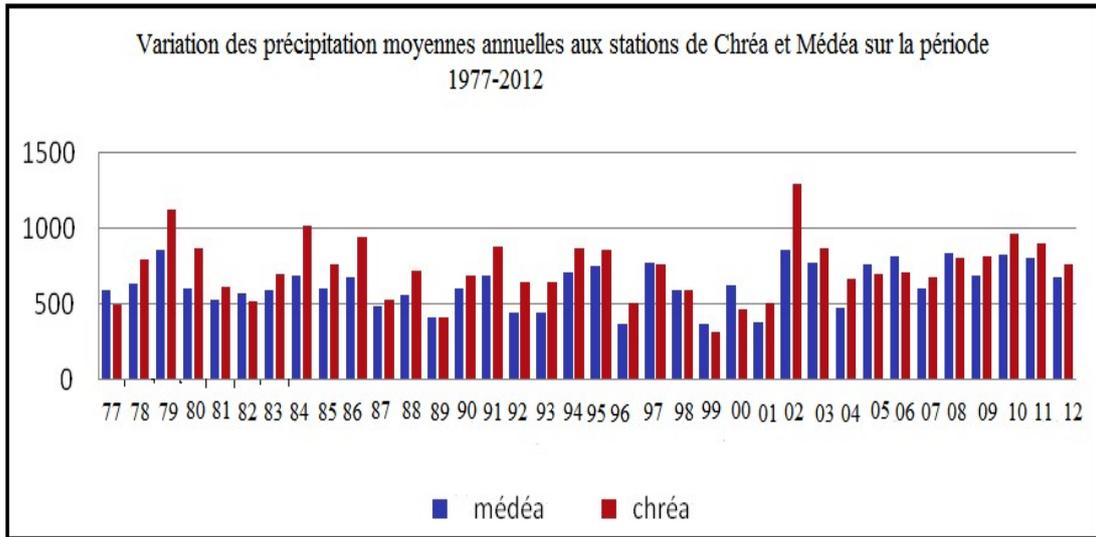


Figure (12) : Variation des précipitations moyennes annuelles aux stations de Chréa et Médéa sur la période 1977 -2012.

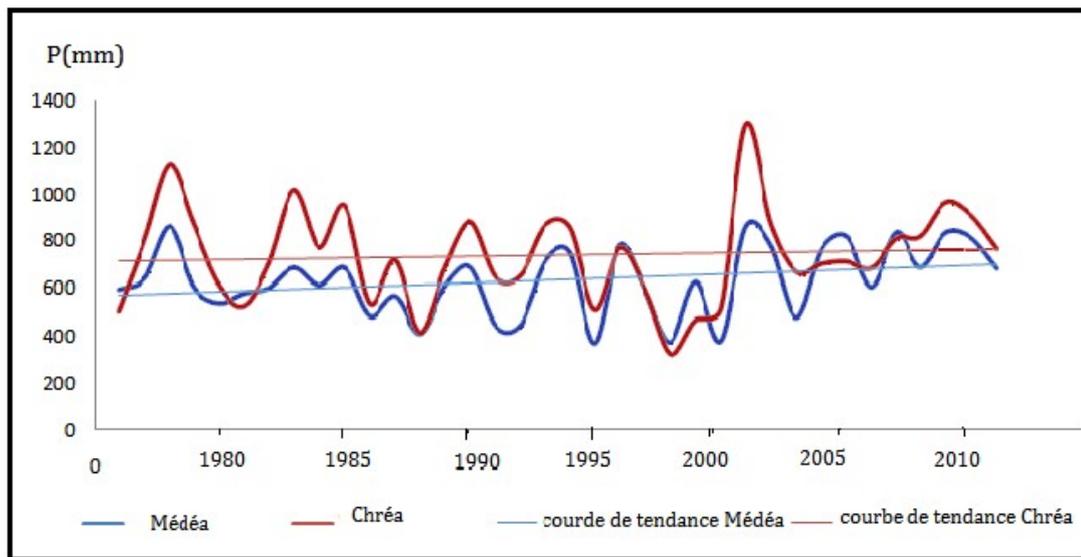


Figure (13) : Les courbes de tendance des précipitations moyennes annuelles de Chréa et Médéa à la période de 1977 à 2012.

1.2. Observations et remarques relatives aux pluies maximales journalières.

L'intérêt des pluies dans l'analyse hydrologique des zones humides réside non seulement dans la quantification des apports mais aussi dans l'estimation des impacts érosifs des versants qui se traduit par une sédimentation au niveau des dépressions et peut conduire à l'élévation du fond des lacs et aller jusqu'à leur disparition. Cette analyse nécessite cependant de disposer des pluies maximales journalières qui sont les plus érosives et plus agressives pour les versants.

Dans le cas présent, il n'existe aucun relevé de pluies maximales journalières, et, il serait souhaitable que les services du PNC avec ceux de l'Agence Nationale des Ressources Hydrique (ANRH) songent à en équiper la région du lac. Ces données permettraient en outre d'orienter les travaux et aménagements forestiers (estimations des pertes des sols, transport solide etc....) pour une gestion conservatoire du complexe sol-eau dans le but de la viabilité du lac.

1.3. Les températures.

Le paramètre température constitue le second facteur climatique important. Il permet l'évaluation du bilan hydrologique local et permet d'apprécier les périodes d'assèchement ou de baisse du niveau du lac et par voie de conséquence la gestion de ses ressources.

Pour une harmonisation des données et des calculs le choix a porté sur l'utilisation des données de la station de Médéa. Il est cependant à noter que les relevés de certains mois montrent des lacunes dans les relevés. Dans ce cas et essentiellement pour des lacunes inférieures au nombre de trois, les vides ont été comblés par la moyenne correspondant au mois considéré sur l'ensemble de la chronique.

De ce fait les moyennes mensuelles correspondant sont peu représentative. Ainsi que les relevés des années 2009, 2010 et 2011 donc ne sont pas pris en considération. Le tableau suivant donne les variations de température mensuelle à la station de Médéa sur la période 2005 à 2013.

Tableau (6) : Températures moyennes mensuelles à la station de Médéa 2005 à 2013.

T (C°)	Max	Min	Moy
Janvier	12.5	5.57	8.32
Février	11.6	4.84	7.83
Mars	14.3	6.47	6.72
Avril	16.6	8.22	12.1
Mai	19.6	10.4	14.4
Juin	25	14.3	19.2
Juillet	28.19	17.1	22.15
Aout	27.59	16.39	21.4
Septembre	25.6	15	19.7
Octobre	24.3	14.3	20
Novembre	20.3	11.6	15.4
Décembre	16.2	8.8	12.1
Moy annuelle	20.16	11.08	14.93

La température moyenne annuelle à la station de Médéa est de 14.93 C°.

D'après les résultats obtenu pour la station de Médéa (tableau 6) les mois de juillet et aout sont les plus chauds avec une température maximale de 28.19 C° et les mois les plus froid sont janvier février et mars avec un minimum de 4.84 C°.

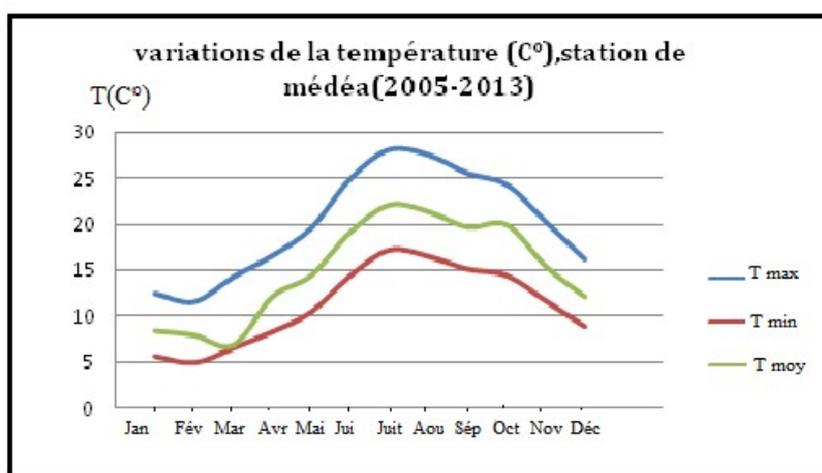


Figure (14) : Variations des températures moyennes (C°) station de Médéa (2005-2013).

La figure 14 montre les variations de la température maximale, minimale et moyenne mensuelles sur la période 2005 à 2013.

La température minimale observée durant la période 2005-2013 est 0.64 C° au mois de février 2005.

De part l'altitude et les températures notées, le couvert neigeux est régulier. Cette constatation est valable aussi pour la région du lac. Là, l'apport du manteau neigeux à l'alimentation du lac est important pour le double raison :

- Il constitue une ressource supplémentaire aux pluies.
- Il restitue les eaux régulièrement et sur une grande période de l'année (fonte de la neige). De ce fait cette partie de l'écoulement de surface ne constitue aucune agression érosive pour les versants du lac.

1.4. L'évaporation.

L'évaporation est un passage progressif de l'eau d'un état liquide à un état gazeux.

1.5. L'évapotranspiration.

L'évapotranspiration est la quantité d'eau transférée vers l'atmosphère, Par l'évaporation au niveau du sol et par la transpiration des plantes.

On peut distinguer trois notions dans l'évapotranspiration (André Musy 2005) : L'évapotranspiration potentielle (ETP), L'évapotranspiration maximale (ETM) et L'évapotranspiration réelle (ETR). Les deux notions ETR et ETP sont utiles et nécessaires pour étudier les bilans de circulation de l'eau.

1.5.1. Définition de l'évapotranspiration potentielle.

« L'évapotranspiration potentielle (ETP), est défini comme étant l'ensemble des pertes en eau par évaporation et transpiration d'une surface de gazon de hauteur uniforme, couvrant totalement le terrain, en pleine période de croissance, recouvrant complètement le sol et abondamment pourvue en eau ». (André Musy 2005).

1.5.2. Estimation de l'évapotranspiration potentielle.

Le choix de la formule de THORNTHWAITE proposé en 1948 pour calculer l'évapotranspiration potentielle est basé sur les données disponibles.

$$\text{ETP (mm)} = 16(10T/I)^a$$

Avec:

$$a = (67,5 \times 10^{-8} \times I^3) - (77,1 \times 10^{-6} \times I^2) + (0,0179 \times I) + 0,492.$$

$$I = \sum i.$$

$$i = (T/5)^{(1,514)}.$$

Où`

T: Température moyenne mensuelle en °C.

I: Indices thermique annuel.

i: Indices thermique mensuel.

F: coefficient correcteur, fonction de la latitude (F= 1.54) (source Rayonnement solaire Algérie publication EPAU Alger 1985).

Les résultats sont :

$$I = 66.13 ; a = 1,53.$$

Tableau (7) : variations mensuelles de l'ETP station Médéa.

Mois	T moy (C°)	T^a	ETP (mm)
Janvier	8.32	25.37	35.03
Février	7.83	23.30	31.93
Mars	6.72	18.44	25.27
Avril	12.1	45.358	62.14
Mai	14.4	59.19	80.098
Juin	19.2	91.93	125.94
Juillet	22.15	144.4	156.72
Aout	21.4	108.52	148.68
Septembre	19.7	95.61	130.99
Octobre	20	97.85	134.06
Novembre	15.4	65.60	89.87
Décembre	12.1	45.358	62.14

1.6. L'évapotranspiration réelle (ETR).

1.6.1. Définition de l'évapotranspiration réelle (ETR).

« L'évapotranspiration réelle (ETR) est la somme des quantités de vapeur d'eau évaporées par le sol et par les plantes quand le sol est à son humidité spécifique maximale et les plantes à un stade de développement physiologique et sanitaire réel ». (André Musy 2005).

1.6.2. Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR).

Nous utiliserons dans le cadre de cette étude, la formule de L.TURC :

$$ETR \text{ (mm)} = P / \left(\sqrt{0.9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2} \right)$$

Avec :

$$L = 300 + 25T + 0,05T^3.$$

Ou' :

P : pluie annuelle moyenne (mm/an).

L : pouvoir évaporant.

T : la température moyenne annuelle (14.93 C°) :

Les résultats du calcul de l'ETR annuelle sont:

$$L = 839.648.$$

$$ETR = 522,54 \text{ mm/an.}$$

2. Le bilan hydrique.

2.1. Méthode de calcul.

La méthode de calcul du bilan est basée sur la notion de réserve en eau facilement utilisable (RFU).

On admet que le sol est capable de stoker une certaine quantité d'eau (RFU) cette eau peut être reprise pour l'évaporation par l'intermédiaire des plantes. La quantité d'eau stoker dans la RFU est bornée par 0 (RFU est vide) et 200 (RFU max). Suivant les sols et les sous sols considérés avec une moyenne de 100mm.

On n'admet que la satisfaction de l'ETP à la priorité sur l'écoulement c.-a-d qu'avant qu'il n'y ait d'écoulement il faut avoir satisfait le pouvoir évaporant (ETP = ETR).

Par ailleurs, la complétion de la RFU est également prioritaire sur l'écoulement.

- Si $P > ETP$ alors : $ETR = ETP$.

Il reste un excédent qui est affecté en premier lieu à la RFU, et si la RFU est complète à l'écoulement ($E = P - ETP$).

- Si $P < ETP$ alors : $ETR = P$.

On évapore toute la pluie ($E=0$) et en prend à la RFU (jusqu'à la vide) ; RFU restant = $(ETP - P) - RFU$ précédente.

- Si $RFU \neq 0$ donc $ETR = ETP$.
- Si $RFU = 0$ donc $ETR = ETP - DA$.

Avec DA : le déficit agricole $DA = ETP - P$.

2.2. Résultats et commentaires.

Les résultats de bilan hydrique sont présentés sous forme de tableau 8.

Tableau (8) : Résultats de bilan hydrique station de Médéa (1977-2012).

Mois	P (mm)	ETP (mm)	RFU (mm)	ETR (mm)	DA (mm)	E (mm)
Jan	91.26	35	100	35	0	56.23
Fév	83.55	31.93	100	31.93	0	51.62
Mars	70.48	25.27	100	25.27	0	45.21
Avril	66.91	62.14	100	62.14	0	4.77
Mai	48.89	81	67.89	81	0	0
Juin	7.99	125.94	0	75.88	75.06	0
Juit	4.83	156.72	0	4.83	151.89	0
Aout	5.89	148.68	0	5.89	142.79	0
Sép	29.52	130.99	0	29.52	101.47	0
Oct	51.39	134.06	0	51.39	82.67	0
Nov	83.24	89.87	0	83.24	6.83	0
Déc	89.37	62.14	27.23	62.14	0	0
Annuelle	633.32	1083.74		548.23	535.71	157.83

Formules de vérification :

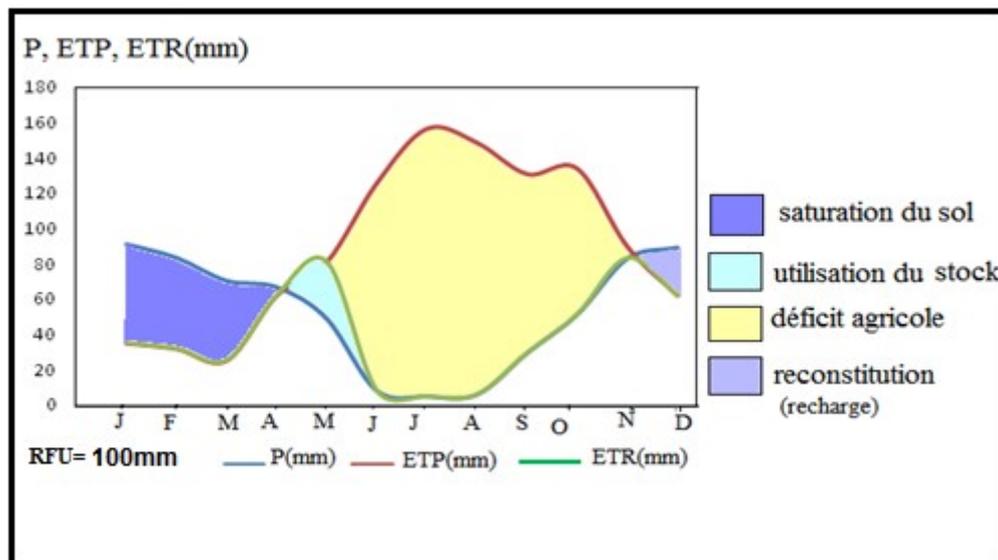
$$\sum P = \sum ETR + \sum E$$

$$633.32 = 548.23 + 157.83 = 706 \text{ mm}$$

$$\sum RTP = \sum ETR + \sum DA$$

$$1083.74 = 548.23 + 535.71 = 1083.94 \text{ mm}$$

L'analyse de bilan hydrique (tableau 8) est représentée par la figure 14. Elle met en évidence quatre périodes bien différentes qui sont à définir :



Figure(15) : Bilan d'eau, station de Médéa période (1977-2012).

1. Période de saturation (trois mois) : la réserve utile est à son maximum de saturation dès le mois de Janvier jusqu'à avril avec un excédent qui varie selon les quantités des précipitations.
2. Période d'utilisation (un mois) : où l'évapotranspiration réelle se fait alors au détriment du stock de la réserve utile durant le mois de mai.
3. Période de déficit (six mois) où le surplus (RFU) est nul : au mois de juin la réserve utile est totalement épuisée. Elle s'étend jusqu'au mois de novembre début des précipitations.
4. Période de reconstitution de la réserve utile (deux mois) : une reconstitution de RFU (recharge du sol) à partir du mois de décembre jusqu'au mois de janvier.

2.2. Les différents types de saisons.

La figure 14 permet de différencier deux types de saisons :

- Saison sèche : Où domine l'évapotranspiration qui atteint 156.71mm au mois de juillet, avec un déficit de 535.71mm, et la réserve utile (RFU) est consommée totalement.
- Saison humide : où les précipitations dépassent l'évapotranspiration avec un excédent de 157.83mm/an et le sol est imbibé (saturé) (RFU=100 mm).

Pour préciser le début et la fin de ces deux saisons, nous avons utilisé le diagramme ombrothermique de Bagnouls (1953) figure 16. Qu'il est établi par les valeurs de précipitations moyennes mensuelles de 1977 à 2012 et les valeurs de la température de 2005 à 2012 pour la station de Médéa tableau 9.

Tableau (9) : Températures et précipitations moyennes mensuelles (2005-2012).

Mois	P (mm)	T moy (C°)
Janvier	91.26	8.32
Février	83.55	7.83
Mars	70.48	6.72
Avril	66.91	12.1
Mai	48.89	14.4
Juin	7.99	19.2
Juillet	4.83	22.15
Aout	5.89	21.4
Septembre	29.52	19.7
Octobre	51.39	20
Novembre	83.24	15.4
Décembre	89.37	12.1

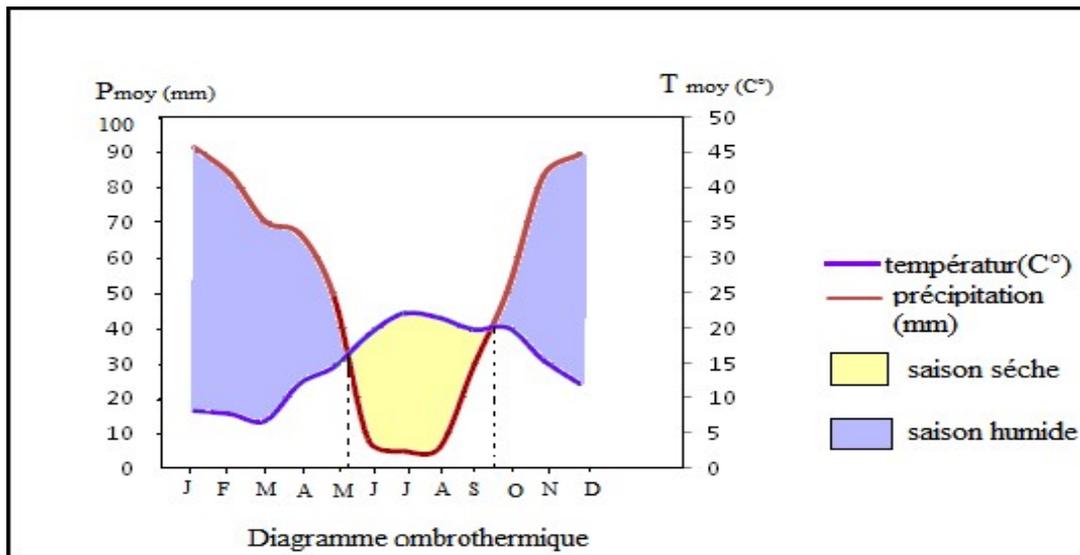


Figure (16) : Diagramme ombrothermique.

Le diagramme ombrothermique de la figure 16 montre que :

La saison humide s'étend de la mi-septembre à mai. Elle est marquée par une précipitation de 565.72 mm par rapport à la pluie annuelle, avec une température moyenne de 6.72C° au mois de mars (notée que la température moyenne minimale dans cette saison est 4.84C° au mois de février).

La saison sèche s'étend du début mai jusqu'à la fin de septembre avec une précipitation de 97.11mm par rapport à la pluie annuelle, et une température moyenne de 22.15C° au mois de juillet (notée que la température moyenne maximale dans cette saison est 28.19C° au mois de juillet).

3. Fonctionnement hydrologique du lac.

3.1. Généralités sur le cycle de l'eau dans le secteur du lac.

Le cycle de l'eau du lac commence par l'évapotranspiration de l'eau sous l'effet de l'énergie solaire qui évapore dans l'atmosphère l'eau du lac à partir de son plan d'eau. Il s'y ajoute une autre partie puisée par les plantes et les autres espèces végétales (dans l'eau et à partir des sols) dont une partie fini par être rejetée sous forme de vapeur d'eau par la transpiration.

Avec les précipitations liquides et solides, l'eau suit plusieurs chemins :

- Chute directement sur le sol,
- Chute sur les arbres sur lesquelles elle ruissèle (soit sur les feuilles simplement avant de rejoindre le sol, soit sur les feuilles puis les troncs pour enfin atteindre le sol),
- Une fois rassemblée dans les micros talwegs sur le sol, elle se met à ruisseler le long des pentes pour rejoindre le lac,
- Durant son ruissellement, une partie s'infiltré en fonction des faciès qui la supportent,
- L'eau solide est restituée selon la même trajectoire et peut passer par les mêmes termes sauf qu'elle le fait avec des vitesses très lentes fonctions de la température de l'air de son taux d'humidité et du vent.

Les différents termes du bilan de l'eau sont difficiles à apprécier eu égard aux nombreux paramètres mis en jeu très souvent impossibles à quantifier. Pour cette raison il est simplifié en ne tenant compte dans une première approximation que des termes de l'équation suivante :

$$\text{Pluie} = \text{Ruissellement} + \text{Infiltration} + \text{Evaporation.}$$

Dans ce bilan le sous terme « neige » n'est pas pris en considération par manque de mesures.

Dans la région du lac, la richesse du couvert végétal, la nature du sol, la quantité des pluies et la période de noyade du lac (plus de 9 mois par an en moyenne) montre un cycle de l'eau équilibré entre l'infiltration, le ruissèlement et l'évapotranspiration, cela conduit à un remplissage régulier du lac et une fluctuation saisonnière de son niveau en conformité avec les besoins et les cycles de vie des organismes qui y vivent

3.2 Les termes du bilan hydrologique.

3.2 Les termes du bilan hydrologique.

3.2.1. L'infiltration.

En l'absence des données qui permettent d'estimer la quantité de l'eau infiltrée dans le site d'étude, et par l'observation de la géologie locale (roches fissurées au niveau du versant ouest, prédominance des schistes au niveau de versant Est, caractère dénudé

des roches métamorphiques). l'infiltration peut être estimée au niveau de l'impluvium à 40% des pluies soit l'équivalent de 253.33 mm.

3.2.2. La lame écoulée sur l'impluvium du lac.

La lame d'eau est la hauteur de précipitations qui s'écoule en moyenne par unité de temps (mois ou année) elle s'exprime en millimètres par unité de temps.

La station de Médée reçoit en moyenne 633.32mm de précipitation par an, si l'on considère que l'impluvium de Tamezguida recevoir la même moyenne (633.32mm) pour les raisons mentionnées ci-dessus. Sur cette hauteur, 253.33mm s'infiltreront définitivement. La lame d'eau est donc égale à $(633.32 \text{ mm} - 253.33 \text{ mm}) = 380 \text{ mm}$ en moyenne.

Si l'on multiplie la lame d'eau (380mm) par la superficie du bassin (1692500m²), on obtient la quantité écoulée en un certain temps (que l'on exprime généralement en mètres cubes),

La quantité total d'eau écoulée est 643150 de mètre cubes annuellement.

3.2.3. Le ruissellement.

« Le ruissellement de surface se produit quand le niveau de la précipitation dépasse la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol » (Llamas, 1992) [7]. Le calcul de la quantité du ruissellement se fait par la formule suivante :

$$R = P - (ETP + I)$$

Avec

R: Le ruissellement.

P: Le volume annuel écoulé (643150 m³/an).

ETP: L'évapotranspiration potentielle annuelle (1083.74 mm/an).

I: L'infiltration (257260 m³ /an).

La quantité d'eau qui ruissèle sur l'impluvium du lac Tamezguida est **385888 m³ /an.**

3.3 Conclusion du bilan hydrologique.

Le bilan hydrique calculé avec les données des chroniques couvrant la période 1977-2012 est consigné dans le tableau 10.

Tableau (10) : Bilan hydrologique station de Médéa (1977-2012).

P (m ³)	ETP (mm)	ETR (mm)	R (m ³)	I (m ³)
643150	1083.86	522.54	385888.72	257260

L'impluvium du lac reçoit en moyenne 643150 m³ de pluie par an. Le ruissellement estimé est de 385888.72 m³ soit 59.9% des précipitations. La valeur de l'évapotranspiration réelle estimée par la méthode de L. TURC donne une valeur de 522.54 mm. L'infiltration est de 257260 m³. Elle représente 40% des précipitations.

Aussi la région à un climat tempéré confirmé par le résultat de calcul de l'indice de MARTONNE (I= 25.4).

4. Les autres caractéristiques climatiques du site d'étude.

« La station météorologique du lac de Tamezguida est prise 933 mm comme Précipitations moyennes annuelles, la couche de neige qui en moyenne de 15 à 20 cm, (atteint parfois 50 cm), il neige en moyenne 20 jours par an, l'enneigement dépasse 01 mois et pouvant atteindre à certains endroits les 02 mois. Les gelées blanches se manifestent surtout en Septembre. Elles apparaissent en automne et disparaissent au début du printemps. Quant à la grêle, elle tombe durant presque toute la période allant de Décembre à Mars » [6].

« La zone du bassin versant et le site du lac de Tamezguida sont classés selon le quotient pluviométrique d'Emberger ($Q = 3,43 \cdot P / (M-m)$) avec $Q = 117$, dans l'étage humide / Sous-étage hiver froid. Avec une moyenne annuelle de l'humidité relative avoisine 70 % [9].

Les températures sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau (11) : la moyenne des valeurs extrêmes de la température.

Minima moyen des deux valeurs extrêmes	16,5°C	1 - 17,5
Maxima moyen des deux valeurs extrêmes	22,3°C	6,5 - 28,8

Tableau (12) : les températures moyennes de la station de Mouzaïa.

	M	M	M'	m'	M''	m'
moyenne annuelle	moyenne Maximas	moyenne minimas	moyenne maximas extrêmes	moyenne minimas extrêmes	maxima absolu	minima absolu
11,75	15,7	7,8	23,1	2,3	37	- 9,4

5. Le régime hydrologique du lac.

Le régime du lac de Tamezguida est lié au fonctionnement hydrologique pluvial général de son impluvium. Ainsi, il connaît divers épisodes celui de son remplissage maximum, celui de son étiage et celui de sa totale vidange.

5.1. Le coefficient pluviométrique.

Ce paramètre climatique joue un rôle important dans la détermination des années excédentaires et déficitaires. Il est défini comme le rapport de la pluviométrie de l'année à la pluviométrie moyenne pour la station :

$$H = (F / Fa)$$

Avec :

H: coefficient pluviométrique.

F: pluviométrie de l'année donnée.

Fa: pluviométrie moyenne interannuelle.

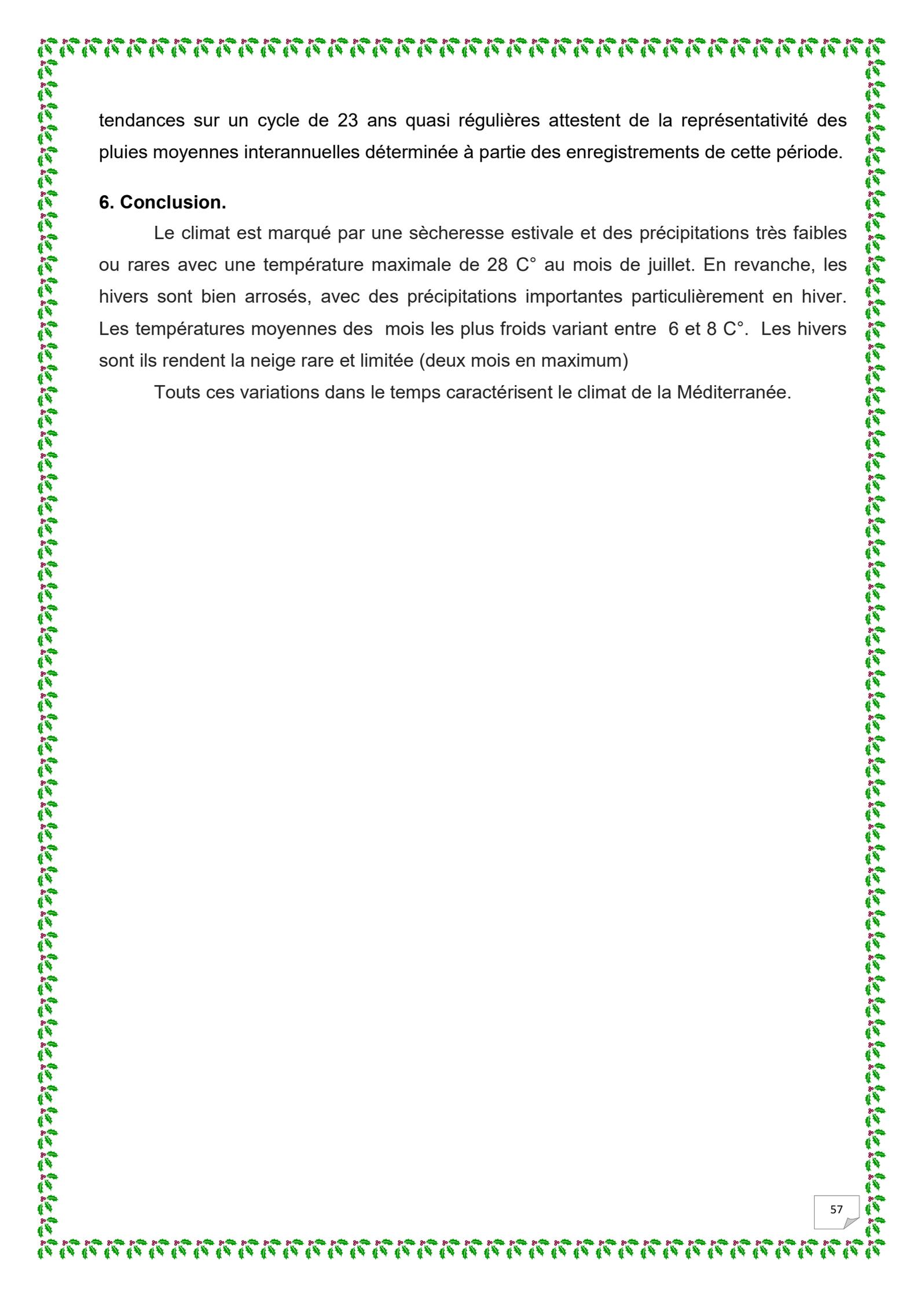
- Si $H > 1$: l'année est excédentaire.
- Si $H < 1$: l'année est déficitaire.

Tableau (13): Coefficient pluviométrique de la station de Médéa (1977-20112)

années	Médéa	H	Chróa	H
1977	593.48	0.93	502.1	0.68
1978	639.8	1.01	802.7	1.09
1979	860	1.35	1130	1.53
1980	605.4	0.95	873.6	1.18
1981	536.9	0.84	612.7	0.83
1982	577.7	0.91	522.8	0.7
1983	599.7	0.94	703.7	0.95
1984	686.52	1.08	1017.7	1.38
1985	611.4	0.96	770.5	1.04
1986	685.2	1.08	950.3	1.29
1987	485.2	0.76	534	0.72
1988	567.3	0.89	718.2	0.97
1989	412.3	0.65	414.8	0.56
1990	610.7	0.96	688.4	0.93
1991	689	1.08	881.8	1.19
1992	445.1	0.7	644.12	0.87
1993	450.8	0.7	653.28	0.88
1994	713.5	1.12	868.7	1.18
1995	751.4	1.18	859.2	1.16
1996	372	0.58	508.34	0.67

1997	780.2	1.23	769.7	0.04
1998	590.7	0.93	598.4	0.81
1999	377.1	0.59	323.54	0.44
2000	626.3	0.99	468.2	0.63
2001	380.5	0.6	509.7	0.69
2002	859.1	1.35	1300.1	1.76
2003	778.5	1.23	873.7	1.18
2004	497.1	0.75	668	0.9
2005	726.2	1.2	702	0.95
2006	817.4	1.29	710.9	0.96
2007	604.6	1.95	683.6	0.93
2008	835.2	1.32	810.2	1.02
2009	6.87.1	1.08	817	1.10
2010	833	1.31	964.1	1.30
2011	812.5	1.28	909.4	1.23
2012	681.7	1.07	765.08	1.03

La figure (13) montre une fluctuation irrégulière d'une année à l'autre pour les deux stations, à l'exception de deux épisodes bien marqué en 1979 et 2002. Le premier pic situe la pluviométrie à 860 mm pour la station de Médéa et 1130 mm pour Chréa. Le deuxième pic, la fait correspondre à 859 mm à la station de Médéa et à 1300 mm à Chréa. A l'intérieure de cette période la fluctuation est nettement irrégulière. Le coefficient pluviométrique H (tableau13) montre cette fluctuation entre les années excédentaires ($H < 1$) et les années déficitaires ($H > 1$) sur un cycle de 23 ans. L'examen des courbes de



tendances sur un cycle de 23 ans quasi régulières attestent de la représentativité des pluies moyennes interannuelles déterminée à partir des enregistrements de cette période.

6. Conclusion.

Le climat est marqué par une sécheresse estivale et des précipitations très faibles ou rares avec une température maximale de 28 C° au mois de juillet. En revanche, les hivers sont bien arrosés, avec des précipitations importantes particulièrement en hiver. Les températures moyennes des mois les plus froids varient entre 6 et 8 C°. Les hivers sont ils rendent la neige rare et limitée (deux mois en maximum)

Toutes ces variations dans le temps caractérisent le climat de la Méditerranée.

Chapitre Cinq : Qualité des eaux du lac.

1. Introduction.

Au cours d'une année, une saison, et même d'une journée et en période d'étiage ou en période de crue la qualité de l'eau peut être très variable, les phénomènes de ruissellement d'érosions et même les précipitations influencent énormément la qualité de l'eau du lac. Les teneurs en certaines substances présentes dans l'eau peuvent être plus élevées en été en raison d'une dilution plus importante.

La qualité de l'eau est caractérisée par diverses substances en solution et en suspension (dans l'eau). Ce sont les sels minéraux classiques ainsi que la matière minérale solide en suspension (transport solide) et la matière organique.

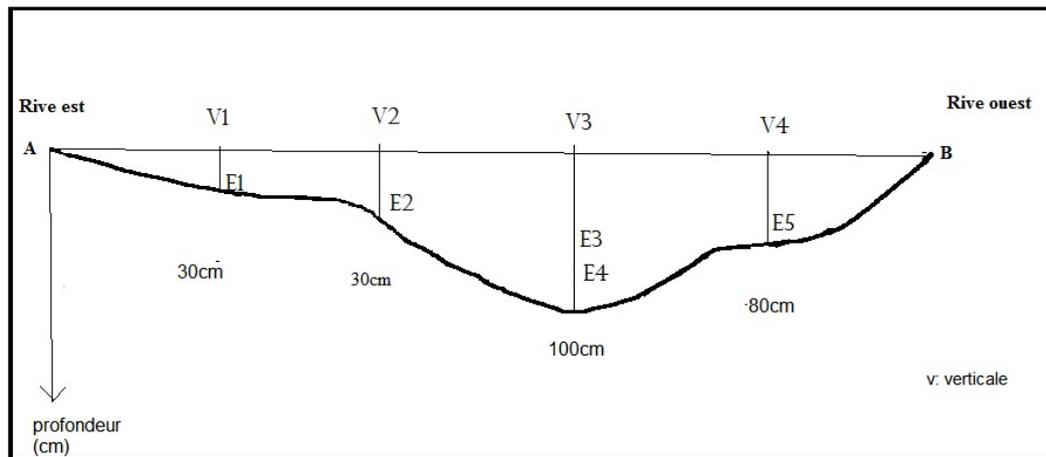
Concernant le lac de Tamezguida, la détermination de la qualité de l'eau consiste à évaluer les paramètres suivants : le pH, la turbidité, la conductivité (Ce), l'oxygène dissous, la matière en suspension (MES), les nitrates, le phosphore...etc.). Les circonstances du déroulement de ce travail n'ont cependant pas permis de procéder aux analyses chimiques des macros éléments. Leur suivi est cependant nécessaire pour statuer sur la dynamique chimique des eaux et la variation saisonnière de leur qualité. Elle constitue la prochaine investigation sur le lac.

Les paramètres analysés se limitent donc au pH, à la conductivité, à la demande chimique en oxygène (DCO), à la demande biologique en oxygène (DBO), et la température de l'eau.

Ce chapitre présente les protocoles d'échantillonnage, ainsi que les résultats exploités au cours de cette mémoire.

2. Localisation du site de prélèvement.

L'échantillonnage a été fait selon le schéma suivant :



Le point C est au sud est du profile près de la verticale 3 (voir figure 17).

La figure (17) présente une vue satellitaire du lac Tamezguida avec la matérialisation des verticales de mesures des profondeurs, des températures et de l'échantillonnage. Elles sont notées E1, E2, E3, E4 et E5 de la berge est à la berge ouest du lac selon le profil de la figure 17.

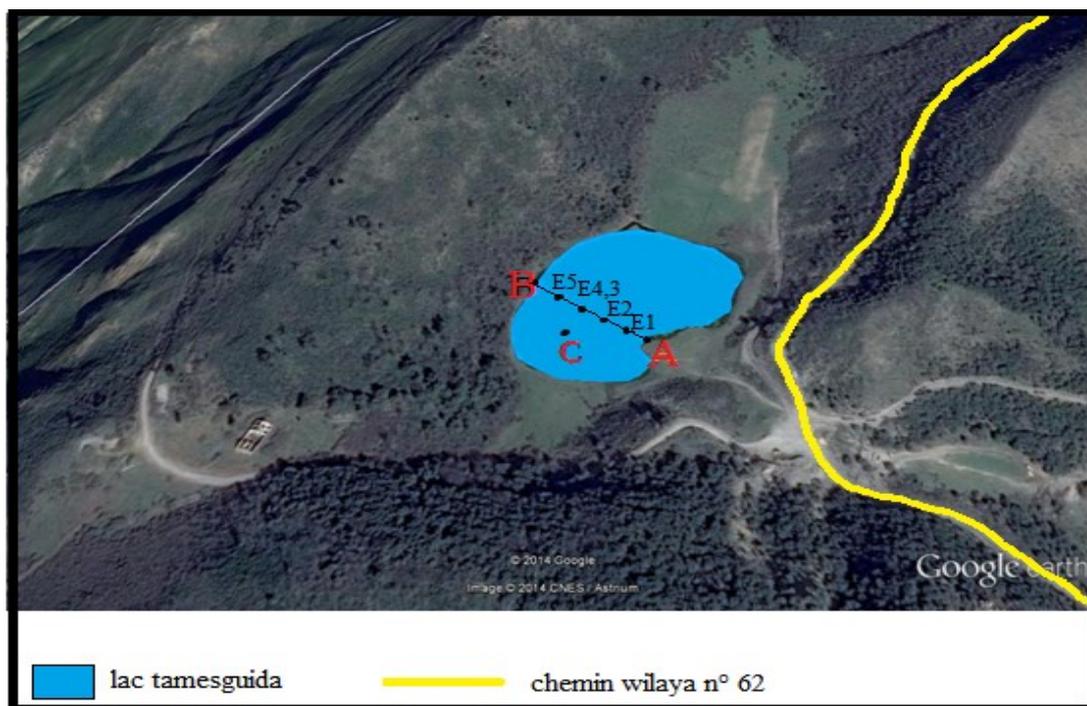


Figure (17) : Vue du lac où les échantillons E1 E2 E3 E4 E5 sont prélevés.



Figure (18) : Profil thermique et bathymétrique

3. Les paramètres analysés.

Avant de poursuivre nous présentons des définitions des paramètres physico chimiques analysées.

- **La conductivité (Ce) :** Ou conductance électrique permet d'apprécier le taux de minéralisation d'une eau, elle dépend de la force ionique de l'eau liée à la nature des différents éléments dissouts dans cette eau. Son unité de mesure est le Siemens.
- **Le potentiel d'hydrogène (pH) :** Le potentiel d'hydrogène mesure l'acidité ou la basicité d'une solution.

Dans chaque milieu naturel les eaux ont une valeur de pH propre en fonction du sous-sol de leur bassin versant.

- **La température :** La température est le facteur cinétique le plus important de toutes les réactions chimiques et biologiques dans les milieux aquatiques.
- **La Demande Chimique en Oxygène (DCO) :** La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydantes présentes dans l'eau quelles que soit leur origine organique ou minérale.
- **La Demande Biologique en Oxygène (DBO) :** La DBO5 ou Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours, représente la quantité d'oxygène

nécessaire aux micro-organismes pour oxyder (dégrader) l'ensemble de la matière organique présente dans un échantillon d'eau.

4. L'échantillonnage.

4.1. Matérielles d'échantillonnage.

- Quatre bouteilles hermétiques de 1.5 L pour prélèvement d'eau.
- Cordon 16 mètres.
- Les Gants.
- Botte.
- Etiquettes autocollantes.
- Bloc notes d'observations.
- Glacière et 2 L de glace.
- Papier pH.
- Thermomètre gradus en degrés Celsius.
- Appareil photo.
- Petit bateau gonflable.
- Deux litre d'eau distillée.
- Deux flacons laveurs.

4.2. Méthodologie d'échantillonnage.

- Préparer la glacière de façon à accueillir les prélèvements d'eau en y ajoutant une glace au fond.
- Préparer les bouteilles stériles et identifiées à l'aide d'étiquettes (numéro du prélèvement).
- Prendre cinq échantillons d'eau à cinq endroits différents, déterminés selon la grille des résultats.
- Incrire dans la grille des résultats les données suivantes :
 - Température de l'eau (à l'aide du thermomètre).
 - Les profondeurs du lac à chaque point de prélèvement.
 - La distance entre les points de prélèvement.

4.3. Protocole d'échantillonnage.

Le choix à porté sur un profil dans le prolongement de la piste menant au plan d'eau. Ce dernier débute à près de 50 mètres de la piste.

Etape 1 : L'échantillonneur doit porter des gants.

Etape 2 : Ouvrir la bouteille au dessous de l'eau à moins 30 cm de profondeur et le remplir au complet d'eau qui sera analysée.

Etape 3 : chaque bouteille remplie doit être plongé dans l'eau du lac jusqu'à la fin d'échantillonnage par la suite les rangé dans la glacière.



Photo (6) : Vue des préleveurs dans le lac.

5. Résultats et discussion.

5.1. Résultats.

Les mesures des PH, conductivité, DCO et la DBO5 faites au laboratoire de l'ANRH de Blida. Sont présentés dans le tableau 14. Les mesures de température sont effectuées sur site en mai 2014. La verticale est par rapport à la rive Est du lac (figure 8).

Tableau (14) : Paramètres physiques de l'eau du lac Tamezguida.

Verticale	Echantillon	Profondeur (cm)	T (C°)	PH	Ce (μ /cm)	DCO	DBO5
V1	E1	25	18.5	9.4	253	58	2
V2	E2	25	18.5	10	241	25	5
V3	E3	25	18.4	9.8	233	9	7
	E4	70	17.8	10.2	247	51	5
V4	E5	60	17.8	10.1	246	26	6
-	Point C	30	18	-	-	-	-
	Point C	90	17.2	-	-	-	-

5.2. Discussions.

5.2.1. La température.

La température de l'eau du lac est plus ou moins constante (la moyenne est de 18°C) le long de profil, figure (19). Cette homogénéité s'explique par la faiblesse de la profondeur. E.

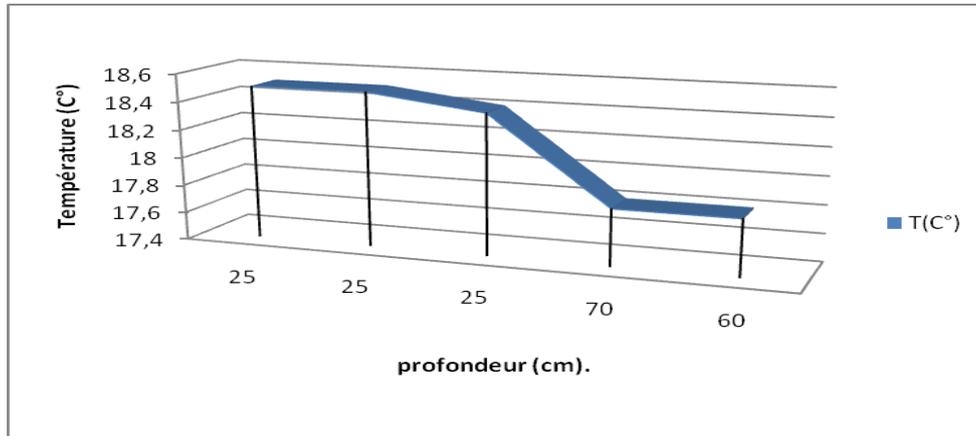


Figure (19) : Variation de température de l'eau du lac en fonction de la profondeur.

5.2.2. La Conductivité.

Dans le lac de Tamezguida, la Conductivité oscille entre deux valeurs proches (235 et 253) avec une moyenne de 244 μ /cm elle permet cependant d'identifier deux states ; la première entre 0 et 20 cm de profondeur et la seconde à partir 80 cm. Ces résultats indiquent que l'eau en surface est légèrement plus minéralisée que celle du fond.

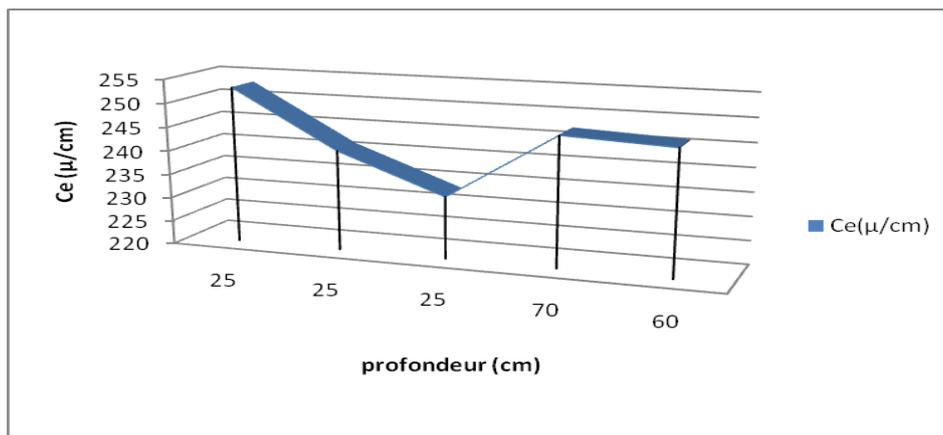


Figure (20) : variation de la conductivité de l'eau du lac en fonction de la profondeur.

5.2.3. Le Ph.

Les valeurs de PH de l'eau du lac Tamezguida varie entre 9 et 10 ce qui indique l'alcalinité de l'eau du lac. Cette valeur peut être justifiée par :

- La géologie du sol de site d'étude (la présence de calcaire dans le sol qui rend le pH basique).
- Probablement par le type de végétation présente dans le site,
- L'activité des phytoplanctons (photosynthèse).

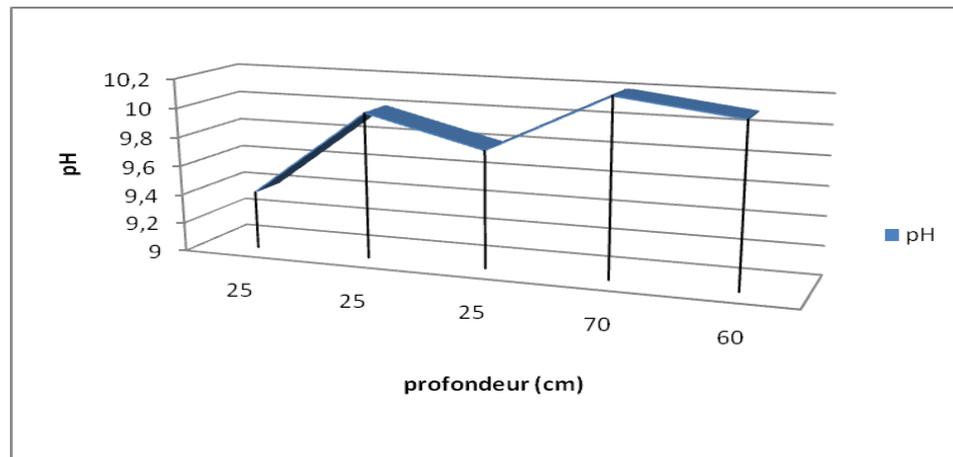


Figure (21) : variation de PH de l'eau du lac en fonction de la profondeur.

5.2.4. La DCO.

La DCO est une mesure globale des matières organiques et de certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale) présents dans l'eau.

Dans le lac de Tamezguida la concentration de matières organiques augmente à mesure que nous nous rapprochons de la profondeur du lac ce qui confirme la présence d'une quantité considérable de matière organique dans le sol du lac

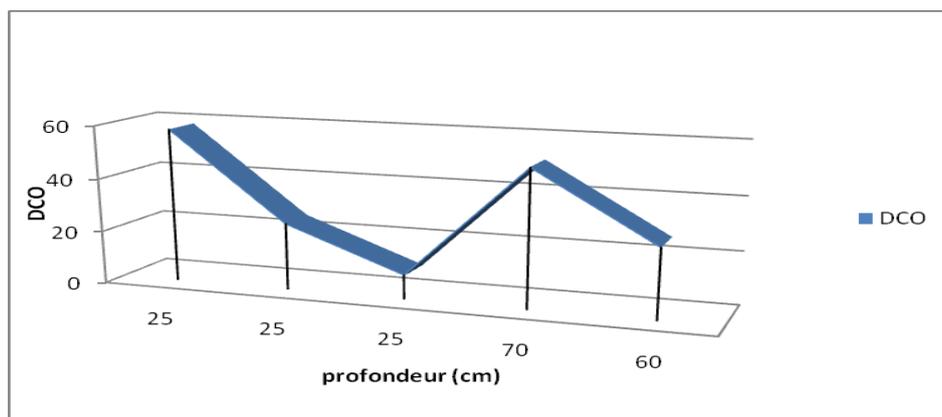


Figure (22) : variation de la DCO en fonction de la profondeur.

4.2.5. La DBO5.

Dans ce lac la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour dégrader l'ensemble de la matière organique est faible le long de profile du lac.

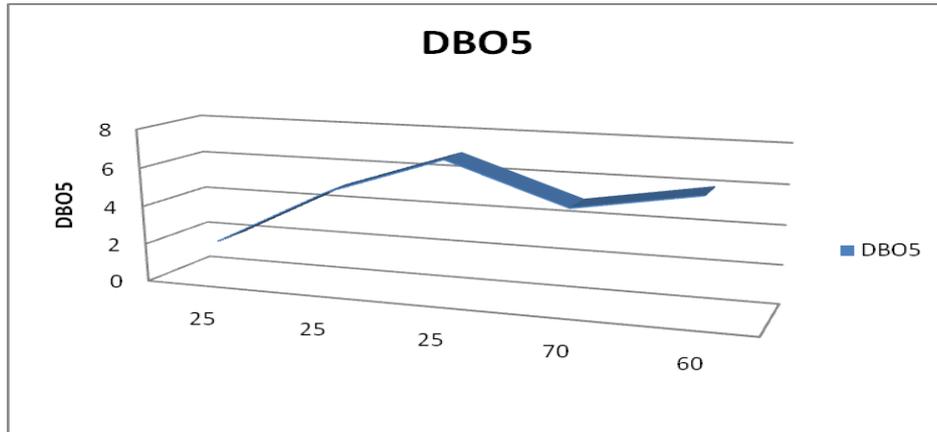


Figure (23) : variation de la DBO5 en fonction de la profondeur du lac.

5. Conclusion sur la qualité des eaux du lac.

L'eau du lac de Tamezguida est une eau naturelle atmosphérique issue essentiellement des pluies mais aussi de la fonte de neige. Cette eau est exempte de toute sorte de pollution anthropique. Elle est filtrée par la couverture végétale relativement dense qui s'étant sur l'impluvium du lac (c'est l'un des plus importants rôles de la zone humide).

Chapitre Six : Place actuelle et perspectives du lac dans la problématique du développement local.

« La reconnaissance des zones humides algériennes en tant qu'entités bio écologiques et économiques spécifiques et particulières constitue une motivation pour leur intégration dans les plans de développement nationaux. »(A. BOUDJADJA 2010). Elles doivent en conséquence drainer un intérêt plurisectoriel pour l'identification de projets aux retombées économiques bio écologiques sociales et culturelles. Cette préoccupation se doit d'être la problématique des secteurs des forêts, de l'agriculture, du tourisme et de l'éducation nationale à travers des projets et des programmes de proximité dont les caractéristiques sont :

- La durabilité écologique des lieux,
- La viabilité économique des projets et leur durabilité,
- L'adhésion et la participation des acteurs locaux et particulièrement des riverains qui doivent être l'émanation des activités proposées.

Concernant le lac de Tamezguida, sa spécificité de zone humide d'altitude particulière et rare en Algérie, il est à constater :

- L'insuffisance de la connaissance de ses valeurs patrimoniales et de ses éventuels apports socio économiques en même temps que la méconnaissance de son importance écologique et bio environnementales,
- Sa méconnaissance voire le désintérêt du secteur local de l'éducation nationale de son intérêt dans l'éducation environnementale,
- La dilution de sa spécificité dans la problématique générale du PNC. Si le parc national constitue en soi une aire à protéger, à valoriser et à préserver, la zone humide doit être sa spécificité et sa particularité. Elle doit émerger à la fois dans l'intérêt qui doit lui être porté et dans sa politique de communication et de sensibilisation.

Des objectifs de la Direction Générale des Forêts (DGF) concernant la préservation des zones humides, le lac de Tamezguida doit impérativement être pris en charge localement (PNC, secteur de l'éducation nationale, secteur du tourisme, secteur de l'agriculture, université) et à l'échelle nationale (DGF, ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire) par :

- La recherche des modalités et des formes de gestion spécifiques notamment avec l'université. Ce rapprochement permettra d'identifier des programmes précis et la détermination des moyens, des outils et des indicateurs de sa viabilité et des conditions de sa pérennisation ainsi que sa gestion conservatoire (objectif 2 de la charte de la DGF).
- L'inventaire de sa biodiversité et sa connaissance hydrologique ainsi que l'élaboration de projet identifiant la perte (traçage des eaux, étude kastologique etc...) pour son extension dans la dépression qui le supporte (objectif 4 de la charte de la DGF).
- L'élaboration d'un programme PNC – direction de l'éducation – direction du tourisme de la wilaya et mouvement associatif local pour son intégration dans la vie culturelle et sociale locale à travers les journées vertes, les randonnées, l'éducation environnementale dans les écoles etc.... (objectif 5 de la charte de la DGF).

- Une autre perspective est envisageable, elle consiste à œuvrer en collaboration avec la conservation des forêts et la direction de l'agriculture pour l'intégration de la zone humide dans les programmes de développement agricole à travers les actions du Programme Pour le Développement Rural Individuel (PPDRI) en tenant compte de la spécificité des lieux. Des activités sans impacts négatifs sur la zone humide ayant des retombées positives aussi bien sur la flore locale que sur le niveau de vie des populations rurales éparses locales peuvent être identifiées. Il s'agira de prospecter dans les directions de l'apiculture, le tourisme vert, la culture des champignons etc.....

Chapitre Sept : Démarche et principes fondamentaux pour l'intégration du lac dans l'économie régionale.

Pour être efficiente et efficace, l'intégration de la zone humide doit s'articuler sur les principes suivants :

- La concertation, la collégialité et l'association des acteurs locaux, particulièrement les bénéficiaires de projets, dans le choix des activités, leur localisation et le soutien techniques qui leur est nécessaire,
- L'approfondissement de la connaissance de l'ensemble des paramètres de la zone humide (faune, flore, fonctionnement hydrologique, dynamique saisonnière de ses eaux),
- La nécessité de l'élaboration d'un plan de gestion spécifique de la zone humide avec la détermination d'indicateurs de suivi, de responsabilité et la dotation de la structure en moyens (prélèvements, analyses et suivi).

Chapitre Huit : Diagnostic physique et propositions de réhabilitation et de préservation des fonctions



du lac.

1. Menaces.

L'examen des simples photos de la zone humide des années 1980 comparées à sa situation actuelle montre une atteinte certaine qui se traduit par le recul du couvert forestier et son impact en matière de l'érosion ainsi que par des interventions anthropiques inappropriée qui semble l'accélérer. Il est certain que les incendies de forêts constituent la menace essentielle. Ne pouvant être que d'origine anthropique ils sont susceptibles de se multiplier avec la fréquentations plus importante observée depuis une dizaine d'années.

Le non signalement du site et l'inexistence de la matérialisation de ses limites sur le terrain mais aussi d'un manque de panneaux indicateurs de son importance, de son contenu et de sa richesse ajouté au manque d'information des populations visiteuses constitue une menace sérieuse.

Le produit des incendies (bois mort) encombrant les versants du lac constituent une menace. En effet, ces amoncellements permettent le développement de maquis dense qui favoriserait aussi bien les feux que le développement d'espèces envahissantes qui étoufferaient la flore forestière autochtone spécifique des lieux.

Les interventions inappropriées d'ouverture de piste constituent une menace qui atteste d'une insuffisance de prise en considération de l'importance des lieux et de leur fragilité.

La dénudation des versants sud et est de la dépression du lac a induit un début de ravinement et un charriage de produits solides qui se déversent jusque dans le lac. Il est accentué par les talus des pistes notamment celle qui pénètre vers le lac.

La fréquentation des lieux montre des indices d'incivilité traduis par les déchets divers laissés sur place et notamment les plastiques et les restes des feux de barbecues.

2. Propositions d'actions.

De l'analyse non exhaustive des menaces et du diagnostic de leurs causes il est urgent que des mesures soient prises. Elles permettent d'atténuer les impacts négatifs et constituent un premier jalon dans l'éducation environnemental à travers une information sur site à destination des visiteurs.

Il s'agira essentiellement d'actions pouvant être pris en charge par le PNC et la conservation des forêts.

La figure (9) positionne et identifie les interventions proposées.

- Fermeture de la piste d'accès à la zone du lac au niveau du parking (notée C). Elle pourrait être envisagée au moyen de troncs d'arbres morts récupérés sur les versants et plantés pour empêcher le passage des véhicules.
- Reforestation du talus de la piste du sud - ouest (notée D) avec des essences locales.

- Fermeture aux véhicules de la piste nord – est (E) avec le même procédé et aménagement des lieux pour détente avec possibilité de passage pour les véhicules d'intervention des forets.
- Végétalisation du talus de cette piste.
- Mise en place de panneaux explicatif simple attrayant pour l'information des visiteurs : Définition de la zone humide, information sur son contenu faunistique et floristiques et sur son importance bio écologique etc. ...
- Réhabiliter le colmatage de la fuite par surélévation du muret en pierres (notée F).
- Rappel de la réglementation en matière de protection de l'environnement.
- Rappel des actions proscrites dans les lieux (déchets, piétinement abusifs, usage sans précautions de barbecues etc...) et mise en place de poubelles pour déchets de piques niques en informant qu'il est préférables de remmener ses déchets avec soi notamment les plastiques et les objets non biodégradables.
- Balisage d'un circuit de randonnée autour du lac avec des indications des espèces floristiques permanentes et pérennes
- Il est souhaitable que la communication se fasse dans les deux langues et soit beaucoup plus de style infortive que répressive. Par ailleurs, il est souhaitable que les aménagements soient réalisées avec le plus de matériaux naturel (bois et pierres).

La zone humide de Tamezguida est un lac naturel perché au pic de Mouzaïa à une altitude de 1230 mètre. Ce site est proposé au classement sur la liste Ramsar des zones humides depuis 2007. Son importance tient deux aspects : un rôle hydrologique et un rôle écologique, il peut aussi jouer un rôle économique et social.

Sa spécificité tient au fait qu'il constitue l'un des rares lacs de montagne en Algérie septentrionale. Par ailleurs, sa localisation dans le parc de Chréa (réserve mondiale) constitue un statut de choix pour être érigé en tant que point central de développement du parc au moyen d'une démarche pour son intégration dans l'économie de la région de Tamezguida notamment par des actions ciblées et participatives touchant aux secteurs :

- l'éducation nationale pour la promotion de la culture environnementale,
- de l'agriculture par la promotion des activités dans le cadre des PPDR,
- du tourisme par la promotion des activités de loisirs et de détente qui peuvent avoir un intérêt économique et social.

Des indices de la dégradation du site sont observés ; elles sont surtout d'origine anthropique.

La connaissance des aspects floristiques, de dynamique saisonnière des eaux, de la foresterie locale ainsi que de la faune terrestre et aquatique gagnerait à être complétée par des études poussées. Elles aboutiraient à l'élaboration d'un plan de gestion spécifique à la zone humide.

Acronymes.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrique.

IUCN: International Union for Conservation of Nature.
MRE : Ministre des Ressources en Eaux.
DGF : la Direction Générale des Forêts.
PNC : Parc National de Chréa.
PPDRI : Programme Pour le Développement Rural Individuel.
Ce : Conductivité électrique.
DA : Déficit Agricole.
DBO : Demande Biologique en Oxygène.
DCO : Demande Chimique en Oxygène.
E : Ecoulement.
ETM : L'évapotranspiration maximale.
ETP : Evapotranspiration potentielle.
ETR : Evapotranspiration réelle.
H: Coefficient pluviométrique.
I: Infiltration.
P : Précipitation.
Ph : Potentiel d'Hydrogène.
RFU : la Réserve en eau Facilement Utilisable.
T : Température.

Glossaire.

Anthropisme : Incidence de l'activité humaine sur la complétude terrestre (synonyme de anthropique).

Plantes hygrophiles : Un organisme est dit hygrophile lorsque l'humidité est nécessaire à son bon développement (Le contraire est hygrophobe)

Convention Ramsar : Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau. C'est un traité intergouvernemental, signé en Iran en 1971, qui constitue le cadre de la coopération internationale en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des zones humides. Elle compte (au 2013) 162 pays.

Exoréiques : L'un des types des bassins versants est les bassins exoréiques qui drainent leurs eaux dans l'océan

Endoréique : Les bassins endoréiques qui se déversent dans les lacs ou des étangs enclavés, (où l'écoulement des eaux n'atteint pas la mer et se perd dans les dépressions fermées).

Epi-métamorphisme : géologiquement c'est la transformation superficielle de roches sédimentaires en roches cristallines

Phytoplancton : Le phytoplancton est le plancton végétal, c'est-à-dire l'ensemble des organismes végétaux vivant en suspension dans l'eau. Plus précisément il s'agit de l'ensemble des espèces de plancton autotrophes vis-a-vis du carbone.

Annexe.

Critères d'identification des zones humides d'importance internationale

Groupe A : Sites contenant des types de zones humides représentatifs, rares ou uniques.

Critère 1 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle contient un exemple représentatif, rare ou unique de type de zone humide naturelle ou quasi naturelle de la région biogéographique concernée.

Groupe B : Sites d'importance internationale pour la conservation de diversité biologique.

B1 : Critères tenant compte des espèces ou des communautés écologiques :

Critère 2 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces vulnérables, menacées d'extinction ou gravement menacées d'extinction ou des communautés écologiques menacées.

Critère 3 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des populations d'espèces animales et/ou végétales importantes pour le maintien de la diversité biologique d'une région biogéographique particulière.

Critère 4 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces végétales et/ou animales à un stade critique de leur cycle de vie ou si elle sert de refuge dans des conditions difficiles.

B2 : Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau

Critère 5 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 20'000 oiseaux d'eau ou plus.

Critère 6 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 1% des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce d'oiseau d'eau.

B3 : Critères spécifiques tenant compte des poissons

Critère 7 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite une proportion importante de sous-espèces, espèces ou familles de poissons indigènes, d'individus à différents stades du cycle de vie,

d'interactions interspécifiques et/ou de populations représentatives des avantages et/ou des valeurs des zones humides et contribue ainsi à la diversité biologique mondiale.

Critère 8 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle sert de source d'alimentation importante pour les poissons, de frayère, de zone d'alevinage et/ou de voie de migration dont dépendent des stocks de poissons se trouvant dans la zone humide ou ailleurs.

B4 : Critère spécifique tenant compte d'autres espèces

Critère 9 : Une zone humide devrait être considérée comme étant d'importance internationale si elle abrite régulièrement 1 % des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce animale dépendant des zones humides mais n'appartenant pas à l'avifaune.

Bibliographie.

[1] : www.notre-planete.info

[2]: www.ramsar.org

[3] : A.BOUDJADJA et H.HADJ KADDOUR (2014°

[4] : quelques notions sur le PNC et le lac de Mouzaia (article 2010).

[5] : Parc National de Chréa.

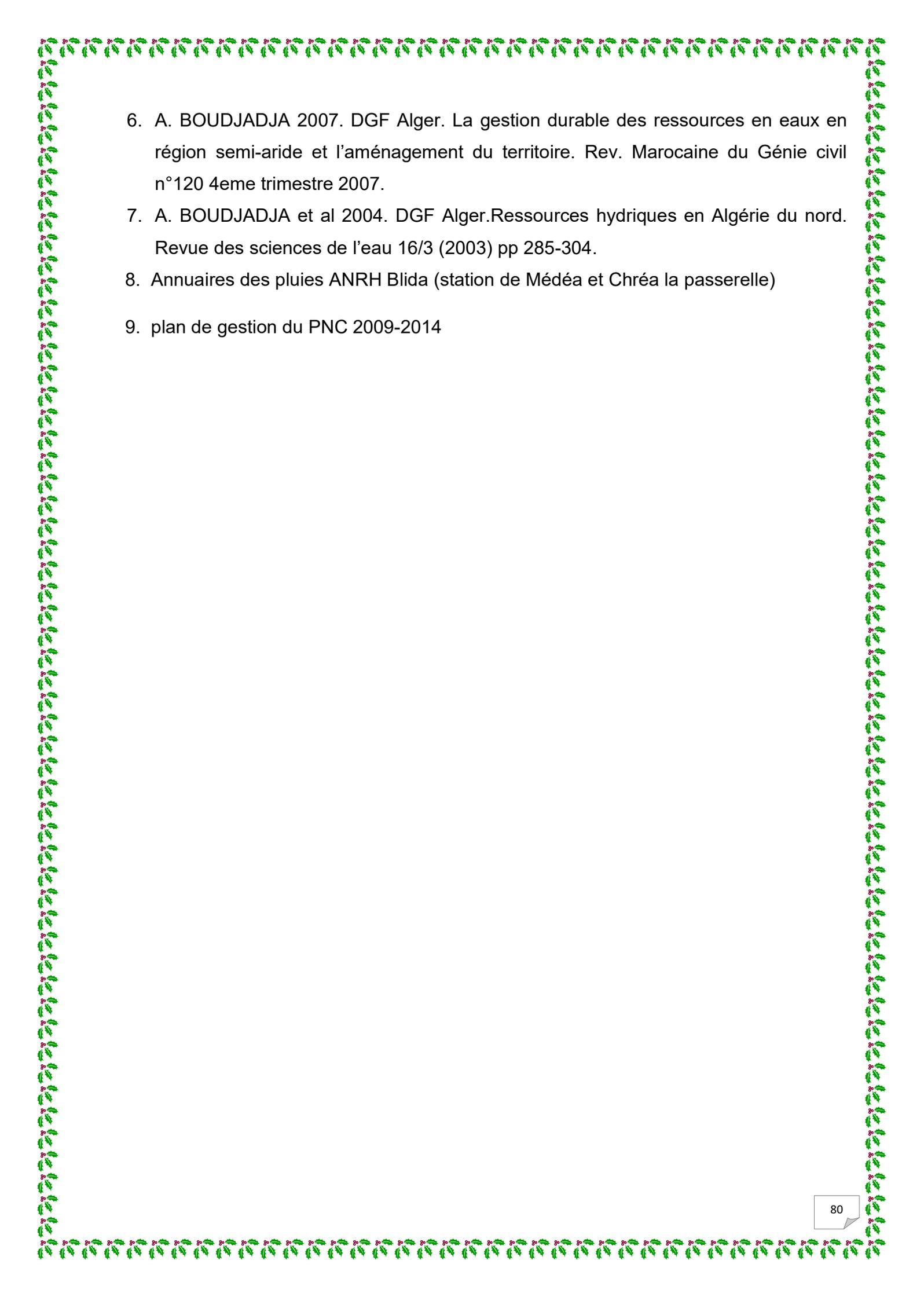
[6] : Révision périodique de la réserve de biosphère de Chréa 2002 – 2012 (PNC).

[7] : (Llamas, 1992). Effets des perturbations naturelles et tropiques sur les milieux aquatiques et les communautés de poissons du foret boréal rétrospectif et analyse critique de la littérature (ISABELLE ST-ONGE, PIERRE BERUBE ET PIERRE MAGNAN)

[8] : Fiche descriptive Ramsar du lac Tamezguida

Documents consult es.

1. Elaboration du plan de gestion du Parc National du Djurdjura. Parc National du Djurdjura et le Bureau d'Etudes ENVI-CONSULT .31/08/2009. A. BOUDJADJA et al 2004. DGF Alger.
2. A. BOUDJADJA et al 2005. Elaboration du plan de gestion de la ressource hydrique de la réserve de Mergueb – M'sila- Projet PNUD 00011090 – DGF Alger Etude hydrologique et géologique 2005. 5 DGF Alger.(Valid e par le comité de pilotage, wwf et PNUD).
3. A. BOUDJADJA et al 2005. Elaboration du plan de gestion de la ressource hydrique de la réserve de Dayat Etiour – Béchar- Projet PNUD 00011090– DGF Alger : Etude hydrologique et géologique 2005. DGF Alger. (Valid e par le comité de pilotage, wwf et PNUD).
4. A. BOUDJADJA et al 2005. Elaboration du plan de gestion de la ressource hydrique de la réserve d'Oglat Ed Daïra Naâma- Projet PNUD 00011090 – DGF Alger: Etude hydrologique et géologique 2005. DGF Alger.(Valid e par le comité de pilotage, wwf et PNUD).
5. A. BOUDJADJA 2004. DGF Alger.Valorisation des eaux de surface de la réserve naturelle du Mergueb (Msila) au profit de la faune sauvage protégée dont la gazelle de cuvier, espèce emblématique de la région. Revue Ecologie Terre et vie - Volume 65, 2010.

- 
6. A. BOUDJADJA 2007. DGF Alger. La gestion durable des ressources en eaux en région semi-aride et l'aménagement du territoire. Rev. Marocaine du Génie civil n°120 4eme trimestre 2007.
 7. A. BOUDJADJA et al 2004. DGF Alger. Ressources hydriques en Algérie du nord. Revue des sciences de l'eau 16/3 (2003) pp 285-304.
 8. Annuaire des pluies ANRH Blida (station de Médéa et Chréa la passerelle)
 9. plan de gestion du PNC 2009-2014

Equipe du PNC pour le suivi du lac

