

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en sciences de la mer et de l'aménagement du littoral

Option : Aquaculture

Thème:

**Etude des paramètres physico-chimiques des eaux du barrage de Béni Haroun (Wilaya de Mila) et proposition de gestion des plans d'eau.**

Présenté par :

- ZEROUKHI Ahlem
- OULALIAHINE Imene

Soutenu le 30/09/2015 devant la commission de jury :

Dr BELHASNET K.	MCA	ENSSMAL	President
Melle AMROUCHE L.	MAA	ENSSMAL	Promotrice
Melle LAOUAR A.	MAA	ENSSMAL	Co-promotrice
Mme MEKHAZNI F.	MAA	ENSSMAL	Examinatrice
Mr LOURGUIOUI H.	MAA	ENSSMAL	Examineur

Promotion: 2014/2015

# REMERCIEMENTS

Avant tout propos, nous tenons à remercier Dieu tout puissant pour nous avoir donné la santé, le courage et la force pour réaliser ce travail. Après, nous remercions **Mlle AMROUCHE.I et Mlle LAOUAR .A** nos encadreurs de travail et nous leurs exprimons toute notre reconnaissance pour leur confiance, leur patience et les nombreux conseils qu'elles nous ont prodigués, et leur présence inconditionnelle était pour nous une grande source de motivation. Nous remercions également les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer, notamment **Mr BELHASNET.K** en tant que président, et **Mme MEKHAZNI.F** et **Mr LOURGUIOUI.H** en tant qu'examineurs.

Il nous faut remercier tout particulièrement le personnel du barrage pour leur accueil et leur  
Aide.

Nous saisissons cette occasion pour remercier nos enseignants de  
L'école qui nous guider tout le long de notre parcours.

Nous remercions tous les étudiants de notre promotion qui nous ont soutenus durant ces années de recherche Sans eux, le travail accompli n'aurait pas eu la même saveur.

Nôtres sincères gratitude s'adressent à nos familles ; qui sans leurs encouragements permanents et leur soutien moral nous ne serions pas parvenues  
là où nous sommes.

## **Acronymes:**

**AN.** Annexe

**ANBT.** Agence Nationale des Barrage et Transferts

**BNEDER.** Bureau National d'Etude pour le Développement Rural

**CERP.** Centre d'Evaluation de Recherche et de Planification

**CNRDPA.** Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et l'Aquaculture

**CNRF.** Centre National de Recherche Forestière

**IDPE.** Institut de Développement des Petits Elevages

**ONDPA.** Office National Développement de Protection Aquacole

**ONS.** Office National des Statistiques

**SNA.** Schéma National de l'Aquaculture

**UICN.** Union Internationale pour Conservation de la Nature.

## Listes des figures

<b>Figure.1.1.</b> production mondiale de la pêche de capture et d'aquaculture 1950 à 2012 (Fao ; 2012).....	16
<b>Figure.1.2.</b> carte représentant les pôles d'activités aquacole en Algérie.....	23
<b>Figure.1.3</b> évolution de la production mondiale de la pêche et de l'aquaculture 1950 à 2012 (fao ;2014).....	23
<b>Figure.2.1.</b> vue en 3D du barrage BENI HAROUN, wilaya de Mila sur image satellitaire....	28
<b>Figure.2.2.</b> image représente le barrage de BENI HAROU N.....	29
<b>Figure.2.3.</b> litho-stratigraphique du site Haroun-Siba.....	30
<b>Figure.2.4.</b> diagramme ombrothermique du barrage BENI HAROUN.....	31
<b>Figure.3.1.</b> image représente le cycle de l'azote.....	41
<b>Figure.3.2.</b> vue Google du barrage BENI HAROUN avec les six stations de prélèvement...	43
<b>Figure.3.3.</b> variation d'analyse des sels nutritifs dans les différentes stations de barrage ...	46
<b>Figure.4.1.</b> méthode d'analyse multivarie.....	50
<b>Figure.4.2.</b> inertie d'un nuage de point.....	55
<b>Figure.4.3.</b> présentation d'un plan principale.....	56
<b>Figure.4.4.</b> cercle de corrélation.....	57
<b>Figure.4.5.</b> meilleur plan des individus et meilleur plan des variable.....	58
<b>Figure.4.6.</b> variation moyenne mensuelle de T°c dans le barrage BENI HAROUN 2006 à2015.....	59
<b>Figure.4.7.</b> variation moyenne de T°c dans le barrage BENI HAROUN 2007 à 2014.....	60
<b>Figure.4.8.</b> variation moyenne de T°c des deux mois septembre et octobre des eaux du barrage de Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014.....	60
<b>Figure. 4.9.</b> Variation moyenne mensuelle du ph dans le barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.....	61
<b>Figure. 4.10.</b> Variation du ph dans le barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.....	62
<b>Figure. 4.11.</b> Variation moyenne mensuelle de la conductivité électrique dans le barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.....	62
<b>Figure. 4.12.</b> Variation de la conductivité électrique dans le barrage Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014.....	63
<b>Figure. 4.13.</b> Variation moyenne mensuelle de l'oxygène dissous dans le barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.....	63

<b>Figure. 4.14.</b> Variation annuelles d'o2d dans le barrage Beni Haroun pendant 2007-2014.....	64
<b>Figure. 4.15.</b> Variation moyenne mensuelle des nitrites au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.....	64
<b>Figure. 4.16.</b> Variation moyenne des concentrations en nitrites au niveau du barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.....	64
<b>Figure. 4.17.</b> Variation moyenne mensuelle des nitrates au niveau du barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.....	65
<b>Figure. 4.18.</b> Variation moyenne des nitrates du barrage Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014.....	66
<b>Figure. 4.19.</b> Variation moyenne mensuelle de l'ammonium au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.....	67
<b>Figure. 4.20.</b> Variation moyenne de l'ammonium au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014.....	67
<b>Figure. 4.21.</b> Variation moyenne mensuelle des phosphates au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.....	68
<b>Figure. 4.22.</b> Variation moyenne des phosphates au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014.....	69
<b>Figure. 4.23.</b> Variation moyenne mensuelle de dbo5 au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.....	69
<b>Figure. 4.24.</b> Variation moyenne de dbo5 au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014.....	70
<b>Figure. 4.25.</b> Variation moyenne de DCO au niveau de barrage Beni durant la période allant de 2006 à 2015.....	70
<b>Figure. 4.26.</b> Variation moyenne de DCO au niveau de barrage Beni durant la période allant de 2007 à 2014.....	71
<b>Figure. 4.27.</b> Variation moyenne mensuelle de la matière organique au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.....	71
<b>Figure. 4.28.</b> Variation de la matière organique dans le barrage Beni Haroun pendant 2007-2014.....	72
<b>Figure. 4.29.</b> Scree plot pour les variables normées.....	73
<b>Figure. 4.30.</b> Configuration de la première et deuxième composant de l'ACP.....	78
<b>Figure. 4.31.</b> Configuration de la première et troisième composant de l'ACP.....	78
<b>Figure. 4.32.</b> Nuage de point des individus.....	79
<b>Figure. 4.33.</b> Classification ascendante hiérarchique des moyennes des moyennes mensuelles (sur 7 ans).....	80
<b>Figure. 4.34.</b> <i>Micropterus salmoides</i> .....	85
<b>Figure. 4.35.</b> <i>Onchorhynchus mykiss</i> .....	86

## Liste des tableaux

<b>Tableau. 1.1.</b> Chronologies des évènements majeurs dans l'histoire de l'aquaculture (billard et arrignon, 2005).....	<b>15</b>
<b>Tableau. 1.2.</b> Tableau. 1.2. Développement de la production aquacole en Algérie (1982 a 1986).....	<b>20</b>
<b>Tableau. 1.3.</b> Evolution de la production aquacole en Algérie de 2000-2009.....	<b>21</b>
<b>Tableau. 2.1.</b> Precipitations moyennes mensuelles des 9 ans (septembre ,2006-janvier 2015).	<b>28</b>
<b>Tableau. 2.2.</b> Les temperatures moyennes mensuelles des 11 ans (septembre 2003- decembre 2014). .....	<b>31</b>
<b>Tableau. 2.3.</b> Les espècesensemencées dans le barrage Beni Haroun 2006-2015.....	<b>34</b>
<b>Tableau. 3.1.</b> Les différents sites de prélèvement.....	<b>44</b>
<b>Tableau. 3.2.</b> Matériels d'analyse de l'eau sur terrain.....	<b>44</b>
<b>Tableau. 3.3.</b> Résultats des analyses in situ des eaux de barrages en fonction des stations ...	<b>45</b>
<b>Tableau. 4.1.</b> Donnée des paramètres physico-chimiques de l'année 2007.....	<b>55</b>
<b>Tableau. 4.2.</b> Données normalisées (centrées et réduites) .....	<b>53</b>
<b>Tableau. 4.3.</b> Valeurs propres, pourcentage et pourcentage cumule de l'inertie expliquée.	<b>73</b>
<b>Tableau.4.4.</b> Correlation des variables avec les facteurs.....	<b>75</b>
<b>Tableau. 4. 5.</b> Cosinus carres des variables.....	<b>75</b>
<b>Tableau. 4. 6.</b> Contribution des variables.....	<b>76</b>
<b>Tableau. 4. 7.</b> Matrice de corrélation.....	<b>77</b>
<b>Tableau. 4. 8.</b> Resultat de l'CHA pendant 2007-2014. ....	<b>80</b>

# *Sommaire*

## Table des matières

Introduction.....	11
<b>CHAPITRE 1: Généralités .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Aquaculture .....</b>	<b>14</b>
1.1.1. Objectif de l'aquaculture .....	14
<b>1.2. Historique .....</b>	<b>14</b>
1.2.1. L'aquaculture dans le monde.....	14
1.2.2. L'aquaculture en Algérie.....	17
1.2.3. L'aquaculture au niveau des barrages.....	21
1.2.3.1. Les barrages en Algérie.....	21
1.2.3.2. Pôles d'Activités Aquacoles.....	21
<b>1.3. Comparaison de l'évolution de l'aquaculture et de la pêche .....</b>	<b>23</b>
<b>1.4. Stratégie nationale de développement .....</b>	<b>24</b>
1.4.1. Les objectifs .....	24
1.4.2. Actions et Mesures .....	24
1.4.2.1. Schéma National de l'Aquaculture.....	25
<b>CHAPITRE 2 : Etude Du Site .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1. Le barrage de Béni Haroun.....</b>	<b>28</b>
2.1.1. Localisation et description.....	28
2.1.2. Cadre géologique.....	30
2.1.2. Le climat.....	30
2.1.2.1. Diagramme ombrothermique.....	31
<b>2.2. La pollution      32</b>	
2.2.1. Les sources de pollution .....	32
2.2.1.1. Pollution organique.....	32
2.2.1.2. Pollution chimique.....	33
<b>2.3. La population.....</b>	<b>33</b>
2.3.1. Les espècesensemencées .....	33
2.3.2. Les espèces présentes dans le barrage de Beni Haroun .....	34
2.3.2.1 Carpe commune : <i>Cyprinus carpio</i> (Linné, 1758).....	34
2.3.2.2 Carpe argentée ( <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> ).....	35
2.3.2.3 Carpe à grande bouche( <i>Aristichthysnoblis</i> ) :.....	35
2.3.2.4 Barbeau ( <i>Barbatus barbatus</i> ) :.....	36
2.3.2.5. La brème ( <i>Abramis brama</i> ):.....	36
2.3.2.6 Carassin ( <i>Carassius carassius</i> ).....	37

<b>CHAPITRE 3 : Synthèse Bibliographique .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1. Paramètres de la qualité des eaux de barrage Beni Haroun .....</b>	<b>39</b>
3.1.1. Paramètres physico-chimiques .....	39
3.1.2 Substances d'eutrophisation .....	40
3.1.3 Paramètres biologique .....	42
<b>3.2. Procédures expérimentales.....</b>	<b>43</b>
3.2.1. Echantillonnage .....	43
3.2.1.1. Prélèvements des échantillons.....	43
<b>3.3. Mode de prélèvement.....</b>	<b>44</b>
3.3.1. Méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques .....	44
3.3.2. Résultats et discussions .....	45
<b>CHAPITRE 4 : Analyse Statistique et Plan de Gestion .....</b>	<b>48</b>
<b>Partie 1. Analyse Statistique.....</b>	<b>48</b>
4.1.1. Introduction.....	48
4.1.2. Analyse en composante principale : Principe et objectifs.....	50
4.1.3. Étapes d'une ACP.....	51
4.1.4. Analyses statistiques et résultats.....	58
4.1.4.1. Analyse univariée.....	58
4.1.4.2. ACP sur les données réelles.....	73
4.1.4.2. Classification ascendante hiérarchique (CHA).....	79
<b>Partie 2 : Gestion des plans d'eau.....</b>	<b>82</b>
4.2.1. Données générales sur les poissons à forte valeur marchande, ensemencés dans ce barrage.....	83
➤ BLACK BASS.....	83
➤ TRUITE ARC-EN-CIEL .....	85
<b>Conclusion .....</b>	<b>88</b>
<b>Reference bibliographique .....</b>	<b>90</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>94</b>

# *Introduction*

## Introduction

Au cours de ces dernières années, l'aquaculture est devenue le secteur de production d'aliments dont la croissance a été la plus rapide, contribuant au développement économique des nations et à la fourniture mondiale d'aliments (**Bangkok., 2000**).

Au niveau méditerranéen, l'aquaculture s'est développée à un rythme soutenu et avec une tendance à la diversification des espèces d'élevage (**UICN, 2007**). Cependant, l'Algérie se distingue par sa très faible production : en effet, la consommation de poisson et de fruits de mer frais est de l'ordre de 4,7 kg/ha/an. Ce chiffre est très largement inférieur à la moyenne mondiale qui est 19,4 kg/ha/an et reste en dessous des préconisations de l'organisation mondiale de la santé (6,2 kg/ha/an) (**MERABET, 2010**). 99,7% des produits proviennent de la pêche côtière et artisanale, les 0,3% restants étant issus de la pêche en eau douce pratiquée dans le barrage (carpe et barbeau essentiellement).

La couverture de ce déficit en poisson ne peut être assurée par la pêche maritime du fait de l'étroitesse de son plateau continental et par l'escarpement de sa côte. Pour répondre aux besoins alimentaires sans cesse croissants de la population, le développement de l'aquaculture en Algérie requiert une grande importance outre le fait qu'elle constitue un facteur de croissance économique et de progrès. De même, la mobilisation des ressources hydrauliques continue à être l'une des principales priorités dans cette stratégie de développement. De ce fait, les efforts déployés durant plus d'une décennie, en matière de construction de barrages, doivent être complétés par une exploitation intelligente et étudiée de ces plans d'eau.

L'exemple type est le barrage de Béni Haroun qui est une réalisation stratégique majeure dans le programme de développement du secteur des ressources en eau. Il est conçu selon une nouvelle technique de réalisation des barrages. Il est doté d'une station de pompage considérée comme l'une des plus importantes au monde.

Les eaux de ce barrage sont destinées à l'alimentation en eau potable de quatre millions d'habitants, répartis sur les wilayas de Constantine, Mila, Batna, Oum El Bouaghi et Khenchela; ainsi qu'à l'irrigation de plus de 400.000 hectares de terre agricole. Bien que la vocation primaire de ce barrage soit l'alimentation en eau potable des populations, il en demeure pas moins qu'il constitue aussi une source indéniable de protéines animales.

Néanmoins, ce barrage connaît ces dernières années des contraintes en termes de pollution, d'érosion et de développement du carassin au détriment d'espèces de poissons à important potentiel économique. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude dont l'objectif principal

est d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux de ce barrage à partir de données sur dix ans pour une exploitation intelligente et une gestion efficace des plans d'eau qui s'inscriront dans le cadre de développement durable.

Le présent manuscrit est divisé en quatre chapitres :

Le premier chapitre est consacré au développement de l'activité aquacole dans le monde et en Algérie, plus particulièrement aux niveaux des barrages, depuis les premières tentatives faites avec des opérations de repeuplement, jusqu'à l'état actuel de mise en place de grands projets d'investissements. visant une aquaculture de production, créatrice d'emplois et génératrice de revenus.

Dans le deuxième chapitre, on retrouvera une description générale de la zone d'étude  
Dans les troisièmes chapitres, un aperçu est donné sur la méthodologie des analyses des paramètres physico-chimiques et biologiques ainsi que la présentation des résultats obtenus.  
Enfin dans le dernier chapitre, une analyse statistique a été réalisée avec une proposition d'un plan de gestion de l'eau du barrage Beni Haroun.

# ***CHAPITRE 1:*** ***Généralités***

# CHAPITRE 1: Généralités

## 1.1. Aquaculture

On définit l'Aquaculture comme étant « l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques ».L'Aquaculture est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs (**BARNABE, 1989**).

### 1.1.1. Objectif de l'aquaculture

Le but fondamental de l'aquaculture, au sens commun, des activités aquacoles est de produire des espèces utiles à l'homme. Les objectifs sont cependant relativement variés selon le contexte économique dans lequel ils s'inscrivent.

Dans les pays industrialisés, c'est l'obtention de produits aquatiques très appréciés et de haute valeur commerciale que la pêche ne peut pas fournir en quantité suffisante. En Europe occidentale et au Japon, c'est le Saumon, la Truite, le Loup, la Daurade, les Algues, Crevettes, Perles,... En outre, dans ces pays il y a une forte demande sur les produits ayant des caractéristiques diététiques (faible teneur en graisse, richesse en vitamines et oligoéléments,...).

Dans les pays en voie de développement, l'objectif est de produire des protéines animales que les élevages traditionnels ne peuvent fournir en quantité suffisante du fait de la surpopulation ou de la désertification des sols.

## 1.2. Historique

### 1.2.1. L'aquaculture dans le monde

L'aquaculture, probablement le secteur de production alimentaire qui connaît une croissance permanente et rapide, fournit actuellement presque 50 % des poissons consommés dans le monde. Cette activité est considérée comme ayant le plus grand potentiel pour satisfaire la demande croissante en aliment aquatique.

L'aquaculture est une activité dont l'origine est ancienne mais dont le développement est relativement récent. Plusieurs périodes peuvent être distinguées (Tableau 1.1)

**Tableau 1.1. Chronologies des événements majeurs dans l'histoire de l'aquaculture (Billard et Arrignon, 2005)**

Epoque	Evènement	Région	Principales espèces	Observation
Antiquité	Début de l'aquaculture	Chine, Egypte Méditerranée	Poissons, mollusque	En viviers, bassins réservoirs
Moyen âge	Exploitation des étangs	Europe	Cyprinidés	Extensif, étangs
Milieu du XVIII <sup>e</sup>	Valliculture, réservoirs à poisson.	Italie, Europe	Poissons marins et d'eau saumâtre	Simple grossissement
XIX <sup>e</sup> siècle	Première tentative de repeuplement	Europe, Asie et Amérique du Nord	Salmonidés, poissons marins.	Ecloserie pour le repeuplement.
Milieu du XIX <sup>e</sup>	Développement de conchyliculture	Europe	Mollusque, bivalves	Captage de naissain
Milieu du XX <sup>e</sup>	Maîtrisé de la reproduction cyprinidés	Europe centrale, Chine	Carpe commune, Carpe chinoise	Développement des écloséries
Années 1960	Développement de la pisciculture des cyprinidés	Europe, Amérique du Nord, Japon	Salmonidés	Aliments composés
Années 1970	Début du Développement de la polyculture	Chine	Carpes chinoises	Intégration agro-aquacole
1970-1980	Domestication de nouvelles espèces	Pays du Nord	Saumon, Bar, Dorade, Silure, Esturgeons	Progrès en élevage larvaire. Apport significatifs de la recherche.
1980-1990	Début du Développement explosif de l'aquaculture	Mondial	Crevettes, Saumon, Bar, Sparidés...	
1990-2000	Fort Développement de l'aquaculture tropicale	Zone tropicales	Tilapia, Pangasiues en eau douce, Ombrine, Cobia, Bar en mer	
Début du XXI <sup>e</sup>	Divers essais de Co-culture et nouveaux systèmes épurateurs .	Pays du Nord	Algues et invertébrés associé à des élevages intensifs	Diversification, espèces, produit (caviars, perles...)

Il y'a eu :

Une période historique avec quelque développement en Chine dans l'Empire romain.

Une renaissance des activités aquacole à partir du moyen âge avec la pisciculture des cyprinidés (Carpe en particulier) qui s'est maintenue jusqu'à nos jours.

Au XIX<sup>e</sup> siècle, des essais de reproduction artificielle de truite et de captage d'huitres en vue de produire des jeunes poissons pour le repeuplement des mers et des rivières et de naissains d'huitres pour approvisionner des parcs ostréicoles.

Au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, un fort développement de l'élevage de carpes en Chine et des salmonidés en Europe, en Amérique du Nord et au Japon.

A partir des années 1970, un développement des productions de nouvelles espèces, Saumon, Bar, Dorade, Turbot, Crevette...

A la fin du XX<sup>e</sup> siècle, l'émergence des nouvelles associations d'espèces et le développement de l'aquaculture tropicale.

Insignifiante en 1950, la production mondiale de l'aquaculture a connu une croissance vertigineuse. La production mondiale des pêcheries était de 17,5 millions de tonnes. En 1995, elle atteignait 93,3 millions de tonnes, soit plus de 5 fois plus. Depuis cette date, les prises fluctuent autour de ce niveau, en dépit de l'augmentation des capacités de pêche (Figure 1.1)

En 2012, l'aquaculture a produit 66 millions de tonnes d'animaux marins, soit 42% de la production mondiale (contre 25% en 2000). Cette production est composée de 44 millions de tonnes de poissons et de 22 millions de tonnes d'invertébrés (crustacés et mollusques principalement). Près de 600 espèces sont élevées (FAO, 2014b).



**Figure 1.1.** Production mondiale de la pêche de capture et de l'aquaculture de 1950 à 2012 (FAO; 2012).

La consommation d'animaux marins par habitant connaît de fortes disparités selon les régions du monde. C'est dans les pays développés qu'elle est la plus élevée (presque le double de la moyenne mondiale) ainsi qu'en Chine. Elle est basse dans les pays à faibles revenus et en Amérique du Sud. Sur un demi-siècle, la croissance rapide de la consommation mondiale globale s'explique moins par la croissance démographique que par l'augmentation de la consommation individuelle. Ainsi, la consommation mondiale d'animaux marins par habitant et par an est passée de 9 kg en 1961 à 19 kg en 2012 (*FAO; 2014*).

### 1.2.2. L'aquaculture en Algérie

Le développement de l'aquaculture en Algérie a évolué suivant trois (3) périodes :

- Première période (XIX<sup>ème</sup> siècle – 1962).
- Deuxième période (1962 - 1993).
- Troisième période (1993 - 2010).

Les premières tentatives d'aquaculture datent du milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle (Seurat, 1931), mais c'est en 1921 qu'on a enregistré un nombre important de travaux sur les mollusques, la crevette, le mullet et la carpe dans le cadre des activités de recherche universitaire et des expérimentations pour des entreprises. Essentiellement sur :

- **1ère Période**

-1921 : création de la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione avec des objectifs comme la détermination des meilleures méthodes et lieux pour l'élevage des huîtres et des moules, ainsi que le développement de l'élevage de poissons d'eau douce. Les premières opérations d'aquaculture réalisées dans ce cadre ont été menées principalement par Bounhiol et Dieuzed

-1928 : Novella indique que des essais d'aquaculture ont été réalisés dès 1880 dans l'embouchure de la Macta (golfe d'Arzew), par la suite des tentatives d'Ostréiculture ont été menées à Mars El Kebir, sur l'Oued Sebaou. Des tentatives d'ostréiculture ont été aussi menées au niveau du port d'Alger. (Dieuzede, 1928)

- 1937 : création de la station d'alevinage de Ghrib en vue d'empoissonner massivement les barrages de Ghrib et de l'Oued Fodda.

- 1939 : Empoisonnement des grands barrages réservoirs d'Algérie (Thevenin, 1939).

-1940 : exploitation des lacs Oubeira, Mellah et Tonga (installation de madragues, pêche et exploitation de coquillages).

-1947 : création de la station du Mazafran, dépendant de Castiglione dans une optique de repeuplement en poisson d'eau douce et de recherche hydro-biologique (empoissonnement de l'oued Mazafran).

- 1948 : Empoisonnement des barrages réservoirs de l'Algérie (Thevenin , 1948)

-1950 : gestion de la station du Mazafran par le Centre National de Recherche Forestière (CNRF). Inventaire hydro-biologique et opération de repeuplement menés par Arrignon en 1981.

- **2ème Période**

- 1970- 1973 : construction de bassins en ciment au niveau de la station du Mazafran, toujours dans une optique de repeuplement.

- 1974 : après une mission de prospection (Pillay, 1972), un programme de mise en valeur du lac Mellah est mis en place par l'Office Algérien de la Pêche avec l'appui de la FAO, portant sur :

L'amélioration des techniques de pêche.

Des essais de conchyliculture.

- 1974-1976 : étude de mise en valeur du lac Obéira, avec un projet d'installation d'une unité de fumage d'Anguille, projet abandonné à l'issue de la phase pilote.

- 1976- 1978 : programme de coopération avec la Chine concernant trois actions :

1- initiation aux techniques de reproduction et d'alevinage de la carpe pour le repeuplement.

2-construction de bassins en terre, repeuplement des barrages Ghrib et Hamiz.

3-tentatives d'élevage larvaire de **Penaeus kerathurus** au crop.

- 1978 : reprise de la station du Mazafran par l'I D P E (Institut de développement des Petits Elevages) pour le grossissement des alevins produits dans le cadre de la coopération Sino Algérienne.

- 1981 : Le Secrétariat d'Etat à la Pêche a entrepris une étude « Etude des Potentialités Aquacoles », menée par France Aquaculture avec la collaboration du bureau d'études SEPIA internationale. Cette étude comprenait l'évaluation des potentialités aquacoles, la détermination des sites favorables au développement des activités aquacoles et le diagnostic final et la mise en place d'une stratégie de développement en mettant en exergue les projets jugés prioritaires tels que la disponibilité d'intrants, les sites potentiels pour l'aquaculture, les technologies utilisées ainsi que les espèces d'élevage adaptées à ces technologies.

- 1982 : FAO, Essai de planification du développement de l'aquaculture.

-1985- 1986 : introduction de la carpe et du sandre dans les plans d'eau douce par l'ONDPA

- Mars 1987 : une étude pour l'installation de cages flottantes ayant pour but l'élevage super intensif de carpe royale et de la truite Arc en Ciel a été réalisée par le CERP au niveau du barrage Ghrib dans la wilaya d'Ain Defla.

- Janvier 1988 : un rapport sur la détermination de deux sites favorables qui ont fait l'objet d'une mise en valeur aquacole.

- Avril 1988 : une étude de faisabilité pour la création de deux fermes aquacoles, donne une estimation des investissements à réaliser pour la mise en valeur et l'aménagement des sites sélectionnés. Cette étude a été réalisée par le BNEDER pour le compte de l'ONDPA dont une partie a été sous traitée entre le BNEDER et le CERP « Etude de faisabilité d'une ferme aquacole à l'embouchure de la TAFNA, dans la Wilaya de Ain Temouchent ». En matière d'investissement, le CERP a projeté de créer des fermes et installer des éclosiers. Parmi celles réalisées :

1. Une étude de réalisation d'une ferme aquacole à proximité du barrage Harreza dans la wilaya d'Ain Defla.
2. l'installation d'une ferme mobile au niveau du même site.
3. les bassins expérimentaux à Bou Ismail considérés comme un aquarium attractif pour le grand public et un outil de travail pour la recherche.

-1982-1990 : exploitation des lacs Tanga, Obéira et El Melah pour la reproduction des carpes.

-1991 : élevage de la carpe dans les différents barrages.

D'autre part, l'ONDPA a importé en 1991, 6 Millions d'alevins de Carpes Chinoises, argentées et à grande bouche et qui ont été déversés dans les plans d'eau.

Les sites qui ont fait l'objet d'ensemencement ont été choisis sur la base des moyens d'exploitation dont disposait l'ONDPA (station du Mazafran, lac Oubeira).

Ce dernier était en cette période le seul opérateur dans le domaine de la pêche continentale (Tableau. 1.2). Quant aux espèces, elles ont été retenues en fonction de celles introduites en 1985-1986, où 30 millions d'alevins de carpes argentés, carpes herbivores, carpes à grande bouche et sandre ont été ensemencés au niveau de 16 plans d'eau (**ANDP., 1991**).

- **2ème Période**

1999 : inventaire des sites aquacoles à travers le territoire national (voir Tab.AN 1.1).

2007 à 2009 : reproduction et empoissonnement de 500 000 alevins de tilapia et mullet ont été effectués par le CNRDPA.

**Tableau 1.2. Développement de la production aquacole en Algérie (1982 à 1986).**

Type d'élevage		1982	1983	1984	1985	1986
Capture de	Apports	77	51	45	65	123
Poissons	Capacité	300	300	300	300	300
	Apports/capacité %	25,1	17	15	21,7	41
Elevage	Apports	1	0	8	17	11
Conchylicole	Capacité	100	100	100	100	100
	Apports/capacité %	1	0	8	17	11
Capture	Apports	13	60	77	54	82
d'Anguille	Capacité	100	100	100	100	100
	Apports/capacité %	13	60	77	54	82
<b>Total</b>	Apports	<b>91</b>	<b>111</b>	<b>130</b>	<b>136</b>	<b>216</b>
	Capacité	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>
	Apports/capacité %	<b>18,2</b>	<b>22,2</b>	<b>27,2</b>	<b>27,2</b>	<b>43,2</b>

**Source** : ONS, 1988 ; Unité en tonnes

Les chiffres du tableau ci-dessus montrent clairement la tendance vers l'accroissement de la production aquacole en Algérie, mais on remarque d'autre part que les apports/capacité restent assez limités.

Ceci s'explique par le manque d'exploitation de ces espèces de poisson durant cette période et qui serait dû soit à la méconnaissance de ces espèces par le consommateur, la non exploitation de ces ressources ou dû à certaines entraves techniques et bureaucratiques.

Durant longtemps, le développement de l'aquaculture en Algérie a été confronté à un ensemble de problèmes liés à l'outil de production.

La production aquacole en Algérie est représentée à 87% par la pêche continentale qui est en grande partie le fruit des repeuplements réalisés en 1985, 1986 et 1991 (**Tableau AN 1.1**).

Concernant l'outil de production, on enregistre une insuffisance des équipements performants : nasses, barques, outillages de pêche. Quant au second, c'est un manque dans les moyens de productions d'alevins (écloseries) et une insuffisance dans les moyens de transports spécialisés et du personnel qualifié (**CNRDPA; 2015**).

La production aquacole et continentale a enregistré une diminution de près de 22% en 2009 par rapport à l'année 2008. Toutefois, une augmentation de plus de 300% a été enregistrée par rapport au moyen annuel de la production réalisée durant la période (2000-2008) (Tableau. 1.3) (FAO; 2010).

**Tableau 1. 3 :** Evolution de la production aquacole en Algérie de 2000-2009.

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Production (Tonnes)</b>	351	454	476	225	641	368	288	404	2780	2154

### 1.2.3. L'aquaculture au niveau des barrages

#### 1.2.3.1. Les barrages en Algérie

A la fin de 2014, l'Algérie dispose de 84 barrages pour atteindre une capacité globale de 8.9 milliards de mètres cubes, d'après le ministre des ressources en eau.

Etant donné que l'eau devient de plus en plus rare à travers le monde ; cette situation devient alors une source de conflit entre des états. Pour assurer son indépendance et garantir ses besoins en ressource hydrique, l'Algérie a déjà pris très au sérieux cette problématique. De 2015 à 2019, l'Algérie prévoit la construction de 30 barrages, avec la réalisation de ces 30 projets, les capacités de stockage de l'Algérie devront augmenter de 1.5 milliards de mètres cubes. (ANBT, 2015).

#### 1.2.3.2. Pôles d'Activités Aquacoles

Le Schéma Directeur de Développement des Activités de la Pêche et d'Aquaculture à horizon 2025 a défini 09 pôles d'activités dominants de A à I répartis sur le territoire national.

Chaque pôle est prédestiné au développement des différents créneaux de l'aquaculture. Le nombre de projets potentiels et de filières par pôle aquacole est représenté ci-après (Figure 1.2).

- **Pôle A**

Il dispose de 90 sites pour le développement de 9 filières d'aquaculture diversifiée et respectueuse de l'environnement parmi, la pisciculture marine, la conchyliculture, la pisciculture d'eau douce au niveau des lacs naturels et barrages, la pêche et le tourisme, la pêche sportive, les activités touristiques et sportives intégrées à l'environnement.

- **Pôle B**

Les wilayas relevant de ce pôle renferment le plus grand nombre de site 121 où les deux wilayas de Tipaza et Tizi Ouzou auront à jouer un rôle pilote pour le développement de l'aquaculture marine.

- **Pôle C**

Ce pôle compte 88 sites et où la wilaya d'El Taraf est identifiée comme zone pilote.

- **Pôle D**

Ce pôle sera spécialisé dans le développement de la pisciculture d'eau douce et la pêche continentale, il compte 16 sites.

- **Pôle E**

Il comporte 3 wilayas et il sera spécialisé dans le développement de la pisciculture d'eau douce et la pêche continentale à travers 23 sites.

- **Pôle F**

Il dispose de 35 sites potentiels permettant le développement de la pisciculture d'eau douce, la pêche continentale et l'élevage de poissons d'ornement.

- **Pôle G**

Ce pôle dispose de 22 sites et il est destiné pour le développement de 4 filières aquacoles en zone saharienne.

- **Pôle H**

Ce pôle dispose de 50 sites, il est destiné pour le développement de 4 filières aquacoles et la wilaya d'Ouargla jouerait un rôle pilote.

- **Pôle I**

Le potentiel de cette région du grand sud dispose de 5 sites pour le développement de 3 filières aquacoles.

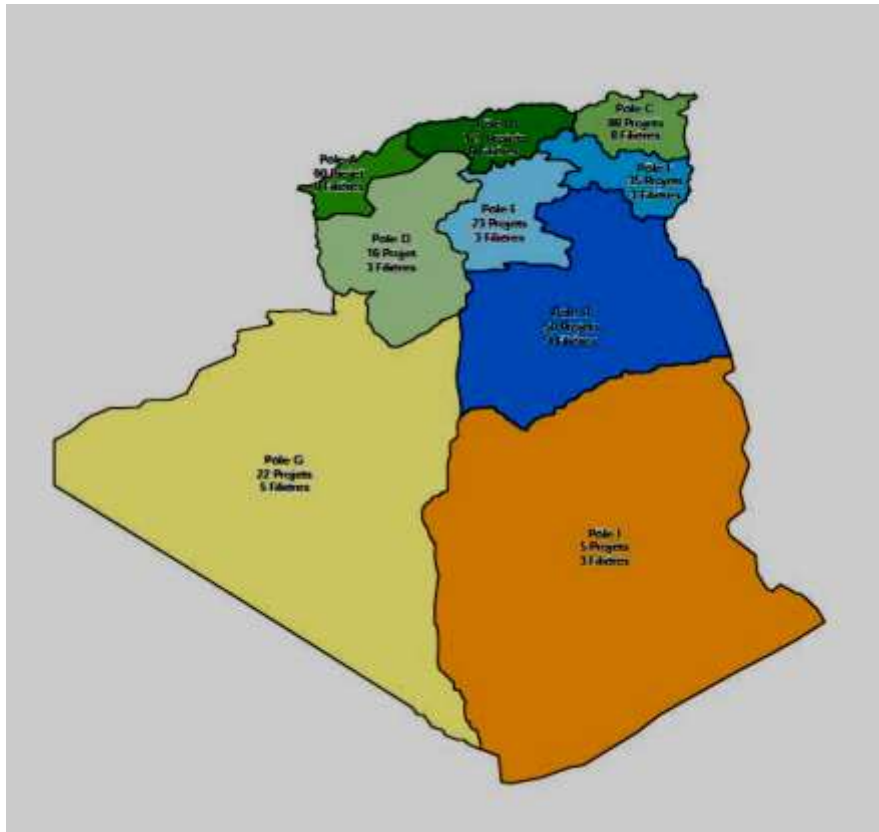


Figure 1.2 : Carte représentant les pôles d'activités aquacoles en Algérie.

### 1.3. Comparaison de l'évolution de l'aquaculture et de la pêche

La demande mondiale des populations en produits alimentaires aquatiques augmente, la production à partir des pêches est stagnante, et la plupart des principales zones de pêche ont atteint leur maximum potentiel. L'aquaculture a connu un boom depuis le milieu des années 80 avec un taux de croissance annuel d'environ 8% (Fig.1.3).

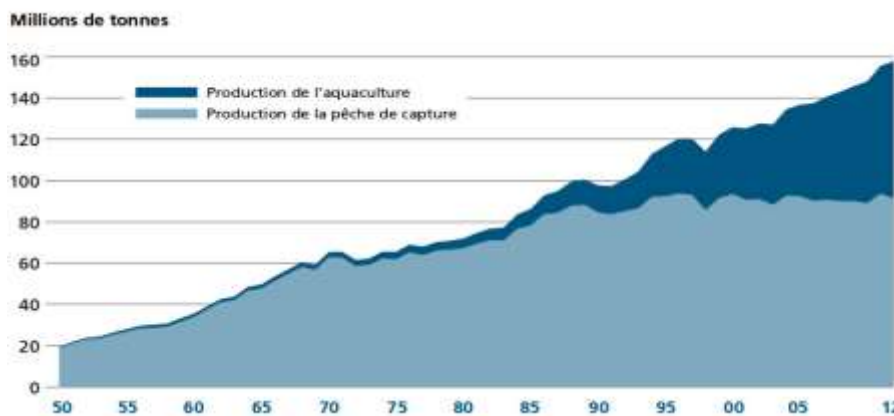


Figure 1.3 : Evolution de la production mondiale de la pêche et de l'aquaculture de 1950 à 2012 (FAO., 2014)

## **1.4. Stratégie nationale de développement**

Le schéma national de développement de la pêche et de l'aquaculture se base sur les objectifs et actions suivants :

### **1.4.1. Les objectifs**

- L'augmentation de la production.
- La création d'emplois.
- L'accessibilité du produit.
- Le développement rural et l'équilibre régional.
- La préservation de la ressource biologique.
- La promotion des investissements.
- L'encouragement des exportations.

### **1.4.2. Actions et Mesures**

Le Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques dans le cadre de sa stratégie de développement, s'est assigné des objectifs afin de concrétiser les actions et mesures suivantes :

- une exploitation optimale et rationnelle de tout le potentiel halieutique dans le cadre du développement durable tel qu'inscrit dans le code de conduite pour une pêche responsable.
- le développement d'une industrie aquacole.
- la diversification des sources d'approvisionnement du marché en produit halieutiques.
- l'organisation des activités productives.
- la réhabilitation, le renouvellement et la modernisation de la flottille de pêche.
- l'aménagement et la réalisation de nouvelles infrastructures d'accueil des activités de pêche et optimisation de l'exploitation des infrastructures et superstructures existantes.
- la mise en place d'un tissu industriel en amont et en aval.
- l'amélioration de l'encadrement administratif, juridique, scientifique, technique et professionnel de toutes les activités socio-économiques du secteur.

Pour la concrétisation de ces objectifs, le secteur de la pêche a établi une stratégie globale qui est basée sur trois outils :

Plan National de Développement de la Pêche et l'Aquaculture 2003-2007

Schéma National de Développement de la Pêche et l'Aquaculture ;

Schéma Directeur de Développement des Activités de la Pêche et de l'Aquaculture horizon 2025.

#### 1.4.2.1. Schéma National de l'Aquaculture

Schéma National de l'Aquaculture (SNA) qui vise à :

- Maintenir la protection des zones conchylicoles existantes ;
- Préserver et réserver pour l'avenir des sites nouveaux à vocation aquacole ;
- Rechercher une meilleure coexistence des activités aquacoles avec les autres activités du littoral et de l'intérieur.

Ainsi, 34 projets ont été sélectionnés et balisés, au titre du schéma National d'Aquaculture à raison de :

##### ➤ **la conchyliculture et l'élevage de crustacés**

- Cinq (05) centres de traitement de mollusques, dont deux (02) dotés de modules de conditionnement des produits, offrent une capacité de traitement de 2.000 tonnes/an. (Aïn-Temouchent, Tipaza, Alger, Tizi-Ouzou, El-Tarf)
- Trois (03) écloseries marines pour la reproduction d'huître et de crevette, d'une capacité globale estimée à 4.500.000 post- larves / an, soit 1 500 000 post- larves par écloserie et par an. (Aïn-Temouchent, Alger, Skikda)
- Trois (03) unités de fabrication de matériel (accastillage, cordage, flotteurs, etc...). (Aïn-Temouchent, Tipaza, Skikda)
- Un (01) centre conchylicole de vulgarisation et d'apprentissage pratique (CCOVA). (Tipaza)

##### ➤ **la pisciculture marine**

- Trois (03) écloseries marines pour la reproduction du loup et de la daurade, d'une capacité globale estimée à 60 000 000 d'alevins/an, soit 20 000 000 d'alevins par écloserie et par an. (Oran, Tizi-Ouzou, El-Taraf)
- Trois (03) unités de fabrication de matériel (cages flottantes, radeaux, tuberie, flotteurs). (Chleff, Boumerdes, Jijel)

##### ➤ **l'exploitation des ressources naturelles**

Pour satisfaire les besoins en juvéniles, quatre centres de collecte d'alevins, de mullets et de civelles, d'une capacité totale estimée à 10 000 000 d'unités / an sont prévus, soit une moyenne de 2 500 000 unités /an et par centre. (Aïn –Témouchent, Chleff, Bejaia, El Taraf)

##### ➤ **la pisciculture d'eau douce**

Pour couvrir les besoins en aliments, quatre (04) fabriques d'aliments sont prévues, d'une capacité de production annuelle de 20 000 tonnes / unité.

Une fois le processus de fabrication maîtrisé, certaines unités pourraient être reconverties pour la fabrication d'aliments pour poissons d'élevage en mer.

Pour atteindre les objectifs de production en poissons d'eau douce, les besoins en alevins pré-grossis s'élèvent à 90 000 000 unités /an. Six (06) écloseries sont nécessaires, produisant 15 000 000 d'alevins / an chacune, en plusieurs cycles.

Aussi, il est prévu la réalisation de trois (03) unités de traitement et de conditionnement des produits ainsi que sept (07) centres de pêche continentale, à spécialiser dans les domaines de la formation, de la vulgarisation et de la démonstration (FVD). Ces centres seront similaires à celui en cours de réalisation, à proximité du barrage de Boukourdane, dans la W. de Tipaza et seront répartis à travers les régions programmées.

En complément aux infrastructures et superstructures de développement des activités aquacoles, cinq (05) aquariums publics de dimension régionale, à caractères touristique, culturel et scientifique, sont proposés. (Ain-Temouchent, Oran, Alger, Jijel, Annaba)

***CHAPITRE 2 :***  
***Etude Du Site***

## CHAPITRE 2 : Etude Du Site

### 2.1. Le barrage de Béni Haroun

#### 2.1.1. Localisation et description

Le barrage de Béni Haroun a été construit par l'entreprise espagnole Dragados entre 1996 et 2001, 2003 est l'année de la mise en eau.

C'est un grand complexe hydraulique stratégique en Algérie. Situé dans la wilaya de Mila au Nord -est de l'Algérie à 40 Kilomètres de la ville de Constantine et à 4 Kilomètres du confluent de l'Oued Kébir et Oued Anja, avec sa grande station de pompage d'eau brute, dans la puissance est de 180 Mw (Fig. 2.1 et Fig. 2.2) (ANBT, 2015).



**Figure 2.1.** Vue en 3D du barrage Beni Haroun, Wilaya de Mila, sur image satellitaire Alsat2A.

#### ➤ **Caractéristiques hydrologiques :**

Oued : Kébir

Capacité initiale : 960 hm<sup>3</sup>

Apport moyen annuel : 435 hm<sup>3</sup>

Envasement annuel : 6 hm<sup>3</sup>/an

Surface du bassin versant : 7725 km<sup>2</sup>

➤ **Caractéristiques du barrage :**

Type : Poids béton compacte au rouleau

Hauteur : 118 m

Cote retenue normale (R.N) :200 m

Cote plus hautes eaux (P.H.E) : 214,74 m

Déversoir : Seuil libre : 16 000 m<sup>3</sup>

Vidange de demi-fond : 2 x 335 m<sup>3</sup>/s (ANBT, 2015).



**Figure 2.2 :** Image représentant le barrage de Beni Haroun

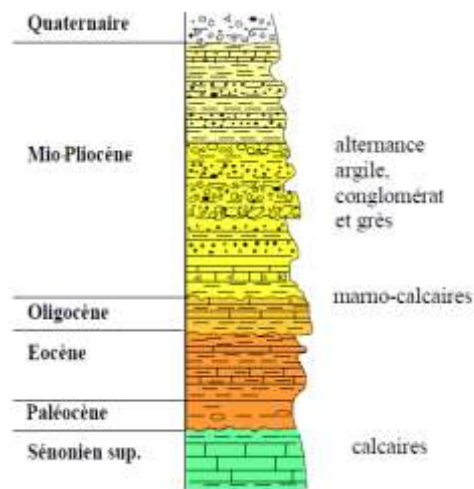
Le barrage alimente en eau potable plusieurs régions limitrophes de la wilaya de Mila, notamment les wilayas de Jijel, Constantine, Oum el Bouaghi, Batna et Khenchla. Le barrage fournit également une quantité d'eau d'irrigation pour quelques centaines d'hectares d'exploitation agricoles dans les régions voisines. (ANBT, 2015)

Exactement le 18 novembre 2007, l'eau de Béni Haroun coulait pour la première fois dans les robinets. C'est le deuxième barrage en Afrique et un remède infallible à la sous-alimentation en eau potable dont souffraient des pans entiers de la population de l'Est (ANBT, 2015).

### 2.1.2. Cadre géologique

La région d'étude fait partie de la l'avant-pays de la chaîne alpine d'Algérie nord orientale. Elle constitue une zone charnière au nord, le domaine interne allochtone, caractérisé par des nappes de charriages, à vergence sud, en relation avec une tectonique compressive polyphasée Cénozoïque et au sud le domaine parautochtone où s'installe le bassin néogène post-nappe constantinois (ANBT, 2015).

Le site de Béni Haroun-sibari se caractérise par des formations carbonatées de Sénonien supérieur Paléogène, surmontées en discordance par des dépôts argilo-gréseux du Mio-Paléogène. .



**Figure 2.3 :** Litho-stratigraphique du site Haroun-Sibari (ANBT, 2015).

### 2.1.2. Le climat

Le climat de la région est de type méditerranéen semi-aride au Sud et sub-humide au Nord de Constantine. Il est caractérisé par une forte variabilité inter-mensuelle et inter-annuelle de la pluie avec une nette décroissance de pluviosité du Nord (450 mm<sup>3</sup>/an en moyenne) au Sud (320 mm/an en moyenne. (Merrabet, 2010)

Les données de la station météorologique du barrage de Béni Haroun (Tableau. 2.1), montrent que la précipitation moyenne varie entre 200 et 1120 mm/an. La saison hivernale est la plus pluvieuse avec une moyenne de 104,86 mm/mois et un pic au mois de décembre. (ANBT, 2015).

**Tableau 2.1 :** Précipitations moyennes mensuelles des 9 ans (Septembre ,2006-Janvier 2015).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
<b>Moyenne</b>	29.3	66.7	75.6	157.8	74.3	82.5	78.2	60.4	32.3	13.9	0.4	1.3

Au regard du Tableau 2.2 indique que la zone d'étude est caractérisée par un climat doux et humide en hiver et sec en été. Les moyennes mensuelles les plus élevées, sont observées essentiellement pendant la période d'été (Juin-Septembre) avec des températures variant de 25 à 28 °C. Les températures les plus basses sont observées pendant la période d'hiver (décembre à mars) avec un minimum pendant le mois de janvier 9,7 °C.

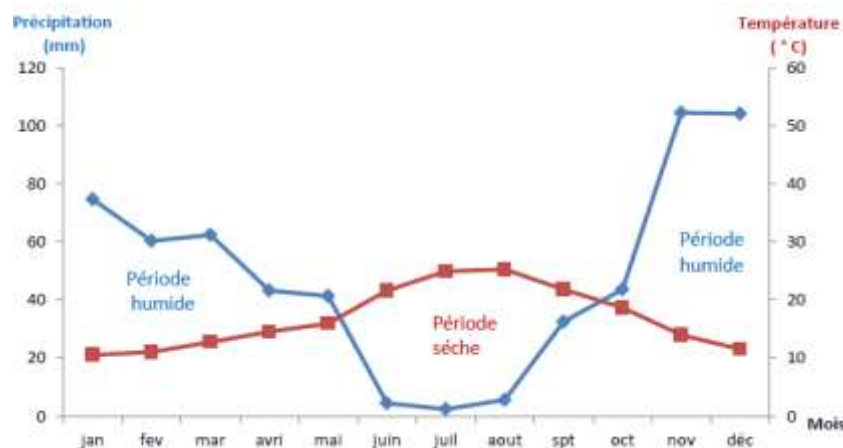
**Tableau 2.2 :** Les températures moyennes mensuelles des 11 ans (Septembre 2003-Décembre 2014).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
T° C	25	22	14.9	14	9.7	10.4	13	17	21	25	28	28

Source : ANBT, 2015.

### 2.1.2.1. Diagramme ombrothermique

A partir des données journalières des températures et des précipitations fournies par le service d'exploitation du barrage durant la période (2010- 2014) et la moyenne mensuelles et annuelles des température et précipitations, le diagramme ombrothermique révèle que la période sèche s'étend du mois de juin jusqu'à septembre et une période humide qui s'étale du mois d'octobre au mois de mai.



**Figure 2.4 :** Diagramme ombrothermique du barrage de Béni Haroun (ANBT, 2015).

Ces résultats font ressortir que le maximum de précipitations est enregistré en mois de février avec une moyenne de 103.75 mm. La saison estivale est caractérisée par de très faibles précipitations : 3.25 mm en juillet, 14.75 en août et 16 mm en juin.

Les températures moyennes de l'air varient de 6.99° C en mois février à 26.94° C en mois de juillet (Fig. 2.4).

## 2.2. La pollution

Le terme « pollution » désigne toute modification défavorable du milieu naturel, qui parait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités réactives du milieu. **(RODIER ,2005).**

### 2.2.1. Les sources de pollution

Nous présenterons dans ce qui est ci-dessous les sources de cette forme de pollution en relation avec sa nature (matière organique ou minérale) et ses effets sur les écosystèmes aquatiques.

#### 2.2.1.1. Pollution organique

Cette forme de pollution constitue la fraction la plus importante. En effet, elle résulte de l'introduction dans le milieu de substances organiques provenant de diverses activités : industrielles (hydrocarbures), agricoles (engrais azotés et phosphatés) et domestiques (phosphates, matières fermentescibles). La pollution organique de l'eau provenant des eaux domestiques et des industries agroalimentaires provoque une surconsommation de l'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique et peut entraîner par conséquent la mort de la vie aquatique **(RODIER. ,2005)**. Les composés azotés contribuent à la pollution organique, suite à la dégradation de l'urée, et des acides aminés, ce sont d'abord les formes ammoniacales qui dominent en milieu désoxygéné ; la fraction d'ammoniaque non dissociée ( $\text{NH}_4$ ) est toxique pour le poisson. Lorsque les eaux sont ré-oxygénées, l'ammoniaque se transforme en nitrates, avec un stade intermédiaire les nitrites (eux-mêmes toxiques) **(RODIER ,2005)**.

Les formes d'azotes (azote organique, ammoniaque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates très solubles, par un processus d'oxydation biologique. La migration des nitrates est nettement plus rapide sur les surfaces cultivables laissées à nues pendant l'hiver. Ainsi, les rejets des collectivités et occasionnellement de certaines industries (engrais azotés) peuvent aussi concourir à l'enrichissement des eaux en nitrates. La présence d'ammonium dans les eaux résulte d'une contamination liée aux rejets d'effluents domestiques et industriels ou d'un phénomène de réduction naturelle des nitrates en nitrites, qui dans le cycle de l'azote s'insèrent très rapidement en occupant un niveau intermédiaire, et sont très peu stables et par

conséquent très peu présents dans les eaux sauf en cas de pollution proche : les nitrites sont donc des bons indices de contamination organique (**RODIER ,2005**).

### **2.2.1.2. Pollution chimique**

Ce type de pollution résulte le plus souvent de l'introduction dans le milieu de substances à effet toxique, de critères multiples et d'origines diverses (pesticides, détergents, métaux lourds, etc.). La pollution chimique des eaux peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Elle peut être due à :

- l'insuffisance de certaines stations d'épuration.
- l'absence de réseaux d'assainissement dans certaines zones.
- le lessivage des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies.
- le rejet d'effluents par les industries.

Cette forme de pollution issue de substances chimiques telles que les insecticides ou les désherbants provoque la destruction de la qualité des eaux de surface (cours d'eau, lacs...) et celles des eaux souterraines.

Enfin, les sources de pollution existantes au niveau du barrage Béni Haroun sont les :

- Rejets industriels de la station de graissage.
- Eaux usées domestiques des communes à l'amont: Redjas et Fardjioua et Rouched (W. Mila) et les rejets d'Oued Rhumel (W. Constantine).
- Pratiques agricoles illicites.
- Décharges anarchique sur les berges.

## **2.3. La population étiologique**

### **2.3.1. Les espècesensemencées**

Les espèces ainsi que les quantitésensemencées au niveau du barrage de Beni Haroun sont consignées dans le tableau ci-dessous. (Tableau. 2.3)

**Tableau 2.3 :** Les espècesensemencées dans le barrage Beni Haroun 2006-2015 :

Espèces	Quantité des larves	La date d'ensemencement	Site d'approvisionnement larves et/ou en géniteurs	État des populations ensemencement
<b>Carpes à grandes bouche</b>	160000 alevins	06-juil-06	Importés de l'algerie	En exploitation
<b>Carpe royal et commune</b>	400 géniteurs	2007	Barrage Grouz	En exploitation
<b>Carpes à grandes bouche</b>	800000 Alevins	2 aout 2011	Ecloserie Ourissia	En exploitation
<b>Carpes à grandes bouche</b>	300000 Alevins	12 Aout 2013	Ecloserie Ourissia	En exploitation
<b>carpe argentée</b>	100.000 alevins	23/07/2015	Ecloserie Ourissia	En exploitation

**Source :** Mila; 2015.

### 2.3.2. Les espèces présentes dans le barrage de Beni Haroun

Il existe 7 espèces au niveau du Barrages sont :

- Carpe commune *Cyprinus carpio* ;
- Carpe royale *Cyprinus carpio* ;
- Carpe argentée *Hypophthalmichthys molitrix* ;
- Carpe à grande bouche *Aristichthys nobilis* ;
- Barbeau *Barbus barbus* ;
- Brème commune *Abramis bramas* ;
- Carassin *Carassius carassius* ;

#### 2.3.2.1 Carpe commune : *Cyprinus carpio* (Linné, 1758)

##### ➤ La Systématique

<b>Règne</b>	Animalia
<b>Embranchement</b>	Chordata
<b>Classe</b>	Actinopterygii
<b>Ordre</b>	Cypriniformes
<b>Super-famille</b>	Cyprinoidea
<b>Famille</b>	Cyprinidae
<b>Genre</b>	Cyprinus
<b>Espèce</b>	<i>Cyprinus carpio</i>
<b>Sous-espèce</b>	<i>Cyprinus carpio carpio</i> Linnaeus, 1758



**Figure 2.5 :** *Cyprinus carpio*

➤ **Caractéristiques :**

Poids max. : 28 kg  
Taille max. : 50 à 60 cm  
Durée de vie : 40 ans  
Régime alimentaire : Omnivore  
Période de frai : Mars-Juin

**2.3.2.2 Carpe argentée** (*Hypophthalmichthys molitrix*)

➤ **Caractéristiques :**

Taille : 1 m  
Poids maximum : 40 kg  
Couleur : Gris sondré  
Corps : massif, la ligne latérale bien visible s'incurve vers le bas  
Tête : grosse tête, portant deux petits yeux tournés vers le bas  
Régime alimentaire : Omnivore  
Période de ponte : Mai- Juin

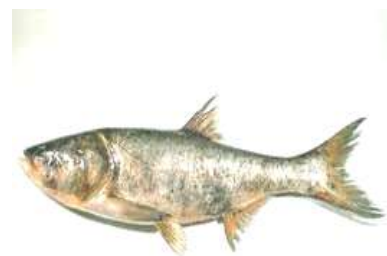


**Figure 2.6 :** *Hypophthalmichthys molitrix*

**3.3.2.3 Carpe à grande bouche** (*Aristichthys nobilis*) :

➤ **Caractéristiques :**

Taille : 1.2 m  
Poids maximum : 40kg  
Couleur : grisâtre  
Corps : massif.  
Tête : grosse tête, de large bouche. Portant deux petits yeux tournés vers le haut  
Régime alimentaire : Omnivore  
Période de ponte : Mai- Juillet



**Figure 2.7 :** *Aristichthys nobilis*

#### 3.3.2.4 Barbeau (*Barbus barbus*) :

➤ **Caractéristiques :**

Taille : 30-40 cm jusqu'à 1m.

Poids maximum : 12 kg



**Figure 2.8 : *Barbus barbus***

Couleur : brune à vert bronze, avec reflets dorés caractéristiques, ventre crème ou jaunâtre.

Corps : fuselé mais massif, au pédoncule caudal épais.

Tête : conique, pointue, 4 barbillons caractéristiques.

Période de ponte : Mai-Juillet.

Régime alimentaire : détritivore.

#### 3.3.2.5. La brème (*Abramis brama*):

➤ **Caractéristique**

Nourritures principale : Bivalves 13mm, gastéropodes 14mm, larves de diptères 12mm, asllus 12mm, vers 40mm

Taille : de 30-40 cm jusqu'à 70cm

Poids maximum : 3kg

Couleur : grise, assez terne.

Corps : ovoïde, comprimé latéralement ,dos

Tête : petite, à bouche peu fondu

Régime alimentaire : omnivore

Période de pente : Mai-Juin



**Figure 2.9 : *Abramis brama***

### 3.3.2.6 Carassin (*Carassius carassius*)

#### ➤ La Systématique

Règne : animalia

Embranchement : chordata

Sous embranchement : vertebrata

Super classe : osteichthyes

Classe : actinopterygii

Sous classe : neopterygii

Ordre : Cypriniforme

Super-famille : Cyprinoidea

Famille : Cyprinidae

Genre : Carassius

#### ➤ Caractéristique

Taille : Rarement plus de 10-15cm (à 5 ou 6 ans), maximum 45cm.

Poids maximum : 1.5 kg

Couleur : brune, dos foncé et flancs à reflets dorés

Corps : arrondi, assez bossu à grosse écailles très visible ; pédoncule caudale épais

Régime alimentaire : Omnivore

Période de ponte : Mai-juin



**Figure 2.10** : *Carassius carassius*

***CHAPITRE 3 :***  
**Partie expérimentale**

## CHAPITRE 3 : Partie expérimentale

### 3.1. Paramètres de la qualité des eaux de barrage Beni Haroun

#### 3.1.1. Paramètres physico-chimiques

Les analyses chimiques restent le moyen le plus efficace pour identifier la nature exacte des polluants et les teneurs qu'ils peuvent atteindre, notamment les teneurs maximales importantes pour leur effet direct sur la faune.

- **La température (T °C)**

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur de deux à trois pour une augmentation de température de 10 °C. L'activité métabolique des organismes aquatiques est également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît. L'élévation de la température s'accompagne d'une diminution de la densité, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface et d'une diminution de la solubilité des gaz, en plus cette augmentation de la température favorise l'autoépuration, et accroît la vitesse de sédimentation (**DUSSART, 1996**)

- **Le potentiel hydrogène (pH)**

Le pH conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques. Il intervient avec d'autres paramètres comme la dureté, l'anhydride carbonique, l'alcalinité et la température.

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Habituellement il varie entre 7,2 et 7,6. Cependant, dans certains cas, il peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons (**DUSSART, 1996**)

- **Conductivité électrique (CE)**

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau.

La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . L'estimation de la quantité totale de matières dissoutes peut être obtenue par la multiplication de la valeur de la conductivité par un facteur empirique dépendant de la nature des sels dissous et de la température de l'eau.

La connaissance du contenu en sels dissous est importante, dans la mesure où chaque organisme aquatique a des exigences propres (**DUSSART, 1996**)

### 3.1.2 Substances d'eutrophisation

Les éléments tels que l'azote (N) et le phosphore (P) constituent des éléments nutritifs indispensables aux végétaux. L'azote « Kjeldahl » représente l'azote organique (acides aminés, urée) et l'azote ammoniacal. Quant à l'azote « total », il correspond à la somme de l'azote organique, de l'azote ammoniacal, des nitrites et des nitrates

- **Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés ; ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates (par voie chimique et bactérienne) (**RODIER, 1996**).

Des concentrations élevées en nitrites, témoignent souvent de la présence de matières toxiques. Les nitrites sont surtout nuisibles pour les jeunes poissons. On considère que la situation est très critique à partir d'une concentration de plus de 3 mg  $\text{NO}_2^-/\text{l}$ . En absence d'oxygène, des bactéries anaérobies transforment les nitrates et produisent de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) ou de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux superficielles. Il a pour origine la matière organique végétale et animale des cours d'eau. La nitrification des ions ammonium se fait en milieu aérobie faible. En général, l'ammonium se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation bactérienne (**RODIER, 1996**).

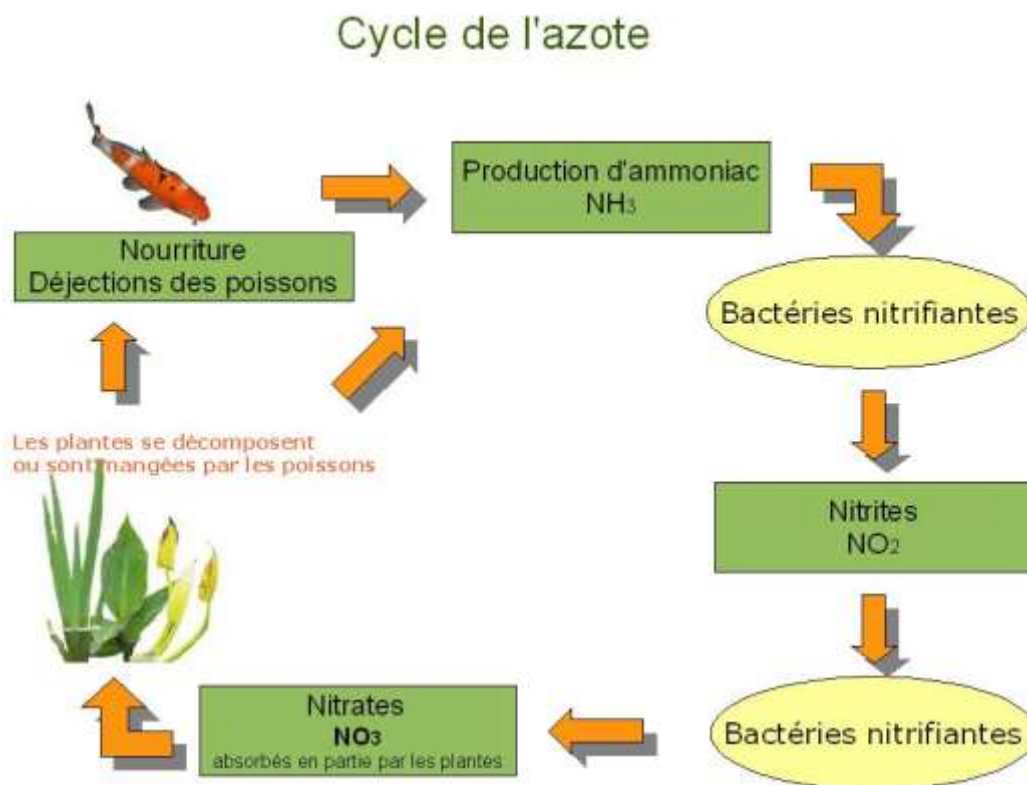
- **Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

Les eaux naturelles non polluées contiennent généralement peu de nitrates. Les nitrates présents dans l'eau peuvent provenir de sources indirectes ou directes. Lors du rejet d'azote organique (protéines, acides aminés, urée...), les molécules sont tout d'abord transformées en ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) qui est ensuite oxydé en nitrites puis en nitrates sous l'action de bactéries nitrifiantes. Ces processus d'oxydation, également appelés «nitrification », sont très sensibles à la présence de matières toxiques (métaux, pesticides) et aux températures basses (**RODIER, 1996**).

- **Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )**

L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux superficielles. Il a pour origine la matière organique végétale et animale des cours d'eau. La nitrification des ions ammonium se fait en milieu aérobie faible. En général, l'ammonium se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation bactérienne. L'ammonium en lui-même n'est pas nuisible. Lorsque le pH augmente, on retrouve de l'ammoniac, un gaz soluble dans l'eau et toxique pour la vie aquatique.

Des problèmes apparaissent à partir d'une concentration de 0,1 mg  $\text{NH}_3$ /l (RODIER, 1996).



**Figure 3.1 :** Image représente le cycle de l'azote

- **Les orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage de minéraux) mais, à l'heure actuelle, leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle (engrais, poly-phosphates des formulations détergentes, eaux traités aux phosphates, industrie chimique...). Le contenu en phosphore total comprend non seulement les ortho-phosphates mais également les poly-phosphates et les phosphates organiques. L'eutrophisation peut se manifester à des concentrations relativement basses en phosphates ( $50\mu\text{g PO}_4^{3-}$ /l) (RODIER, 1996).

### 3.1.3 Paramètres biologique

- **Oxygène dissous (O<sub>2</sub>D)**

Les concentrations en oxygène dissous, constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique, L'oxygène dissous dans les eaux de surface, provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs, tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Cette concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau.

Une valeur d'oxygène inférieure à 1 mg d'O<sub>2</sub> par litre d'eau, indique un état proche de l'anaérobie. Cet état se produit lorsque les processus d'oxydation des déchets minéraux, de la matière organique et des nutriments consomment plus d'oxygène que celui disponible. Une faible teneur en oxygène dissous provoque une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments (**RODIER, 1996**).

- **Demande biochimique en oxygène (DBO)**

La demande biologique en oxygène (DBO), représente la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries, pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement les matières biochimiques oxydables présentes dans l'eau. L'indicateur utilisé est généralement la DBO<sub>5</sub> qui correspond à la quantité d'oxygène (exprimée en mg/ l) nécessaire aux microorganismes décomposeurs pour dégrader et minéraliser en 5 jours la matière organique présente dans un litre d'eau polluée. Plus la DBO<sub>5</sub> est élevée, plus la quantité de matières organiques présentes dans l'échantillon est élevée. L'analyse de la DBO<sub>5</sub> est surtout intéressante pour l'appréciation de la qualité des eaux brutes (**RODIER, 1996**).

- **Demande chimique en oxygène (DCO)**

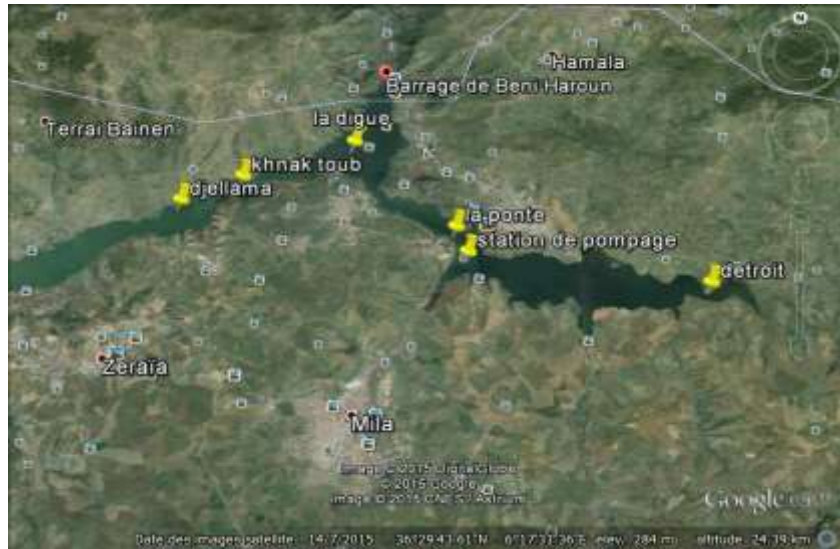
Les matières organiques sont des substances consommant indirectement de l'oxygène et leur dosage s'exprime en quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation à partir d'un oxydant commun ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Cl}_2$  ...). En fait, il est très difficile de doser quantitativement les matières organiques, leurs composés s'oxydent plus ou moins complètement. Il est toutefois, possible de se faire une idée de la quantité de matières organiques présente par utilisation de tests simples. Les oxydants les plus couramment utilisés sont le bichromate de potassium et le permanganate de potassium. La différence entre la DCO et la DBO est due aux substances qui ne peuvent pas être décomposées biologiquement. Le rapport entre la DBO et la DCO constitue une mesure indicative de la « dégradabilité » biochimique des composés présents dans l'eau. La DBO et la DCO se mesurent en  $\text{mg d'O}_2$  par litre (**RODIER, 1996**).

## **3.2. Procédures expérimentales**

### **3.2.1. Echantillonnage**

#### **3.2.1.1. Prélèvements des échantillons**

Les essais ont été effectués sur des prélèvements d'eaux de surface brutes au cours de la du 27 et 28 avril 2015 à khnakeltoub ( $36^\circ 31'22'' \text{ N}$ ,  $6^\circ 13'20'' \text{ E}$ ) et à SIDI MEROUANE ( $43^\circ 30'35'' \text{ N}$ ) ( $6^\circ 17'59'' \text{ E}$ ) respectivement. Les prélèvements sont effectués sur 6 stations du barrage Beni Haroun, 3 stations à l'ouest de la digue et les 3 autres à l'Est. Le tableau et la figure ci-dessous récapitule les stations de prélèvements des eaux du barrage Beni Haroun.



**Figure 3.2 :** Vue Google Earth du barrage Beni Haroun avec les six stations de prélèvement.

**Tableau 3.1 :** Les différents sites de prélèvement

Station	Nom	Coordonnées	Date de prélèvement	l'heure de début	L'heure de fin	Vent	Météo
1	Détroit	36°29'23"N 6°23'49"E	27/04/2015	12 :20	12 :27	Moyen	nuageux
2	Station de pompage	36°30'1"N 6°18'20"E	27/04/2015	13 :30	13 :44	Moyen	nuageux
3	Ponte	36°30'32"N 6°18'4"E	27/04/2015	13-56	14 :00	Moyen	nuageux
4	Djellama	36°31'6"N 6°11'41"E	28/04/2015	09 :06	09 :11	Faible	Très nuageux
5	Khnak el toub	36°31'36"N 6°13'6"E	28/04/2015	09 :29	09 :33	Faible	Très nuageux
6	Digue	36°32'22"N 6°15'41"E	28/04/2015	10 :20	10 :23	Faible	Très nuageux

### 3.3. Mode de prélèvement

Les échantillons d'eau sont recueillis dans des flacons propres. Les prélèvements se font à une profondeur de 15 à 20 cm de la surface de l'eau, en évitant la pénétration de l'air. Le transport des échantillons depuis le point de prélèvement jusqu'au laboratoire se fait dans une glacière. Les échantillons sont conservés et mis au congélateur à -20°C.

#### 3.3.1. Méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques

##### ➤ In situ

Les analyses sont effectués in situ à l'aide d'une valise multi-paramètres. Le tableau suivant représente les paramètres mesurés et méthodes d'analyse utilisées :

**Tableau 3.2 :** Matériels d'analyse de l'eau sur terrain.

Les paramètres	Symbole	Méthode d'analyse
<b>La température</b>	T	pH-mètre, Oxymètre.
<b>Oxygène dissous</b>	O <sub>2</sub> D	Oxymètres
<b>pH</b>	pH	pH-mètre
<b>Conductivités électrique et salinité</b>	CE	conductimètre

### ➤ Au laboratoire

Les sels nutritifs sont mesurés au niveau du laboratoire de sidi Fredj le 4 mai 2015 à l'aide d'un SKALAR.

#### ▪ Le principe de la méthode de SKALAR

La détermination automatique des sels nutritifs (nitrate, nitrite, ammonium et phosphore) est basée sur la méthode de la réduction de cadmium, ou l'échantillon passe à travers une colonne qui contient des granules de cuivre et cadmium pour réduire les nitrites et les nitrates. Le nitrite est déterminé par diazotisation avec sulfanilamide et avec  $\alpha$ -naphthylethylenediaminedihydrochloride, se forme une forte coloration qui est mesurée à une longueur d'onde de 540 nm.

### 3.3.2. Résultats et discussions

Au cours de ce chapitre, nous essayerons de discuter les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques des eaux de surface du barrage Beni Haroun (Tab. 3.3 et Fig. 3.2).

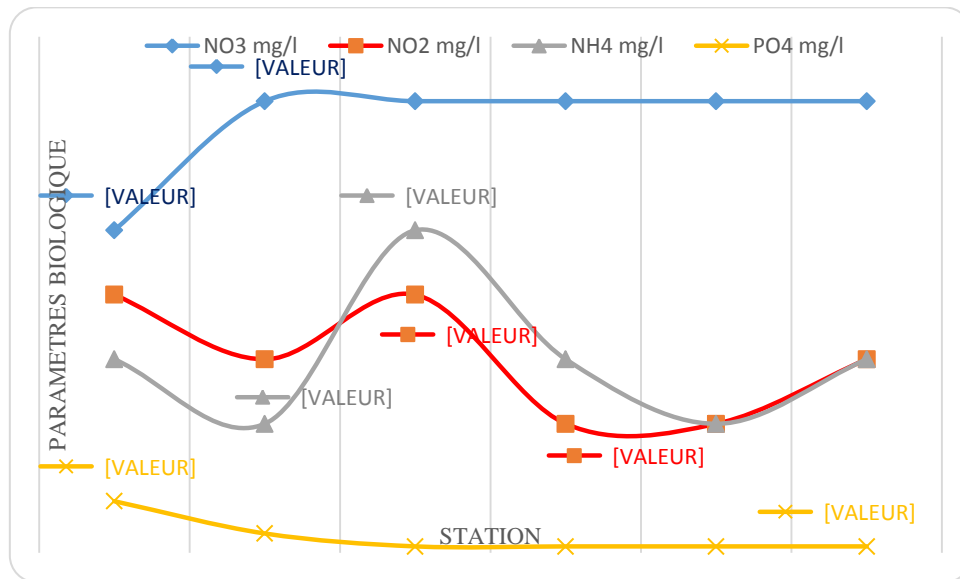
**Tableau 3.3 :** Résultats des analyses in situ des eaux de barrages en fonction des stations.

Station	T (°C)	pH	O <sub>2</sub> D (mg/l)	S(‰)	CE $\mu$ S/cm
<b>1</b>	22.4	8.74	5	0.4	1050
<b>2</b>	20.7	9.18	6.8	0.3	1000
<b>3</b>	20.4	8.61	5.2	0.3	1000
<b>4</b>	20.6	8.7	5.2	0.3	1000
<b>5</b>	22.88	8.8	5	0.3	1000
<b>6</b>	20.1	8.72	11.8	0.4	1050

Au regard des résultats obtenus et selon la grille de Boissonneault (2009), la température de l'eau, qui varie entre 20 et 22°C, est favorable pour la vie des poissons ensemencés, de même pour les valeurs du pH sont de 8,5 à 9 donc le pH de l'eau est alcalin, ce qui indique que cet eau est de bonne qualité. L'oxygène dissous présente aussi des valeurs favorables au développement des poissons.

.La conductivité électrique est presque stable dans toutes les stations, elle varie entre 1000-1050 $\mu$ S/cm.

Par ailleurs, selon la grille de Boissonneault (2009) et la fig. 3.2, on remarque que les nitrates varient entre 0.5-0.7 mg/l. cependant, on remarque que le taux des nitrates ne changent pas pour les cinq stations, ceci peut s'expliquer en partie par la saturation de la colonne de cadmium.



**Figure 3.3 :** Variation d'analyse des sels nutritifs dans les différentes stations de barrage Beni Haroun.

Les Nitrites présentent une variation entre 0.2-0.4 mg/l avec une qualité d'eau acceptable dans le Détroit et la ponte (la 1<sup>ère</sup> et 3<sup>ème</sup> station) et dans le reste des stations, les valeurs sont normales. L'ammonium présente aussi des valeurs qui varient entre 0.2-0.5 mg/l, de même pour les phosphates dont les valeurs sont stables pour l'ensemble des stations.

***CHAPITRE 4 :***  
***Analyse***  
***Statistique et***  
***Plan de Gestion***

# CHAPITRE 4 : Analyse Statistique et Plan de Gestion

## Partie 1. Analyse Statistique

### 4.1.1. Introduction

Lors de toute étude statistique, il est nécessaire de décrire et explorer les données avant d'en tirer de quelconques lois ou modèles prédictifs. Dans beaucoup de situations, les données sont trop nombreuses pour pouvoir être visualisables (nombre de caractéristiques trop élevées). Il est alors nécessaire d'extraire l'information pertinente qu'elles contiennent ; Les techniques d'analyse de données (ADD) répondent bien à ce besoin. L'ADD est un ensemble de méthodes descriptives ayant pour objectif de résumer et visualiser l'information pertinente contenue dans un grand tableau de données.

L'Analyse de données est un ensemble de technique multivarié qui peut être divisé en trois grandes familles de méthodes selon le besoin et la nature des données:

- **L'Analyse factorielle:** dont l'objectif est de repérer et visualiser les corrélations multiples entre variables et/ou les ressemblances entre individus. Il existe différentes analyses factorielles, les plus courantes sont l'analyse en composante principale ACP (Données quantitatives) et l'analyse factorielle des correspondances AFC (Données mixtes : quantitatives et qualitatives)
- **Méthode de classification :** qui aide à réaliser une typologie des individus
- **Analyse discriminante :** Caractériser des groupes d'individus à l'aide de variables. Cette méthode se situe entre les deux méthodes citée plus haut dans la mesure où il s'agit d'une analyse factorielle dont l'objet est proche de celui de la classification

Les méthodes d'analyse des données apparaissent comme des outils privilégiés pour traiter des tableaux complexes de données, réunissant des ensembles de variables nombreuses et souvent de typologie diverse (analyses multivariées). Cependant, il ne faut pas négliger le choix de la méthode à utiliser qui est crucial est important. Le point de départ est la nature des problèmes posés par l'utilisateur. Si on classait ces problèmes, on distinguerait trois catégories : les problèmes de description, ceux de structuration, et ceux d'explication avec ou sans une modélisation. Cette classification n'est pas systématique et un utilisateur peut avoir des besoins touchant un ou plusieurs de ces trois aspects. Sans oublié que les trois familles de techniques de l'ADD sont complémentaires, comme vous pouvez le voir dans la Fig.4.1 représentant les différentes Méthodes d'Analyse Multivariées.

La taille du tableau de données rend les calculs à la main impossible et donc l'utilisation d'un logiciel de traitement spécifique est indispensable. Ces logiciels sont très nombreux et l'on peut les segmenter selon plusieurs types :

- **Les logiciels de statistique** (SPSS, SPAD, SAS, R...).

Conçus pour manipuler et analyser de grands tableaux de données, ils sont très complets sur le plan des méthodes présentes et sur les options disponibles. L'utilisation est plus complexe et nécessite parfois plusieurs journées (voire plusieurs mois) de formation. Leur prix en fait un outil réservé aux cabinets statistiques ou aux directions statistiques de grandes entreprises.

- **Les logiciels boîtes à outils** (XLSTAT, Statbox)

Ils permettent de réaliser diverses analyses factorielles (ACP, AFC, ACM), quelques techniques de classification (Classification hiérarchique, K moyennes) ainsi que les techniques de prévision classiques. Les données sont gérées à partir du logiciel Microsoft Excel et les sorties s'effectuent dans des feuilles de calculs. Globalement, ils offrent un bon rapport qualité/prix.

Dans notre travail nous avons opté pour l'outil XLSTAT car il a plusieurs avantages, à savoir :

Intégrer à Microsoft Excel qui est le tableur le plus utilisé au monde

Logiciel modulaire pour les statistiques et l'analyse multivariée

Résultat organisés et didactique

Informations complémentaire et explicatives pour les analyses

Partage des résultats simple. Les résultats sont obtenus dans des fichiers Microsoft Excel, et peuvent être partagés avec tout le monde

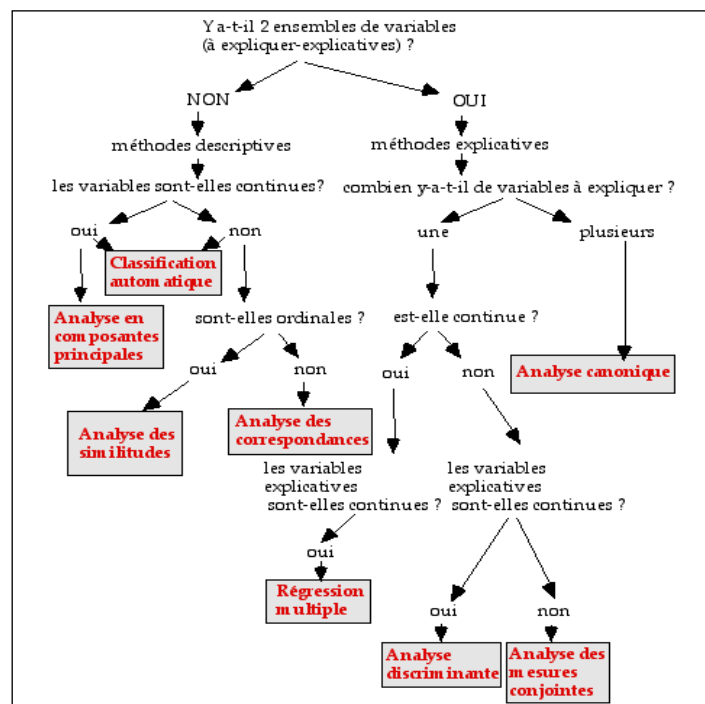


Figure 4.1 : Méthodes d'Analyse Multivariée

#### 4.1.2. Analyse en composante principale : Principe et objectifs

Lorsqu'on veut étudier simultanément un nombre important de variables quantitatives (ne serait-ce que 4), la question qui se pose automatiquement est : comment en faire un graphique global ? La difficulté vient de ce que les individus étudiés (voir le tableau des données ci-dessous Fig. 4.2) ne sont plus représentés dans un plan, espace de dimension 2, mais dans un espace de dimension plus importante (par exemple 4). L'objectif de l'Analyse en Composantes Principales est de revenir à un espace de dimension réduite (par exemple 2) en déformant le moins possible la réalité. Il s'agit donc d'obtenir le résumé le plus pertinent possible des données initiales.

C'est la matrice des variances-covariances (ou celle des corrélations) qui va permettre de réaliser ce résumé pertinent, parce qu'on analyse essentiellement la dispersion des données considérées. De cette matrice, on va extraire, par un procédé mathématique approprié, les facteurs que l'on recherche, en petit nombre. Ils vont permettre de réaliser les graphiques désirés dans cet espace de petite dimension (le nombre de facteurs retenus), en déformant le moins possible la configuration globale des individus telle qu'elle est définie par l'ensemble des variables initiales (ainsi remplacées par les facteurs). C'est l'interprétation de ces graphiques qui permettra de comprendre la structure des données analysées.

L'analyse en composantes principales - que nous notons par la suite ACP - est une des premières analyses factorielles, et certainement aujourd'hui l'une des plus employées. Dans [LMP95], nous trouvons l'historique de cette méthode qui fut conçue par Karl Pearson en 1901. Elle est sans doute à la base de la compréhension actuelle des analyses factorielles.

Pour faire une ACP, il faut disposer d'un tableau de données sous forme (individus \* variables), que nous allons noter  $X$

On a un ensemble de  $n$  individus décrits par  $p$  variables **quantitatives** sous forme de matrice de  $\dim(n, p)$  représentant les valeurs du tableau de données.

Où :

$x_{ij}$  : Est la valeur de la variable  $X_j$  observée sur l'individu  $i$

$X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{nj})$  est le vecteur de variable

		variables		
		$X_1$	$X_j$	$X_p$
individus	1		$x_{1j}$	
	$i$		$x_{ij}$	
	$n$		$x_{nj}$	

- **Objectifs :**

**Lignes** du tableau : établir un bilan des ressemblances entre individus

**Colonnes** du tableau : réaliser un bilan des corrélations entre variables

**Mise en liaison** des deux études quelles sont les variables caractéristiques d'un groupe d'individus donné ?

**Construction de variables synthétiques** (composantes principales)

### 4.1.3. Étapes d'une ACP

Comme nous l'avons décrit plus haut, l'analyse en composantes principales (ACP) est une technique exploratoire qui permet de résumer l'information contenue dans un fichier en un certain nombre de variables synthétiques, combinaisons linéaires des variables originelles. On les appelle « composantes principales », ou « axes factoriels », ou tout simplement « facteurs ». Nous devons les interpréter pour comprendre les principales idées forces que recèlent les données.

Le choix du nombre de facteurs est très important. L'enjeu est de distinguer d'une part l'information pertinente (le « signal »), véhiculée par les axes que l'on choisit de retenir ; et d'autre part, l'information résiduelle le « bruit » issu des fluctuations d'échantillonnage traduite par les derniers facteurs que l'on choisit de négliger. Les étapes d'une ACP peuvent être résumées comme suit :

- **Choix du tableau X**
  - **Analyse directe** : Construction de l'espace factoriel du nuage de points individus associé au tableau. On garde pour l'instant les  $p$  axes factoriels
  - **Analyse duale** : Construction de l'espace factoriel du nuage de points - variables : elle est déduite de la première
- **Interprétation de ces analyses** : choix du nombre d'axes  $q$  à retenir, construction des nuages de points projetés sur ces axes, interprétation des axes principaux et étude des proximités entre points.
- **Synthèse des résultats**, construction éventuelle du tableau C réduit (tableau des composantes principales) et visualisation des nuages de points associés
- **Traitement des données (choix du tableau)**

Avons de commencer notre ACP, nous allons tout d'abord décrire notre tableau de données :

Nous disposons des données concernant des paramètres physico-chimiques, plus précisément 11 paramètres, que nous allons définir un peu plus loin sur une période de 7 ans (de 2007 à 2014). Dans le tableau 4.1 nous représentons seulement l'année 2007 afin de bien visualiser nos données.

**Tableau 4.1 : Donnée des paramètres physico-chimiques de l'année 2007.**

Date	pH	CE	O <sub>2</sub> d	NO <sub>3</sub> (mg/l)	NO <sub>2</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> (mg/l)	PO <sub>4</sub> (mg/)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	MO (mg/)	DCO (mg/l)
Janvier	7,77	822	100	9	0,076	0,02	0,5	2,5	12,9	55
Février	7,37	898	52,83	1	0,297	0,15	0,6	6,6	11,8	26
Mars	7,73	892	75	11	0,092	0,02	0,4	2,9	15,5	37
Avril	8,12	736	100	8	0,09	0,02	0,6	7,8	12,5	70
Mai	7,74	804	84	0	0,32	0,08	0,7	11,1	10,2	36
Juin	7,99	768	100	8	0,25	0	0,4	4,4	7,3	18
Juillet	7,99	768	100	8	0,25	0	0,4	4,4	7,3	18
Août	7,87	822	56,96	3	0,028	0,05	0,3	8,3	9,4	32
Septembre	7,75	810	93,82	2	0,2	0,02	0,2		11,3	32
Octobre	7,97	844	76,54	4	0,145	0,02	0,3	2,8	7,1	33
Novembre	7,56	762	65,21	10	0,005	0	0,3	5,2	7	34
Décembre	7,71	760	44,68	4	0,277	0,45	0,5	2,4	11	25

Le traitement des données est très important avant n'importe quelle analyse statistique, car une mauvaise manipulation des données peut entraîner de faux résultats et une analyse non concluante. D'après notre tableau nous sommes en présence de données manquantes et de données non homogènes, nous allons voir ci-dessous comment remédier à ce problème.

➤ **Traitement des données manquantes :**

Comme vous pouvez le voir dans le tableau de données, nous avons parfois ce qu'on appelle donnée manquante (voir tableau. 4.1, la case coloriée).

Le traitement des données avec observations manquantes est un problème concret et toujours embarrassant lorsqu'il s'agit de données réelles. En effet dans les applications, on est très souvent en présence d'observations pour lesquelles on ne dispose pas de l'ensemble des valeurs des variables descriptives, et ceci se produit pour de nombreuses raisons : erreurs de saisie, rubriques non renseignées dans des enquêtes, valeurs aberrantes qu'on préfère supprimer, données recueillies difficilement, statistiques officielles non disponibles, etc.

Certain logiciel nous donnent la possibilité d'ignorer les données manquantes et cela en éliminant toute la ligne, mais il existe des logiciel qui traite ce problème autrement, en les estimant car on ne peut pas toujours ignorer des données manquantes.

Dans notre cas nous avons choisis méthodes de Monte-Carlo par chaînes de Markov (MCMC). Cette technique d'estimation s'appuyant sur la simulation d'un grand nombre de variable aléatoire.

➤ **Transformation des données:**

Si on revient au tableau 4.1, on voit clairement que nous avons des données hétérogènes : les paramètres n'ont pas la même unité de mesure ni les mêmes grandeurs.

L'importance que prendront les variables dans le calcul des composantes principales est fonction de leur ordre de grandeur. Une variable ayant un écart-type important aura plus de poids qu'une variable de faible écart-type. Des variables de fort écart-type "construiront" les premières composantes. Les calculs ne sont pas faux, mais la lecture des résultats d'une ACP peut devenir compliquée. C'est pour remédier à ça qu'il convient de faire un changement de variable. Il existe plusieurs transformations, les plus utilisées sont :

- **L'analyse centrée** : qui consiste à modifier les données du tableau  $x$  en remplaçant les valeurs des  $x_{ij}$  par  $x_{ij} - \bar{x}_j$ . le fait de centrer les données présente dans le cas de l'ACP des propriétés intéressantes
- **L'analyse centrée réduite** ou encore **normée**, que nous présentons ici, car c'est cette transformation que nous allons utiliser. Elle est liée à la transformation des données du tableau 4.1 en remplaçant les valeurs des  $x_{ij}$  par :

$$\frac{(x_{ij} - \bar{x}_j)}{s_j}$$

- **Latransformation en rang** : elle permet de détecter des relations non linéaires et rapproche les valeurs extrêmes

Réduire les données permet d'uniformiser les unités de mesures.

Ainsi le tableau de données  $x$  présenté sur le tableau. 4.1 devient celui donné par le tableau. 4.2 Ci-dessous :

**Tableau 4.2** : Données traitées

Date	pH	CE	O <sub>2</sub> d	NO <sub>3</sub> (mg/l)	NO <sub>2</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> (mg/l)	PO <sub>4</sub> (mg/)	DBO5 (mg/l)	MO (mg/)	DCO (mg/l)	T
Janvier	7,77	822	100	9	0,076	0,02	0,5	2,5	12,9	55	6,497
Février	7,37	898	52,83	1	0,297	0,15	0,6	6,6	11,8	26	10,164
Mars	7,73	892	75	11	0,092	0,02	0,4	2,9	15,5	37	9,703
Avril	8,12	736	100	8	0,09	0,02	0,6	7,8	12,5	70	13,537
Mai	7,74	804	84	0	0,32	0,08	0,7	11,1	10,2	36	16,606
Juin	7,99	768	100	8	0,25	0	0,4	4,4	7,3	18	21,84
Juillet	7,99	768	100	8	0,25	0	0,4	4,4	7,3	18	24,79
Août	7,87	822	56,96	3	0,028	0,05	0,3	8,3	9,4	32	25,026
Septembre	7,75	810	93,82	2	0,2	0,02	0,2	<b>3,113</b>	11,3	32	21,197
Octobre	7,97	844	76,54	4	0,145	0,02	0,3	2,8	7,1	33	17,703
Novembre	7,56	762	65,21	10	0,005	0	0,3	5,2	7	34	10,353
Décembre	7,71	760	44,68	4	0,277	0,45	0,5	2,4	11	25	7,629

Dans le paragraphe suivants, nous allons faire une ACP sur les données traitées (tableau. 4.2).

Dans le but de :

- Etablir les ressemblances entre les mois, des oppositions ?une typologie ?
- Certains paramètres physico-chimiques sont-ils liés ?sont-ils corrélés entre eux ?
- Peut-on résumer des variables fortement corrélées par des variables synthétiques ?
- **Analyse directe et Analyse dual (Construction de l'espace factoriel)**

Nous avons vu que pour atteindre l'objectif de l'ACP il faut évaluer les ressemblances entre individus ainsi que les liaisons entre variables. Ces deux notions peuvent être interprétées de différentes façons, il est donc important de bien les définir.

**Définition A :** deux individus se ressemblent, ou sont proche, s'ils possèdent des valeurs proches pour l'ensemble des variables.

Cette définition sous-entend une notion de proximité qui se traduit par une distance. Ainsi, nous définissons la distance (distance euclidienne) entre deux individus  $i$  et  $j$  par :

$$d^2(i, j) = \sum_{j \in p} (x_{ip} - x_{jp})^2$$

Les individus constituent un nuage de point dans un espace comportant autant de dimensions que de variables (dans notre travail un espace de dimension  $p=11$ )

Après avoir défini la ressemblance entre individus, il est essentiel de définir la liaison entre des variables.

**Définition B :** deux variables sont liées si elles ont un fort coefficient de corrélation linéaire, définie par :

$$r(k, h) = \text{cov}(k, h) / \sqrt{(\text{var}(k) * \text{var}(h))} = \frac{1}{I} \sum_{i \in I} \left( \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{s_k} \right) \left( \frac{x_{ih} - \bar{x}_h}{s_h} \right)$$

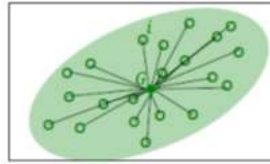
Où  $\bar{x}_k$  et  $s_k$  sont respectivement la moyenne et l'écart type de la variable  $k$ .

**Remarque :** dans le cadre de l'ACP normée que nous présentons ici, le coefficient de corrélation est défini à partir de la covariance cependant dans le rare cas l'ACP peut être fondée sur la matrice de covariance (ACP nom-norme) ou encore sur la matrice des coefficients des rangs.

➤ **Ajustement du nuage des individus**

- **Inertie d'un nuage de point**

En mathématique l'inertie d'un nuage de points est la moyenne des carrés des distances des points au centre de gravité.



**Figure 4.2 :** Inertie d'un nuage de point

$$I = \sum_{i=1}^m m_i \times d^2 (G, i)$$

$i$  : individu( $i$ )

$G$  : centre de gravité du nuage

$m_i$  : Masse de l'individu ( $i$ )

C'est également la moyenne des carrés des distances entre les couples de points du nuage, mesure la dispersion totale du nuage de points.

L'inertie est donc aussi égale à la somme des variances des variables étudiées.

**Remarque :** Dans le cas où les variables sont centrées réduites, la variance de chaque variable vaut 1. L'inertie totale est alors égale à  $p$  (nombre de variables).

Pour étudier les principales différences entre individus, l'ACP va analyser la forme du nuage, en rechercher ses principales directions d'allongement (appelées axes factoriels, axes principaux d'inertie)

- **Objectif principale :** Représenter sous forme graphique l'essentiel de l'information obtenu dans un tableau de donnée quantitatif alors le critère sur lequel on se base est l'inertie maximale

Lorsqu'on projette les données sur un plan, on obtient un graphique déformé de la réalité.

Le rôle de l'ACP est de trouver des espaces de dimensions plus petites minimisant ces déformations.

On utilise un espace à 2 dimensions (un plan). Ce plan est appelé le plan principale. Il est constitué de deux droites perpendiculaires (on recherche la meilleure représentation plane)

La méthode consiste à calculer la première droite (D1) de façon à maximiser les carrés des distances de projection des points sur la droite car le meilleur plan passe en moyenne au plus près de l'ensemble des individus du nuage.

La première composante principale doit "capturer" le maximum d'inertie du tableau des données. La variance des individus doit être maximale (le nuage se déforme le moins possible en projection).

Puis une 2<sup>ème</sup> droite (D2) perpendiculaire à la première. Car Il reste un résidu non expliqué par la première composante. C'est sur ce résidu qu'est calculée la deuxième composante principale.



**Figure 4.3 :** Présentation d'un plan principale

Le principe est donc la construction d'un système de représentation (ajustement du nuage de point) de dimension réduite ( $q \ll p = 1$ ) tout en préservant les distance entre les individus. Ce qui peut être vu comme une compression avec une perte (contrôlée) de l'information.

En d'autres termes, on effectue un changement de repère dans  $R^p$  de façon à se placer dans un nouveau système de représentation où le premier axe apporte le plus possible de l'inertie totale du nuage, le deuxième axe le plus possible de l'inertie non prise en compte par le premier axe, et ainsi de suite.

### **Le Problème mathématique :**

Diagonalisation de la matrice de corrélations car nous utilisons des données centrées-réduites (matrice de variance-covariance ou d'inertie dans le cas non normé) afin d'extraire :

- Les **vecteurs propres** (directions ou axes factoriels)
- Les **valeurs propres** (inerties associées aux axes)

L'opération de diagonalisation consiste à chercher les directions de la dispersion maximale. Le résultat de l'opération de diagonalisation est  $q$  vecteurs propres (axes d'inertie) et  $q$  valeurs propres (inertie de chaque axe), où  $q$  est le rang de la matrice de corrélation.

(Chaque valeur propre représente la variance du facteur correspondant)

### **➤ Ajustement du nuage des variables**

Comme nous l'avons décrit dans la définition B la liaison entre deux variables est donnée par le coefficient de corrélation. Le cosinus de l'angle formé par deux variables est égal à la corrélation linéaire entre les deux variables.

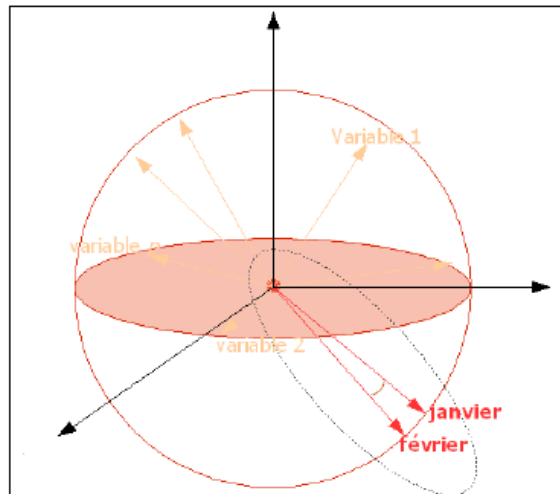


Figure 4.4 : Cercle de corrélation

$r(X_1, X_2) = \cos(\widehat{X_1 X_2})$  L'ACP étudié des liaisons de nature linéaire.

Dans ce cas aussi le meilleur plan est donné selon le critère de l'Inertie maximale en projection (les angles entre vecteurs sont les moins déformés possible).

➤ Synthèse entre les deux ajustements

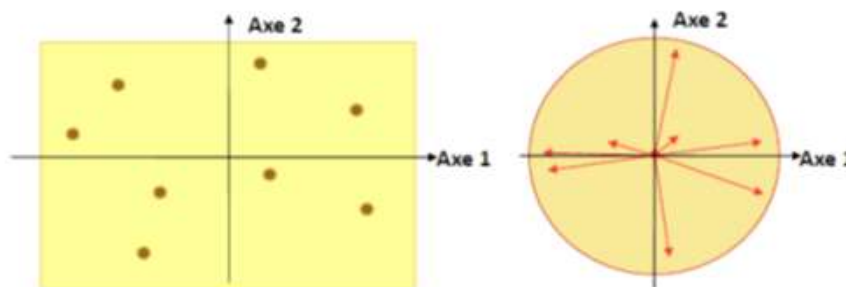


Figure 4.5. Meilleur plan des individus et meilleur plan des variables

Chaque ajustement fournit le même nombre d'axe factoriels

Ces axes factoriels ont la même inertie

Les coordonnées des individus sur un axe sont reliées aux coordonnées des variables sur ce même axe.

## Interprétation

A partir des relations données, nous pouvons définir quelque règle pour l'interprétation :

Un individu sera du cote des variables pour lesquelles il a de fortes valeurs, inversement il sera du cote oppose des variables pour lesquelles il a de faible valeur.

Plus les valeurs d'un individu sont forte pour une variable plus il sera éloigné de l'origine suivant l'axe factoriel décrivant le mieux cette variable

Deux individus a une même extrémité d'un axe (éloigne de l'origine) sont proche (se rassemble)

Deux variables très corrélées positivement sont de même cote sur un axe

Il n'est pas possible d'interprète la position d'un individu par rapport à un seul variable, et réciproquement, il n'est pas d'interpréter la position d'une variable par rapport à un seul individu. Les interprétations doivent de faire de manière globale

### 4.1.4. Analyses statistiques et résultats

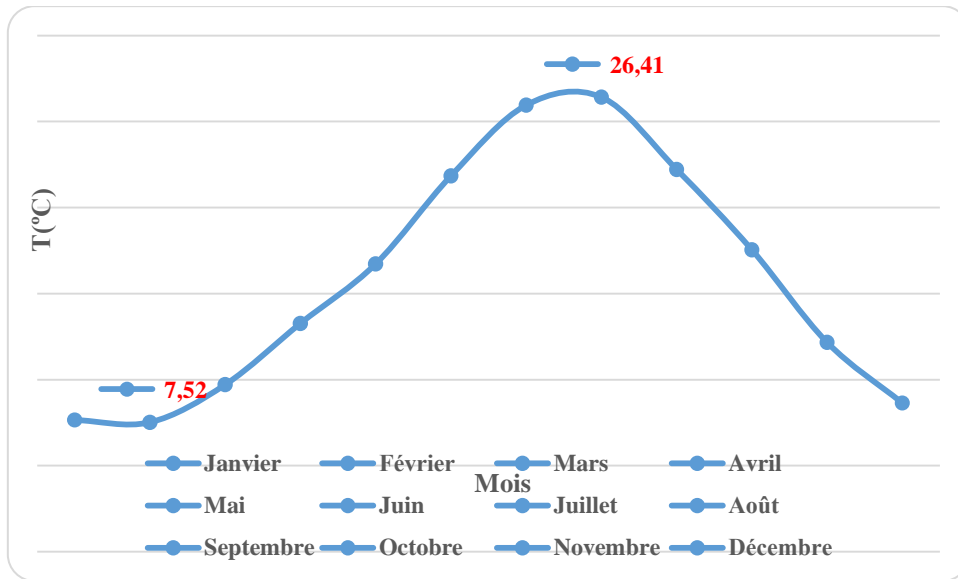
#### 4.1.4.1. Analyse univariée

D'après les données obtenues d'ANBT; 2015 des années allant du mois d'Octobre 2006 à Mai 2015, nous allons commencer par faire une analyse statistique univariée pour chacune des variables afin d'avoir une idée sur l'évolution et le changement de ses paramètres à travers le temps et vérifier si chacun des paramètres a ou non les conditions et les exigences de l'eau et sur la vie aquatique de barrage Beni Haroun

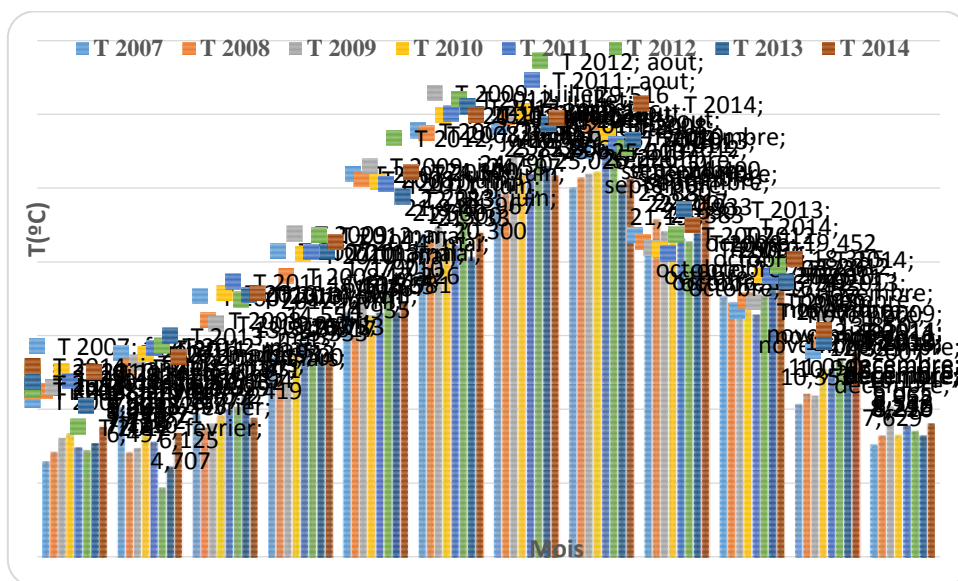
Face aux manques de données pour certains paramètres durant les deux années 2006 et 2015 et pour une meilleure visibilité on a aussi calculé la moyenne durant la période 2007 à 2014, sont représentés en histogrammes.

##### a) Température T(°C)

D'après Le graphe ci-dessous, les valeurs moyenes de la température sont saisonières avec un minima de 7.51°C pendant la période humide au mois de Février et une valeur maximale de 26.48°C durant la période sèche en mois d'Aout, ces variation de température suivent celles du climat de la région qui est sec et chaud en été et humide froide en hiver (Fig. 4.6).



**Figure 4.6.** Variation moyenne mensuelle de la T(°C) dans le barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015

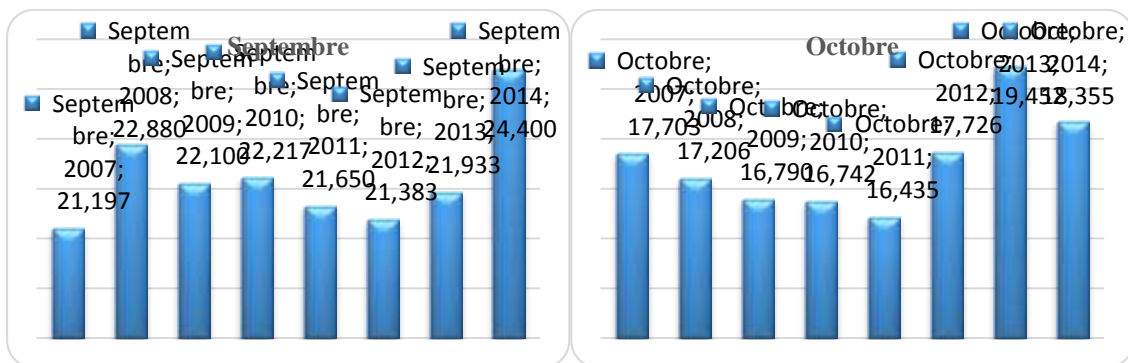


**Figure 4.7.** Variation moyenne de la T(°C) des eaux du barrage de Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014

De même nous remarquons d'après la fig. 4.7 deux périodes saisonnières distincts, une période sèche et une période humide.

L'année 2012 est considérée comme l'année la plus chaude, un maximum de 29.51°C au mois d'août et un minimum de 4.7 °C au mois de Février avec une moyenne de 16.24 °C.

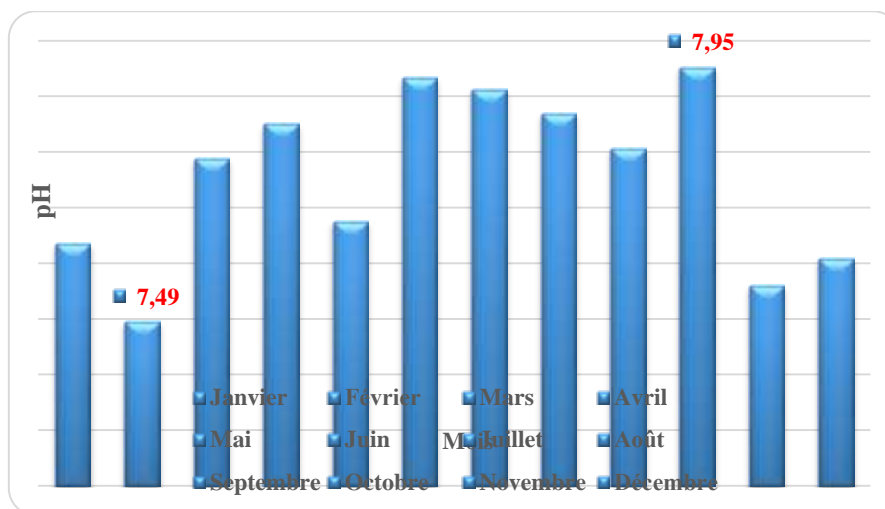
Dans les deux histogrammes (Figure 4.8) suivants, on voit une forte valeur par rapport aux autres années durant la même période, 24.4°C au mois de Septembre 2014 et 19.45°C au mois d'Octobre 2013.



**Figure 4.8.** Variation des moyennes de la Température (°C) des deux mois septembre et octobre des eaux du barrage de Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014

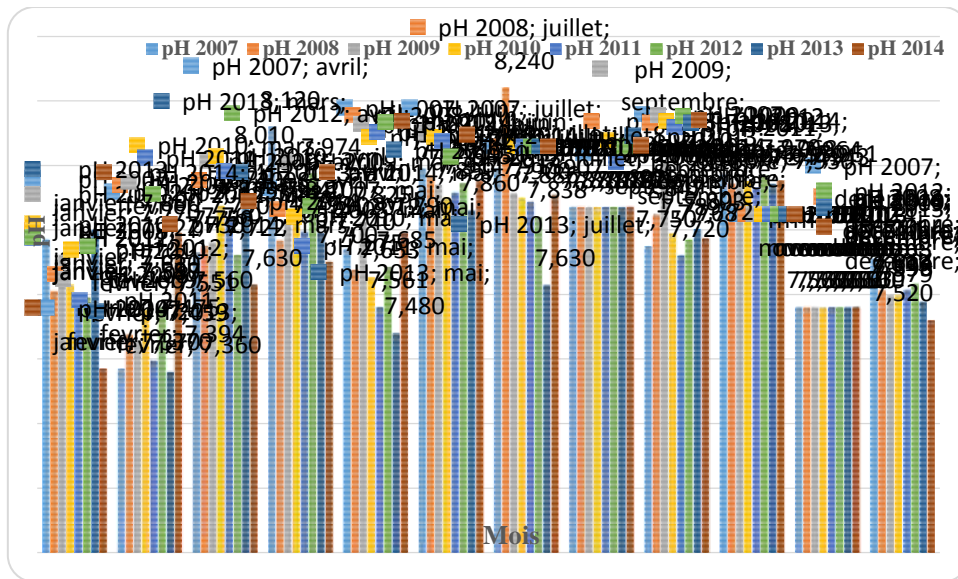
### b) Le potentiel d'hydrogène (pH)

Les valeurs du pH sont plus au moins homogène et varient entre 7,49-7,95 avec une moyenne annuelle de 7,75 durant 10 ans, la valeur la plus élevée est enregistrée au mois d'octobre avec un maximum de 7.95, par contre la faible valeur est relevé au mois de février est de 7,49 (Fig. 4.9).



**Figure 4.9.** Variation moyenne mensuelle du pH dans le barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015

Les valeurs moyennes du pH sont assez stables durant Août, septembre, octobre et novembre pour la période allant de 2007 à 2015. Ces taux moyens répondent aux exigences requises pour l'utilisation de ces eaux pour l'alimentation humaine, l'irrigation des cultures et la pisciculture (Fig. 4.10).

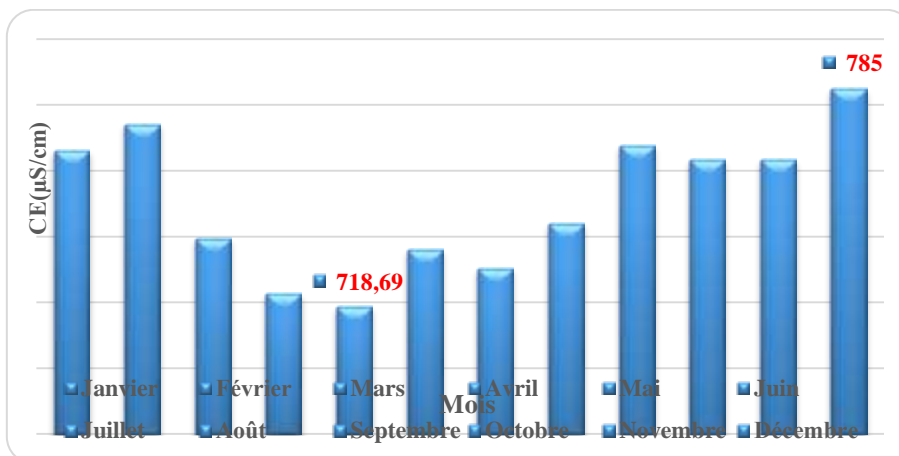


**Figure 4.10.** Variation du pH dans le barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015

### c) La conductivité (CE)

La conductivité électrique présente des variations irrégulières parfois elle diminue et parfois elle augmente quelque soit la saison, la moyenne annuelle durant cette dernière décennie est d'environ 751  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

La valeur la plus élevée 785  $\mu\text{s}/\text{cm}$  a été observée au mois de décembre et le minimum 718  $\mu\text{s}/\text{cm}$  au mois de Mai. Cette variation liée avec les sels dissous qui est en contact avec les sols (Fig. 4.11).

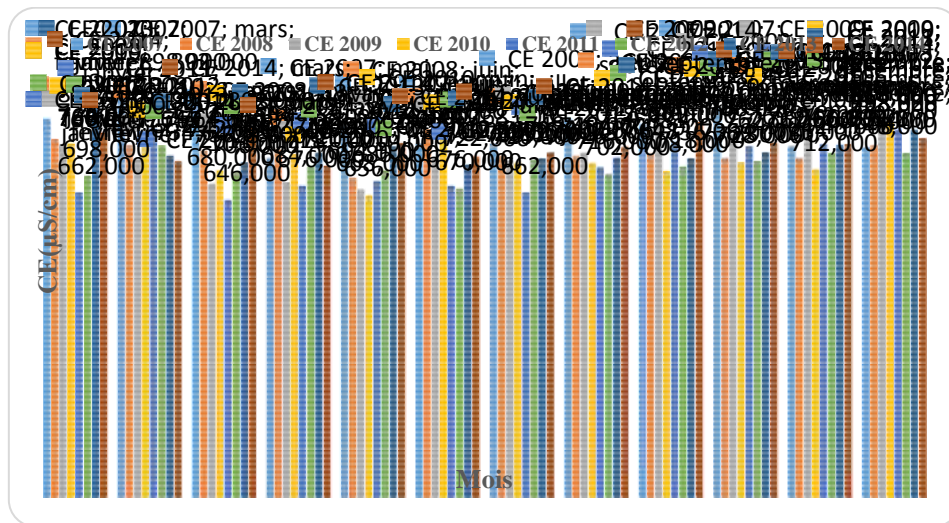


**Figure 4.11.** Variation moyenne mensuelle de la conductivité électrique dans le barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015

La valeur la plus élevée (785 $\mu$ s /cm) a été observée au mois de décembre et le minimum de 714  $\mu$ s /cm au mois d'avril. Cette variation liée à la concentration des sels dissous.

Selon la grille de Boissonneault (2009) nous pouvons conclure que l'eau du barrage de Beni Haroun à une minéralisation moyenne à importante (Fig. 4.12).

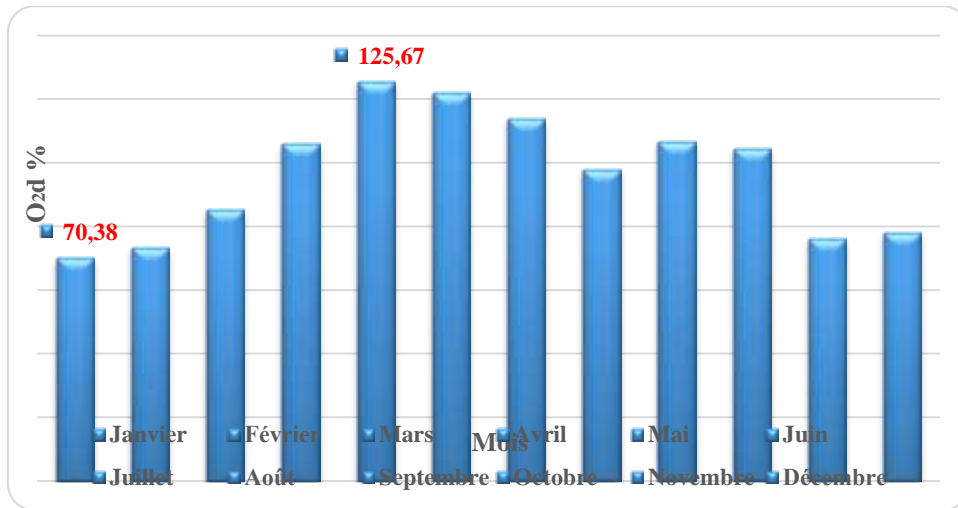
En 2007, la conductivité électrique est forte en période humide avec un maximum de 898 $\mu$ s/cm au mois de Février et faible en Avril 736  $\mu$ s /cm. Durant les autre années on remarque une des fluctuations assez importantes de la conductivité entre 662 $\mu$ s /cm-899  $\mu$ s /cm.



**Figure 4.12.** Variation de la conductivite elecricque dans le barrage Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014

#### d) Oxygène dissous ( $O_2$ )

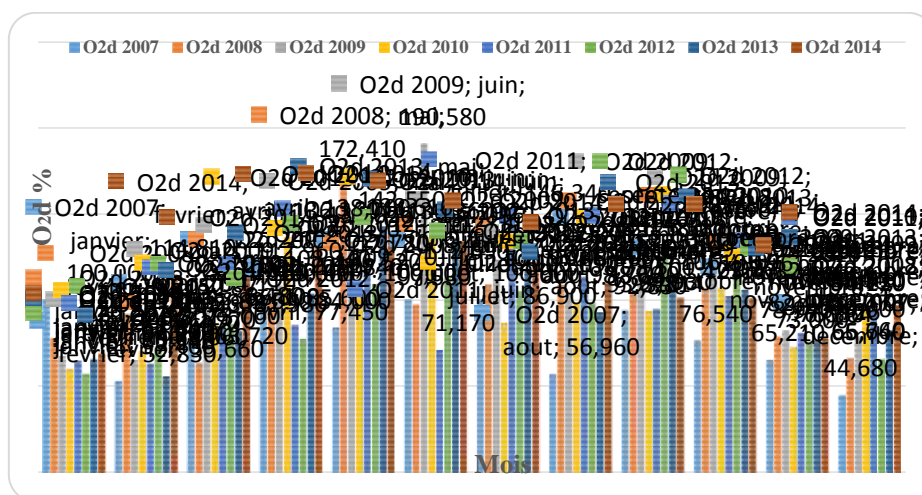
La solubilité de l'oxygène dans l'eau est un paramètre qui dépend essentiellement de la température, plus celle-ci est faible, plus la solubilité de l'oxygène est importante et plus la résistance physiologique des organismes aquatiques sera élevée (Eckenflede ; 1982). La valeur moyenne annuelle est de 97,59 % (Fig. 4.13)



**Figure 4.13 :** Variation moyenne mensuelle de loxygene dissous dans le barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015

Les fluctuations des taux de saturation en oxygène peuvent être expliqués en partie par le fait les relevés des concentrations de l’oxygène dissous n’ont pas été effectués à la même heure en effet, les mesures sont biaisées car elles ont été réalisées tôt le matin durant la période estivale et l’après-midi durant l’hiver. Le taux de saturation des eaux de barrage en oxygène est élevé au mois de mai (125.67%) et faible au mois de décembre de (70,38%).

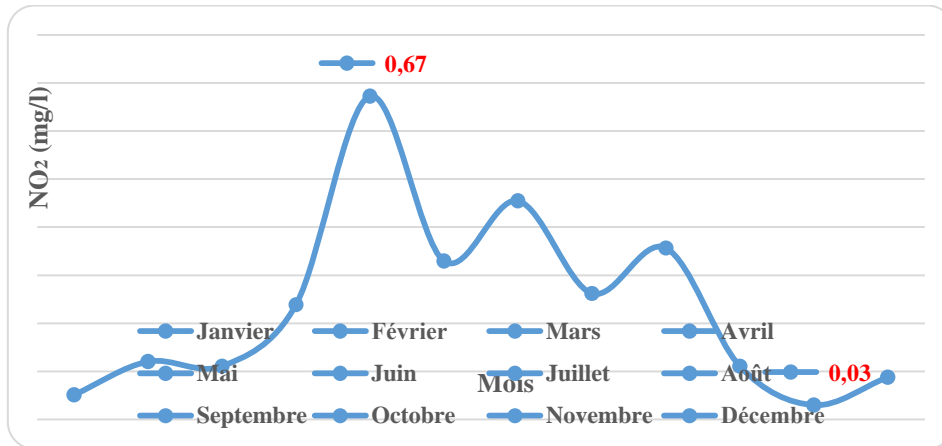
Selon la grille de Boissonneault (2009), la qualité de l’eau de barrage Beni Haroun est acceptable pendant la période humide (janvier, février, mars, novembre, décembre) avec un minimum en décembre 2007 (44.68%). Pendant la période sèche, l’eau est de très bonne qualité surtout en Mai 2008 (172.41%) et Juillet 2009 (146.34%), avec un maximum en Juin 2009 (190.58%). (Fig. 4.14)



**Figure 4.14.** Variation annuelles d’O<sub>2</sub>D dans le barrage Beni Haroun pendant 2007-2014.

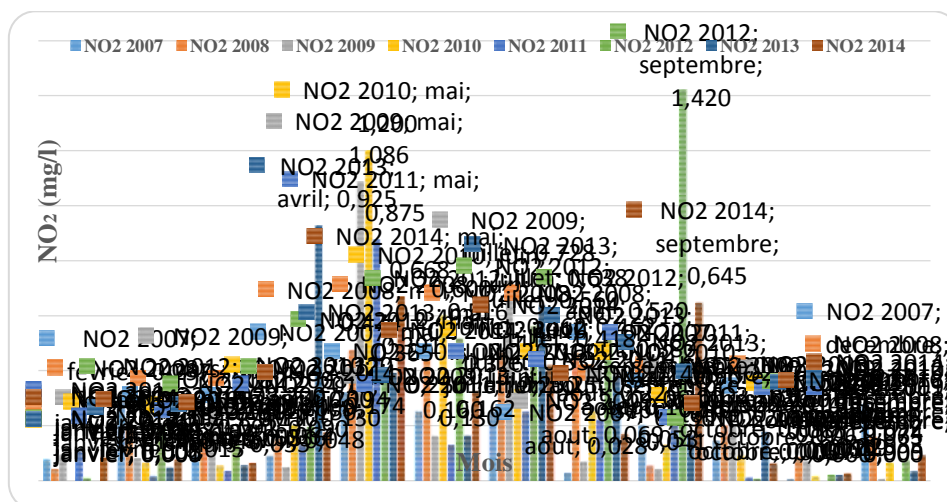
e) Nitrite (NO<sub>2</sub>)

Selon le graphe le teneur de nitrite varient entre un minimum de 0,03mg /l au mois de Novembre et un maximum de 0,67 mg/l en Mai avec une moyenne annuel de 0 ,23mg/l, on observe dans la période de la fin printanière (mai) et début de la phase automne un pourcentage élevé des nitrites grâce à la réduction des nitrates ou un processus de nitratisation si la teneur en oxygène est suffisante (Fig. 4.15).



**Figure 4.15.** Variation moyenne mensuelle des nitrites au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015

Par contre, les faibles teneurs en nitrites sont signalées en période hivernale (janvier, février), début de phase printanière (mars) et (octobre, novembre, décembre) généralement à des taux inférieurs à 0,1 mg/l (Fig. 4.16).



**Figure 4.16.** Variation moyenne des concentrations en nitrites au niveau du barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015.

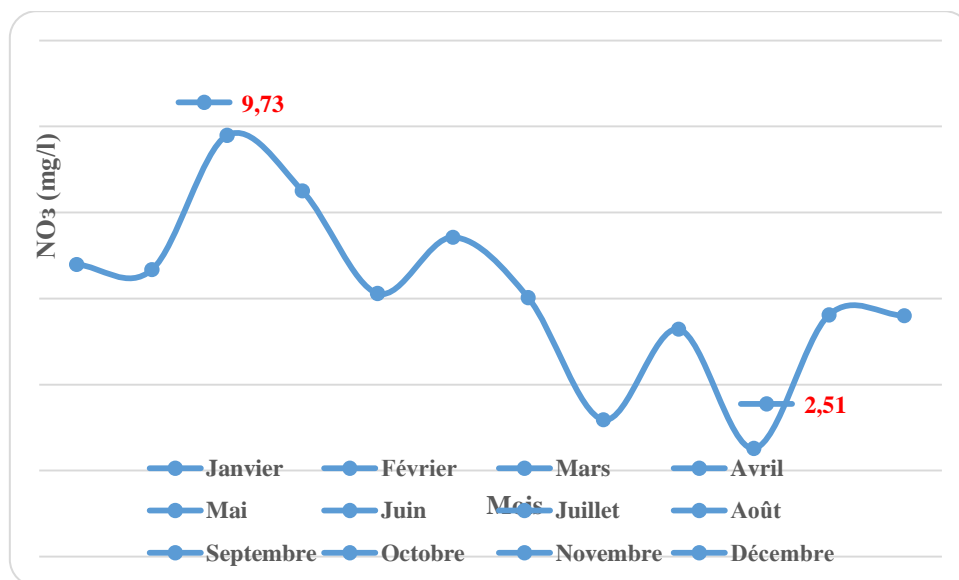
Selon la grille de Boissonneault (2009), la concentration en nitrite des eaux du barrage répondent aux normes durant les 7ans.

#### f) Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )

Les nitrates présentent des variations très importantes durant toute la période d'observation (10ans) avec une moyenne annuelle de 6 ,212 mg/l.

La valeur maximal a été observée au printemps en mois de Mars avec une valeur moyenne 9,79 mg/l. cette variation de taux dépend de plusieurs facteurs. Ceci peut être dû au lissage des pentes des bassins versant permettant une arrivée massive d'azote nitrique qui est facilement entrainé par les eaux des ruissellements (Itlis ;1988 et Barroin, 1999).

La faible teneur en nitrates a été observée en période automnale avec un minimum de 2,51mg/l au mois d'Octobre (Fig. 4.17) (Rodier et al 2005).



**Figure 4.17.** Variation moyenne mensuelle des nitrates au niveau du barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015

Les taux des nitrates sont largement supérieurs à ceux des nitrites et selon la grille de Boissonneault (2009), ces taux restent inférieurs aux normes.

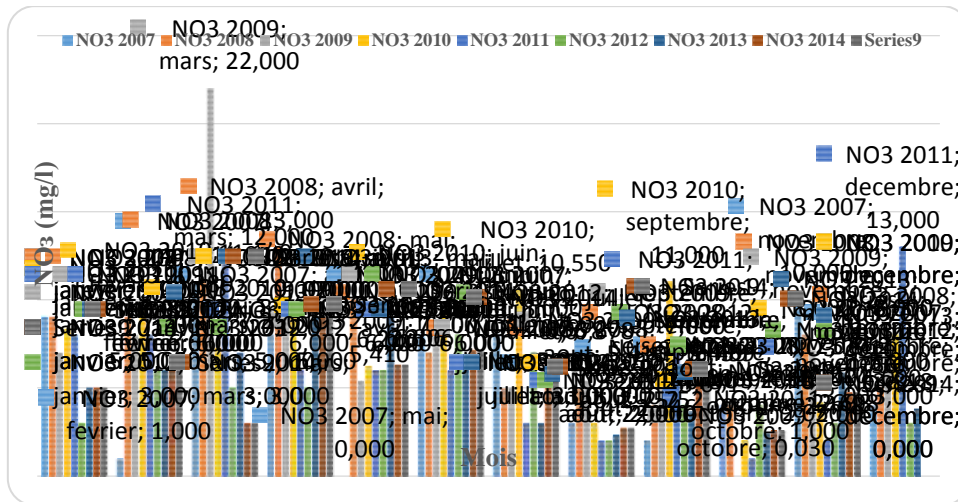


Figure 4.18. Variation moyenne des nitrates du barrage Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014

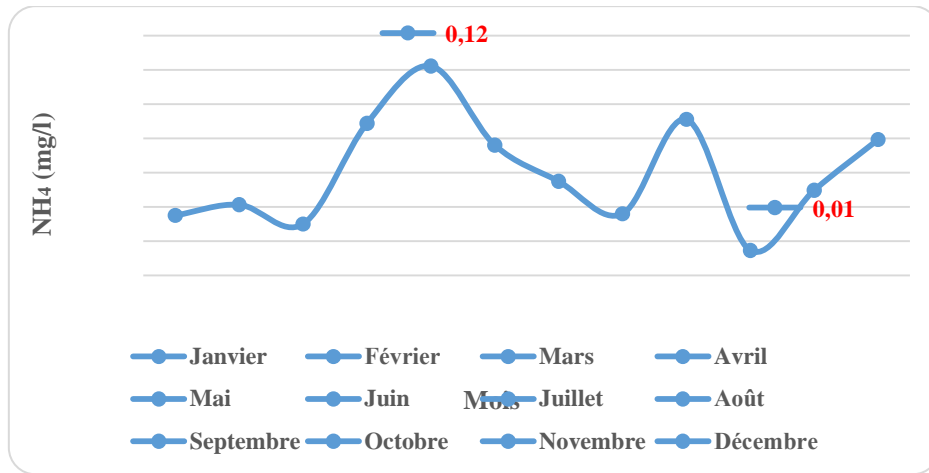
D'après la figure.4.18 ; les concentrations des nitrates présentant des variations importantes pendant toutes les années, avec une valeur maximale en Mars 2009 (22 mg/l) et une valeur minimale en février 2007 (1 mg/l)

#### g) Ammonium(NH<sub>4</sub>)

Selon le graphe la teneur en ammonium varie entre un minimum 0,01 mg /l au mois d'Octobre et un maximum jusqu'à 0,12 mg/l au mois de mai. Avec une moyenne annuelle de 0,05mg/l. (Fig. 4.19)

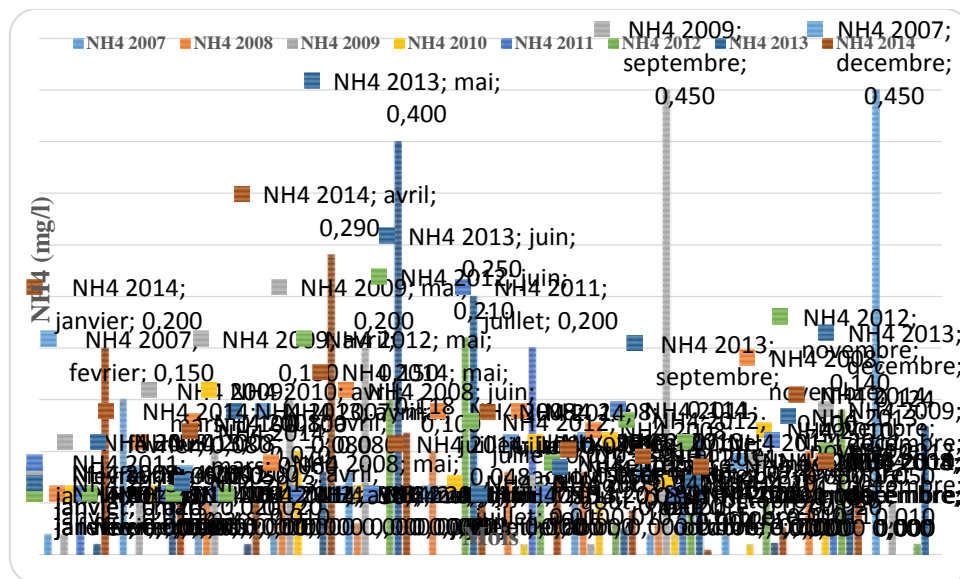
Les taux en ammonium croissent progressivement durant la période printanière. Cette élévation en ammonium est due à la décomposition de la matière organique par les bactéries (**Mayzoud et Dallot, 1973**).

Par contre la diminution de taux d'ammonium résulte probablement d'une bonne minéralisation dans un milieu aérobie pour donner des nitrites puis des nitrates.



**Figure 4.19.** Variation moyenne mensuelle de l’ammonium au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015

Selon la grille de **Boissonneault (2009)** nous pouvons déduire que ces taux restent inférieurs aux normes (Fig. 4.20).

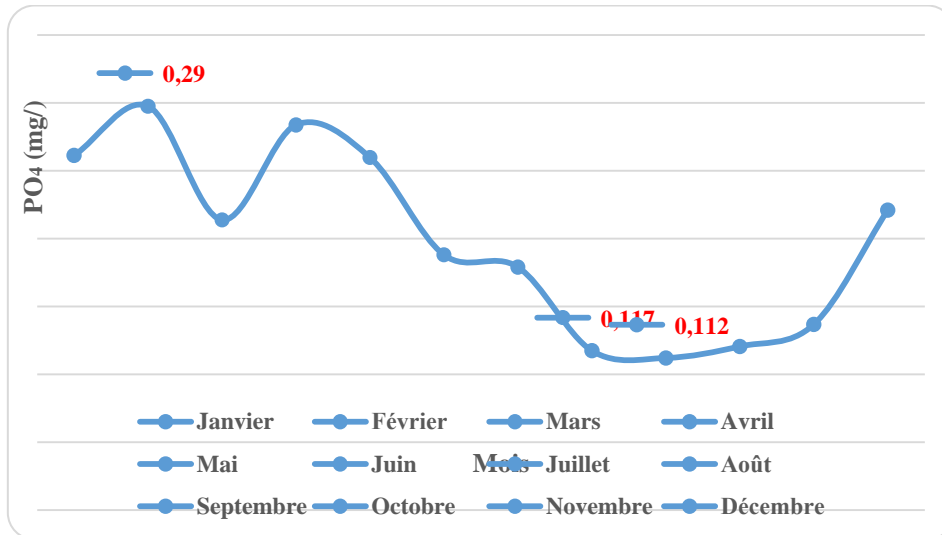


**Figure 4.20.** Variation moyenne de l’ammonium au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014

Les teneurs minimales en ammonium sont enregistrées en juillet et octobre (2010), décembre (2012) et en janvier, mars et décembre (2013) avec une valeur minimal de 0.01mg/l et un maximum en Décembre (2007) et Septembre (2009) (0.45 mg/l).

## h) Orthophosphate (PO<sub>4</sub>)

En générale les quantités décelées sont très faible dans l'ensemble des stations avec une moyenne mensuelle de 0,19 mg/l et un maximum 0,29 mg/l enregistrées au mois de février.

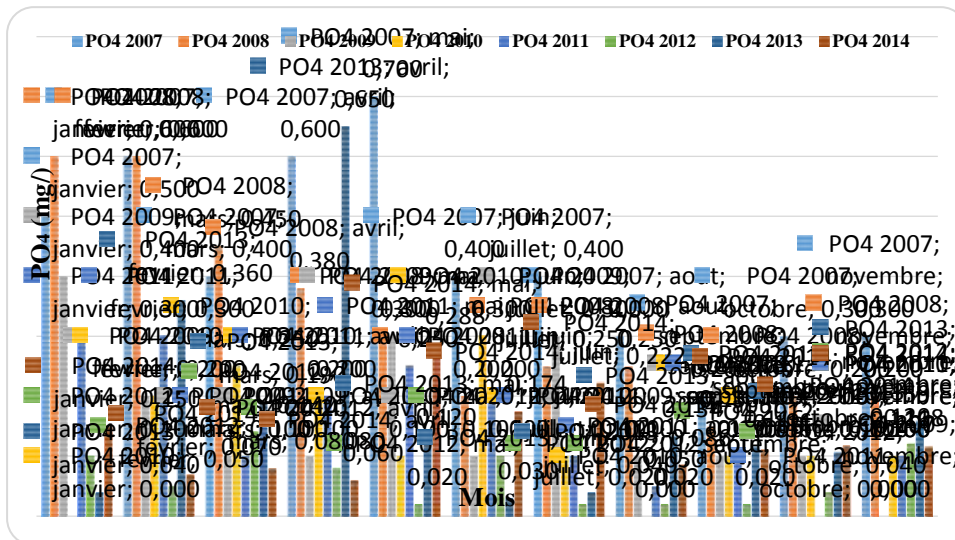


**Figure 4.21.** Variation moyenne mensuelle des phosphates au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015

D'ailleurs les concentrations en phosphate sont très basses aux mois d'août et de septembre, ils sont respectivement de l'ordre de 0,017mg/l et 0,012 mg/l. En générale, les phosphates sont peu abondants dans les eaux naturelles non polluées, car ils sont immédiatement stockés par les végétaux, algues et plantes aquatique ou bien fixés par les sédiments du fond (**Lacaze, 1995 et Barroin, 1999**).

En effet, les algues planctoniques stockent très facilement le phosphate et sont capable de se multiplier dans les eaux presque complètement dépourvus en cet élément ( **Sevenir et Reyssac, 1995**)

Le pic observé au mois de février pourrait être expliqué par la remise en suspension des sédiments du fond par les vents et les courants et par la lyse des cellules algales à l'origine d'accumulation du phosphate (Kouili, 2004). Selon la grille de Boissonneault (2009), les teneurs enregistrées restent dans les normes.

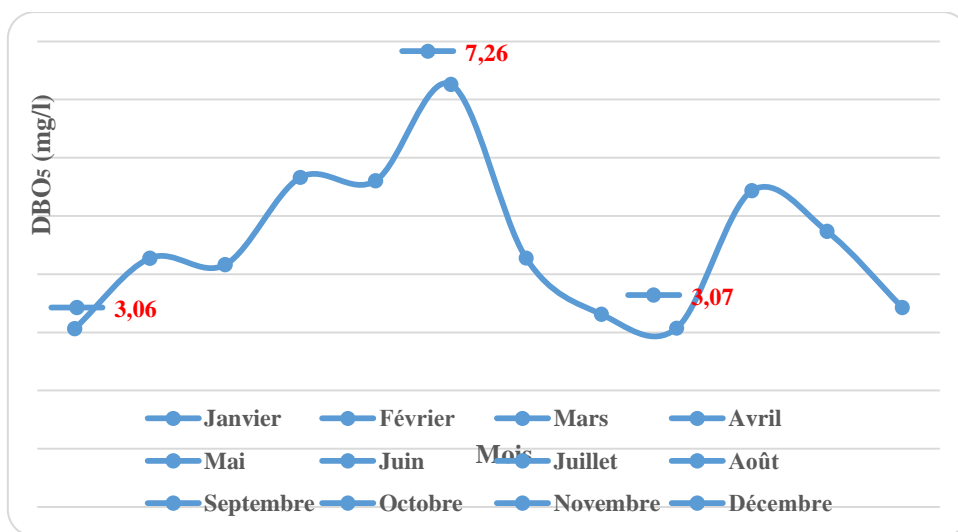


**Figure 4.22.** Variation moyenne des phosphates au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014

D’après la Figure 4.22, de faibles concentrations en  $PO_4^{3-}$  sont enregistrées ces dernières années (2009 à 2014) avec une valeur minimale de 0.02 mg/l. Selon la grille de **Boissonneault (2009)**, les variations moyennes des concentrations en orthophosphates restent dans les normes.

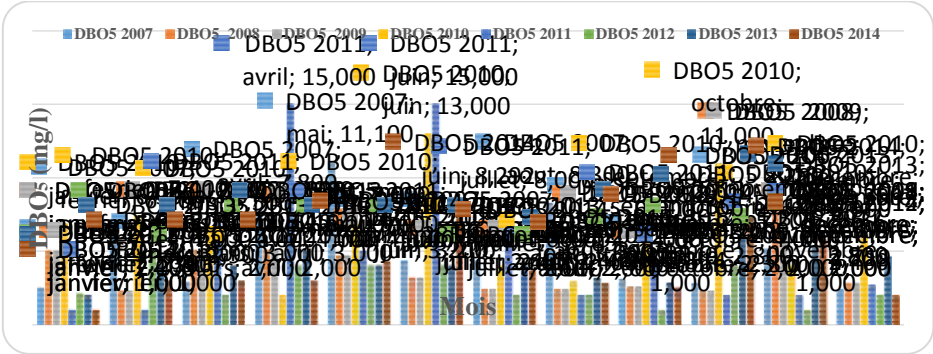
**i) Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

La DBO varie entre un maximum de 7,26 mg/l en mois de juin et un minimum de 3.06 mg/l en mois de janvier avec une moyenne annuelle de 4.52 mg/l. Cette variation est dépendante de l’activité microorganismes qui a besoin d’oxygène pour dégrader la matière organique.



**Figure 4.23.** Variation moyenne mensuelle de DBO<sub>5</sub> au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015

Selon la grille de **Boissonneault (2009)**, les variations de la DBO<sub>5</sub> des eaux du barrage sont normales.



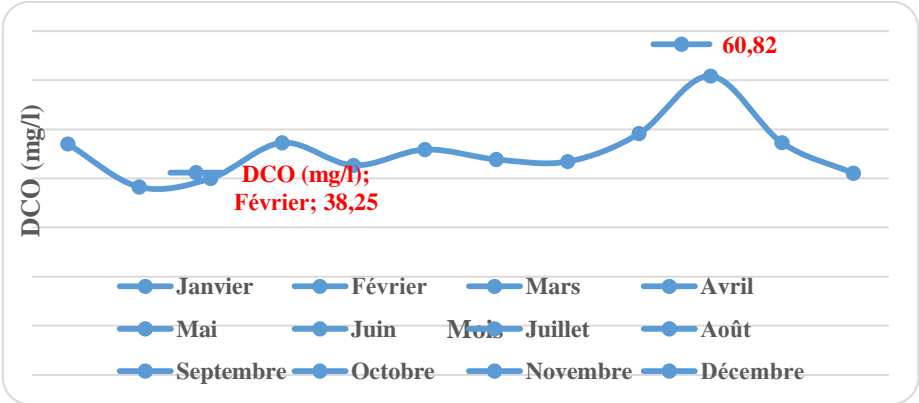
**Figure 4.24.** Variation moyenne de DBO5 au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2007 à 2014

En février 2007, la DBO est croissante et atteint son maximum en Mai (**11mg/l**), ensuite elle diminue. Durant l'année 2010, on observe des fluctuations importantes avec un maximum de **13mg/l** en Juin. C'est durant l'année 2011 que la demande biologique en oxygène atteint un maximum au mois d'Avril et Juin (**15mg/l**).

La DBO est très faible dans les autres années

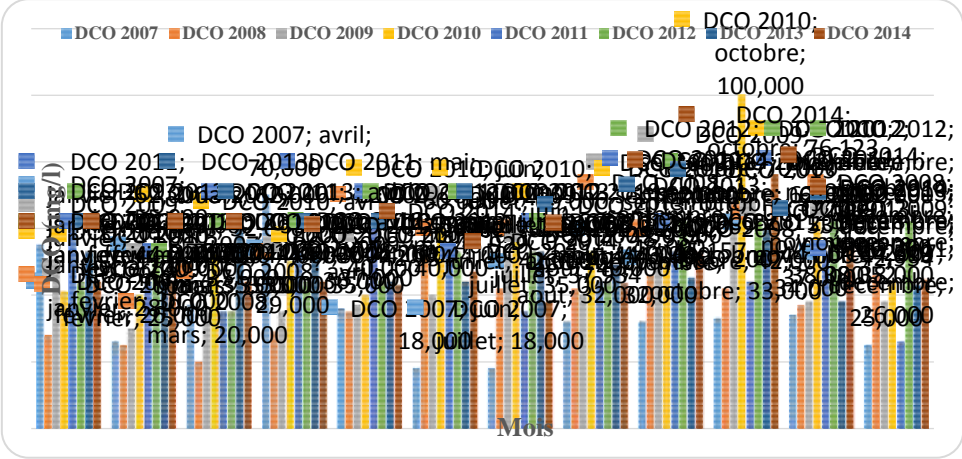
**j) Demande chimique en oxygène (DCO)**

La valeur moyenne de la DCO est de 45.54 mg/l, la plus forte moyenne **60.82mg/l** est relevée au mois d'octobre et la plus faible est observée au mois de Février avec un minimum de **38.25mg/l**. l'augmentation de ce paramètre pourrait être dû à l'apport important de la matière organique (Fig. 4.25).



**Figure 4.25.** Variation moyenne de DCO au niveau de barrage Beni durant la période allant de 2006 à 2015

On observe une chute de DCO dans l'eau du barrage durant les mois de janvier à mars et de octobre à décembre .cette chute pourrait être attribuée à une réduction de la charge des matières organique. Selon la grille de **Boissonneault (2009)**, les taux moyens de DCO sont importants.

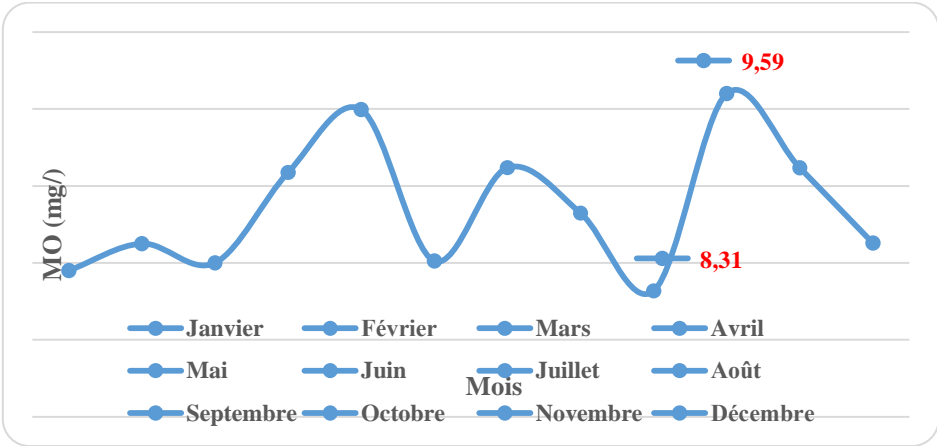


**Figure 4.26.** Variation moyenne de DCO au niveau de barrage Beni durant la période allant de 2007 à 2014

D'après l'histogramme de la figure 4.26 et selon la grille de **Boissonneault( 2009)**, c'est en 2010 que les concentrations de DCO sont les plus élevées et dépassent les normes.

**k) Matière organique (MO)**

Les valeurs de la matière organique obtenues s'étalent de 8.31 mg/l à 9.59 mg/l '(Fig. 4.27). Les valeurs de MO fluctuent durant cette dernière décennie avec une moyenne annuelle de 8,85mg/l.



**Figure 4.27.** Variation moyenne mensuelle de la matiere organique au niveau de barrage Beni Haroun durant la période allant de 2006 à 2015

Les valeurs de la matière organique obtenues s'étalent de 9.59 mg/l et 8.31mg/l les valeurs de MO sont plus au moins instable en fonction durant cette dernière décennie avec une moyenne annuelle de 8,85mg/l.

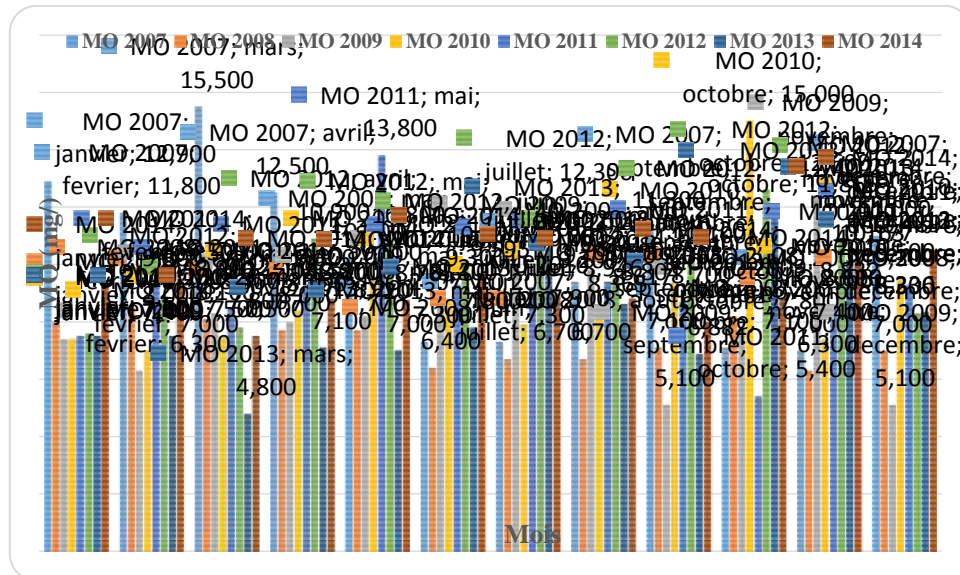


Figure 4.28. variation de la matière organique dans le barrage Beni Haroun pendant 2007-2014.

Les concentrations moyennes de la matière organique sont fortes en 2007 avec un maximum de 15.5 mg/l en Mars. Un taux maximum est aussi relevé en Octobre 2010 (15 mg/l).

### Conclusion

D'après l'analyse des données, on peut conclure que le climat de barrage Beni Haroun est du climat sec a chaud en été et humide froide en hiver. L'année 2012 est considérée comme l'année la plus chaude.

Selon la grille de **Boissonneault (2009)**, nous pouvons conclure que l'eau du barrage de Béni Haroun est de bonne qualité pour l'ensemble des paramètres étudiés selon le pH, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

### ➤ ACP sur les données réelles

Dans le but d'établir une relation entre les différents paramètres physico-chimiques et pour mieux évaluer l'effet des activités anthropiques sur la qualité des eaux de barrage Beni Haroun, nous avons commencé par une ACP sur l'ensemble des moyennes de moyennes mensuelles des paramètres physico-chimiques, (par exemple la moyenne de la température moyenne du mois janvier) en suivant les étapes décrites ci-dessous :

- **Détermination du nombre d'axes de l'analyse**

Comme nous l'avons décrit plus haut, après le traitement de nos données, et le choix d'une ACP normée, il nous reste à construire notre espace factoriel, pour se faire il faut commencer par choisir le nombre d'axes, et donc calculer les valeurs propres.

- **Valeur propre et représentation graphique**

Pour rappel, la valeur propre associée à un axe correspond à la fraction d'inertie qu'il retranscrit. Plus elle est élevée, plus le facteur est important dans la lecture des résultats. L'enjeu justement est de déceler à partir de quel stade l'information restituée peut être considérée négligeable.

XISTAT fournit le tableau des valeurs propres, avec le pourcentage d'inertie expliquée (individuelle et cumulée) par les axes. Un histogramme permet de situer leur décroissance (fig.4.30)

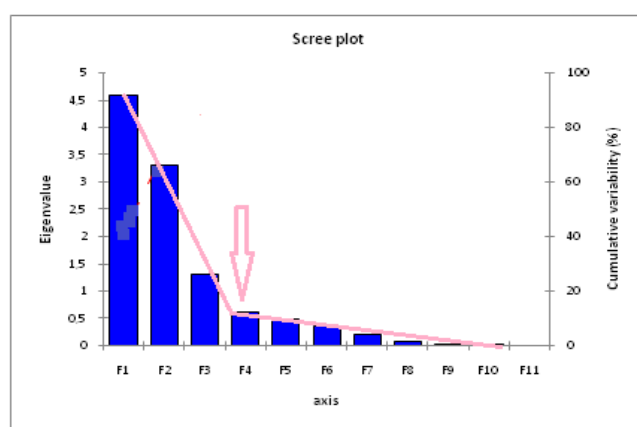


Figure 4.29. Scree plot pour les variables normées

Tableau 4.3. Valeurs propres, pourcentage et pourcentage cumulé de l'inertie expliquée

Axe	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
<b>Valeur propre</b>	4.37	2.85	1.35	1.07	0.60	0.34	0.23	0.09	0.07	0.03	0.00
<b>Variabilité (%)</b>	39.76	25.95	12.26	9.74	5.43	3.08	2.10	0.82	0.62	0.24	0.01
<b>% cumulé</b>	39.76	65.70	77.97	87.71	93.14	96.22	98.31	99.13	99.75	99.99	100.00

Pour compléter ce résultat, un graphique Scree plot (fig. 4.29) est proposé par XLSTAT. Car pour choisir les axes principaux Cattell (1966, 1977) propose d'étudier la courbe de décroissance des valeurs propres. L'idée est de détecter les « coudes » (les « cassures ») signalant un changement de structure. Cette méthode est appelée critère du coude.

Cette méthode est un peu compliquée à mettre en œuvre parce qu'elle est justement soumise à notre appréciation. La détection n'est pas toujours évidente. Il faut répondre à plusieurs questions : Où est situé le coude ? Est-ce qu'il est unique ? Est-ce que nous l'incluons ou pas dans la sélection ?

Dans notre Scree plot on remarque, qu'il y a manifestement un « coude » au niveau de la 4ème composante (fig. 4.29) Nous sélectionnerons donc quatre axes ( $k=4$ )

Pour les personnes qui ont du mal à se contenter d'un raisonnement basé sur des « impressions », d'autres outils sont disponibles, basés sur d'autres critères, on propose d'en citer les plus utilisés :

1. **Kaiser-Guttman**, un axe est pertinent si la valeur propre est supérieure à  $1/p$ .

La règle de Kaiser repose sur une idée simple. Dans une ACP normée, la somme des valeurs propres étant égale au nombre de variables, leur moyenne vaut 1. Nous considérons par conséquent qu'un axe est intéressant si sa valeur propre est supérieure 1. D'après ce critère nous devons retenir les trois premiers axes.

2. **Karlis. Saporta-Spinaki**, il corrige la règle précédente en introduisant une contrainte supplémentaire tenant compte du ratio « nombre d'observations / nombre de variables », très important pour la fiabilité des résultats de l'ACP.

On pense généralement que le seuil 1 est trop permissif c.-à-d. nous retenons plus d'axes factoriels qu'il n'en faut. Il n'est réellement fondé que si les variables sont fortement corrélées, autrement il faudrait le relever. Une règle plus restrictive consiste à le définir comme suit : moyenne des valeurs propres + 2 fois leur écart-type (Saporta, 2006 ; page 172). Elle rappelle la définition de la valeur critique d'un test unilatéral de conformité à 5%, où la statistique suit asymptotiquement une loi normale.

La règle d'acceptation devient maintenant :  $\lambda > 1 + 2\sqrt{\frac{p-1}{n-1}}$

Par rapport à la règle de Kaiser, elle est plus restrictive. Cela va dans le sens souhaité. Notons également qu'elle dépend du ratio « n:p », déterminant dans la qualité des résultats de l'ACP.

Dans notre exemple

$$1 + 2\sqrt{\frac{p-1}{n-1}} = 1 + 2\sqrt{\frac{12-1}{11-1}} = 3.09$$

Donc le critère de Kaiser nous conduit de retenir aussi un seul axe, mais n'oublions pas que dans notre première ACP, nous avons seulement pris les moyennes des moyennes mensuelles pour chaque paramètre, donc nous avons 12 individus pour 11 variable ( $n > p$ ).

### ➤ Corrélation des variables avec les facteurs et $\cos^2$

Pour mieux choisir le nombre d'axes, nous allons nous aider du tableau. 4.4 et le tableau. 4.5 le premier donne la corrélation des 11 variables physico-chimiques avec les facteurs, autrement dit le degré de liaison de la variable avec la composante le second nous donne le cosinus carrés des variables.

**Tableau 4.4.** Corrélation des variables avec les facteurs

Variable	F1	F2	F3	F4
<b>pH</b>	<b>0,763</b>	-0,299	-0,017	<b>0,509</b>
<b>CE(μS/cm)</b>	<b>-0,737</b>	-0,485	-0,112	-0,224
<b>O2d %</b>	<b>0,969</b>	0,165	-0,063	0,001
<b>NO3 (mg/l)</b>	-0,221	<b>0,795</b>	0,084	<b>0,495</b>
<b>NO2 (mg/l)</b>	<b>0,783</b>	0,402	-0,31	-0,282
<b>NH4 (mg/l)</b>	0,398	<b>0,621</b>	-0,246	<b>-0,43</b>
<b>PO4 (mg/l)</b>	-0,333	<b>0,8</b>	0,299	-0,074
<b>DBO5 (mg/l)</b>	<b>0,57</b>	0,297	<b>0,586</b>	0,156
<b>MO (mg/l)</b>	<b>0,521</b>	-0,15	<b>0,598</b>	<b>-0,462</b>
<b>DCO (mg/l)</b>	0,359	<b>-0,687</b>	0,434	-0,006
<b>T(°C)</b>	<b>0,808</b>	-0,313	-0,435	0,095

La qualité de représentation de la variable sur la composante est donnée par le  $\text{Cos}^2$  (le carré du coefficient de corrélation).

**Tableau 4.5.** Cosinus carrés des variables

Variable	F1	F2	F3	F4	F1+F2	F1+F2+F3
<b>pH</b>	<b>0,583</b>	0,09	0	0,259	67,22%	67,25%
<b>CE(μS/cm)</b>	<b>0,543</b>	0,236	0,013	0,05	77,89%	79,15%
<b>O2d %</b>	<b>0,939</b>	0,027	0,004	0	96,63%	97,03%
<b>NO3 (mg/l)</b>	0,049	<b>0,633</b>	0,007	0,245	68,14%	68,85%
<b>NO2 (mg/l)</b>	<b>0,613</b>	0,162	0,096	0,08	77,50%	87,09%
<b>NH4 (mg/l)</b>	0,158	<b>0,386</b>	0,06	0,185	54,37%	60,42%
<b>PO4 (mg/l)</b>	0,111	<b>0,64</b>	0,09	0,006	75,13%	84,10%
<b>DBO5 (mg/l)</b>	0,325	0,088	<b>0,344</b>	0,024	<b>41,30%</b>	75,69%
<b>MO (mg/l)</b>	0,271	0,023	<b>0,357</b>	0,214	<b>29,36%</b>	65,10%
<b>DCO (mg/l)</b>	0,129	<b>0,473</b>	0,189	0	60,18%	79,04%
<b>T(°C)</b>	<b>0,653</b>	0,098	0,189	0,009	75,02%	93,95%

La dernière colonne et l'avant dernière du tableau. 4.5 nous donne le cumul (le pourcentage de la qualité de représentation de chaque variable dans le nouveau plan choisi). On voit clairement que les variable DBO et MO ne sont pas bien représenté par le plan dans  $\text{IR}^2$  (plan factoriel composé des deux

premiers axes q=2), surtout MO 29,36%. Cependant on choisissant q=3, les pourcentages augmentent considérablement.

Le pourcentage de la contribution est donné par le tableau. 4.6, il indique l'influence de l'individu dans la définition du facteur (si on fait la somme par colonne, on retrouve 100%)

**Tableau 4. 6.**Contribution des variables

Variable	F1	F2	F3	F4
pH	13,32	3,14	0,021	24,178
CE(μS/cm)	12,421	8,258	0,928	4,669
O2d %	21,475	0,949	0,293	0
NO <sub>3</sub> (mg/l)	1,113	22,172	0,521	22,85
NO <sub>2</sub> (mg/l)	14,022	5,667	7,106	7,441
NH <sub>4</sub> (mg/l)	3,615	13,511	4,482	17,29
PO <sub>4</sub> (mg/l)	2,542	22,43	6,649	0,516
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	7,421	3,098	25,494	2,26
MO (mg/l)	6,196	0,793	26,493	19,959
DCO (mg/l)	2,954	16,559	13,981	0,003
T(°C)	14,92	3,422	14,031	0,834

**Le critère du coude nous avait conduits à retenir les quatre premiers axes, celui de Kaiser-Guttman les trois premiers axes, que choisir alors ?**

Les 3 premiers axes sont incontestables. Le 5ème et les suivants, nous les avons éliminés. Reste le 4ème. Mais comme on peut voir clairement dans le tableau. 4.5 il n'apporte pas trop d'information pertinente (conditionnellement aux 3 premiers axes il n'y a pas de corrélation significative avec le pH qui est la seule variable représenté par le 4eme axe qui donne 25% de l'information sur le pH). Cela ne veut pas dire que le pH n'est corrélé à aucune autre variable car dans le tableau. 4.4 la liaison est mesurée en contrôlant l'effet des 3 premiers facteurs.

### Conclusion

Il est préférable de retenir 3 axes ce qui représente presque 78% de l'inertie totale. De ce fait on ne négligera pas l'information apporté par l'axes 3 est qui porte surtout sur les deux paramètres DBO<sub>5</sub> et MO qui sont linéairement corrélé, ce qui va être confirmé dans la suite par le cercle de corrélation F1 avec F3 (figure. 4.32) (car le tableau. 4.5 nous axe3 nous donne la corrélation en éliminant l'effet des 3 premiers facteurs).

### ➤ Corrélation entre les variables

La matrice des corrélations brutes montre la relation entre les variables. Assez difficile à lire lorsque nous traitons un grand nombre de variables. XSLSTAT représente en gras les corrélations significatives au seuil de 5%, comme on peut le voir dans le tableau suivant :

**Tableau 4. 7.** Matrice de corrélation.

Variables	T (°C)	pH	CE (µS/cm)	O <sub>2</sub> d %	NO <sub>3</sub> (mg/l)	NO <sub>2</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> (mg/l)	PO <sub>4</sub> (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	MO (mg/l)	DCO (mg/l)
<b>T(°C)</b>	<b>1</b>										
<b>pH</b>	<b>0,682</b>	<b>1</b>									
<b>CE(µS/cm)</b>	-0,392	-0,037	<b>1</b>								
<b>O<sub>2</sub>d %</b>	<b>0,776</b>	<b>0,593</b>	<b>-0,607</b>	<b>1</b>							
<b>NO<sub>3</sub>(mg/l)</b>	-0,471	<b>-0,612</b>	-0,405	0,01	<b>1</b>						
<b>NO<sub>2</sub>(mg/l)</b>	<b>0,638</b>	0,196	-0,477	<b>0,799</b>	0,025	<b>1</b>					
<b>NH<sub>4</sub>(mg/l)</b>	0,267	0,116	-0,435	<b>0,636</b>	0,36	0,449	<b>1</b>				
<b>PO<sub>4</sub>(mg/l)</b>	<b>-0,714</b>	<b>-0,708</b>	0,122	-0,452	<b>0,685</b>	-0,384	0,188	<b>1</b>			
<b>DBO(mg/l)</b>	0,073	0,293	-0,37	0,492	0,383	0,038	<b>0,685</b>	0,284	<b>1</b>		
<b>MO(mg/l)</b>	0,449	<b>0,731</b>	0,031	0,355	<b>-0,653</b>	0,195	0,05	<b>-0,65</b>	0,052	<b>1</b>	
<b>DCO(mg/l)</b>	0,339	<b>0,718</b>	0,426	0,172	<b>-0,592</b>	-0,022	-0,186	<b>-0,63</b>	-0,171	0,539	<b>1</b>

Nous constatons que nous avons une corrélation significative de la température avec O<sub>2</sub>d, NO<sub>2</sub> et PO<sub>4</sub>. La corrélation est positive entre température et O<sub>2</sub>d, NO<sub>2</sub> (plus la température est élevée, plus l'O<sub>2</sub>d est élevé de même pour NO<sub>2</sub>, tandis qu'avec le PO<sub>4</sub> elle est négative.

En théorie la solubilité de l'oxygène dans l'eau est inversement proportionnel à la température. Les fluctuations des taux de saturation en oxygène peuvent être expliqués en partie par le fait les relevés des concentrations de l'oxygène dissous n'ont pas été effectués à la même heure. En effet, les mesures sont biaisées car elles ont été réalisées tôt le matin durant la période estivale et l'après-midi durant l'hiver.

Une corrélation de pH avec NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, MO et DCO. Plus le pH est important, plus la MO et DCO sont importants contrairement au NO<sub>3</sub> qu'il est négative.

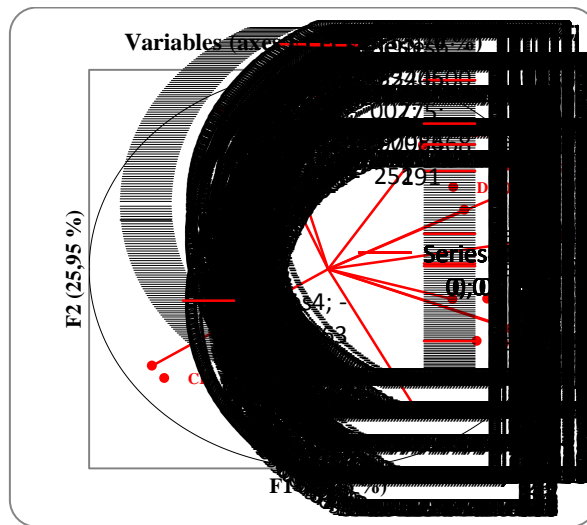
Nous avons une corrélation positive de l'O<sub>2</sub>d avec NO<sub>2</sub> et NH<sub>4</sub>. Plus l'O<sub>2</sub>d est élevée, plus le NO<sub>2</sub> et NH<sub>4</sub> sont élevés.

L'augmentation de PO<sub>4</sub> et la diminution de MO et DCO due à la corrélation positive de NO<sub>3</sub> avec PO<sub>4</sub>, tandis qu'avec le MO et DCO elles sont négatives.

Nous constatons que nous avons une corrélation significative de NH<sub>4</sub> avec DBO<sub>5</sub>. La corrélation est positive entre NH<sub>4</sub> avec DBO<sub>5</sub> (plus le élevée, plus la DBO<sub>5</sub> est élevée), nous constatons aussi une corrélation significative de PO<sub>4</sub> avec MO et DCO, La corrélation est négative entre MO et DCO (plus la PO<sub>4</sub> augmente plus la MO et DCO diminuent)

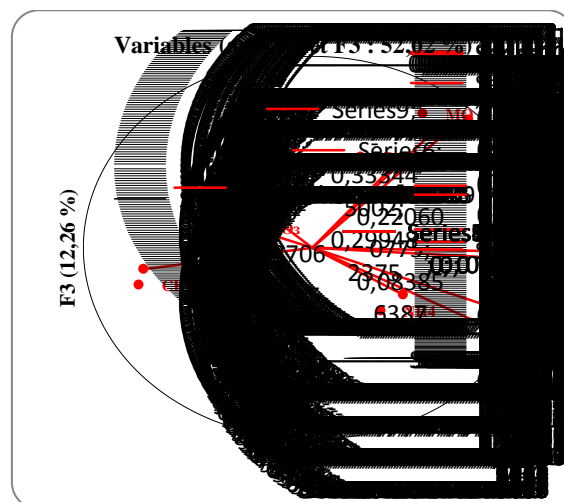
### ➤ Représentation graphique & Cercle de corrélation

**Le cercle de corrélations** sert à obtenir une vue synthétique du positionnement des variables par rapport aux axes et a mieux visualiser les corrélations données par le tableau. 4.7



**Figure 4. 30.** Configuration de la première et deuxième composante de l'ACP.

On voit clairement dans la figure. 4.30 que La composante principale F3 est définit par une relation positive et significative entre DBO<sub>5</sub> (0.586) et MO (0.598), (dans le cercle, elles sont presque superposée). Ce qui signifie que l'axe F3 est définit par un gradient de pollution.



**Figure 4. 31.** Configuration de la première et troisième composante de l'ACP.

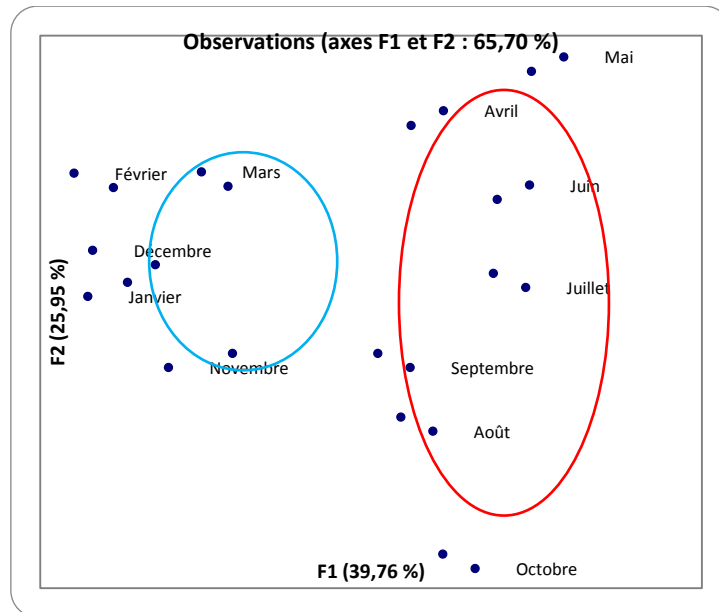


Figure 4.32. Nuage de point des individus

On distingue clairement dans le nuage de point deux grands ensembles, nous avons d'un côté les mois Nov-Déc-Jan-Fév-Mars et avril et qui semblent être assez proches et de l'autre côté le reste qui peut être considéré comme un ensemble tout entier où qui peut être subdivisé.

Ce graphe, nous conforte dans l'idée que nous avons deux saisons distinctes. Mais le plus important est de constater que la période sèche semble être plus importante (7 mois).

Pour compléter ses résultats et en se basant aussi sur la conclusion de l'analyse univariée (voir section. 4.1.4), on se propose de faire une classification hiérarchique Ascendante (CHA), des mois en se basant sur la similarité et la dis-similarité des paramètres physico-chimiques. Mais avant nous allons définir brièvement la CAH.

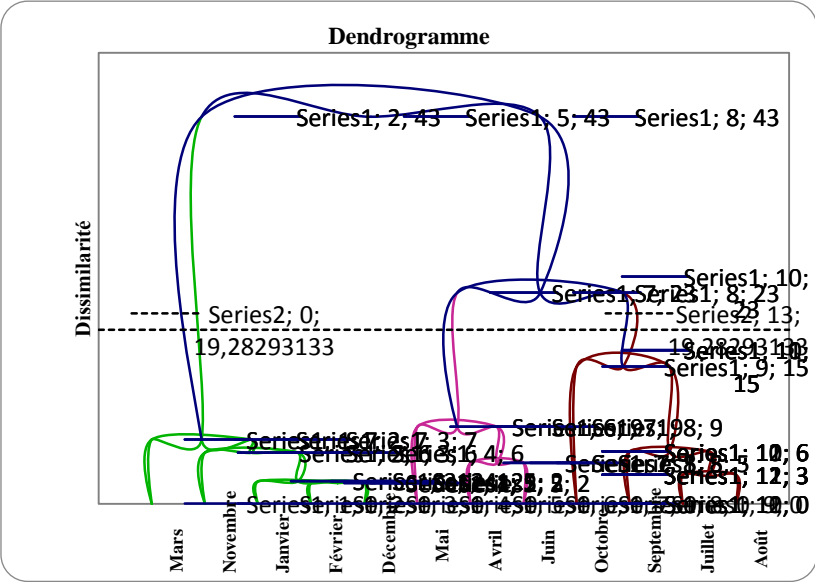
#### 4.1.4.2. Classification ascendante hiérarchique (CHA)

C'est une méthode qui aide à faire une représentation schématique simple d'un tableau de données complexe à partir d'une typologie (segmentation), c'est à dire d'une partition des  $n$  individus dans des classes, définies par l'observation de  $p$  variables. La CAH est une méthode itérative :

Au départ chaque objet représente un groupe.

A chaque étape est construite une nouvelle partition de moins en moins fine, contenant une classe de moins à chaque étape. A la première étape, on regroupe les deux objets les plus proches et on ne dispose plus alors que de  $n-1$  classes.

Cette méthode aboutit à un emboîtement de partitions visualisé graphiquement par un arbre hiérarchique indicé (dendrogramme). On regroupe à chaque étape les 2 objets ou les 2 groupes d'objets dont la ressemblance est la plus forte, comme on peut le voir dans la figure suivante :



**Figure 4. 33.** Classification ascendante hiérarchique des moyennes des moyennes mensuelles (sur 7 ans)

La figure. 4.33. Nous donne la classification hiérarchique de nos données et elle est complétée par le tableau suivant :

**Tableau 4. 8.** Résultat de l'CHA pendant 2007-2014.

Observation	Classe
Janvier	1
Février	1
Mars	1
Avril	2
Mai	2
Juin	2
Juillet	3
Août	3
Septembre	3
Octobre	3
Novembre	1
Décembre	1

Comme on peut le voir clairement dans la figure. 4.32 et le tableau. 4.8 La classification en fonction des paramètres physico-chimiques nous donne trois sous classe. Mais en regardant bien, on distingue à la fin deux grandes classes (importantes). Ce qui peut être interprété comme deux grandes périodes saisonnières à savoir :

- **La période humide** (en bleu dans le tableau. 4.8) : Janvier, Février, Mars, Novembre et Décembre
- **période sèche** : Avril, Mai, Juin, Juillet, Aout, Septembre et Octobre. où nous avons 2 sous classes, nous avons un comportement similaires pour les mois de Avril, Mai et juin la 1ere sous classe ; même chose pour les mois Juillet, Aout, Septembre et Octobre

Ces résultats confirment notre hypothèse, et les questions qui se posent maintenant sont :

- **Est-il préférable de faire une ACP pour chaque saison a part ou non ?**
- **Les paramètres ont-ils un comportement (ou une influence) différents (es) lors des saisons ?**
- **Travailler avec toute la base de données est plus significative que sur les moyennes ou non ?**

Puisque ces question sont plus rigoureux on propose de faire d`autre analyse pour plus d`information.

## Partie 2 : Gestion des plans d'eau

L'Algérie dispose de 84 barrages avec une capacité globale de 9 milliards m<sup>3</sup> et les retenues collinaires d'une capacité de 50 millions m<sup>3</sup>, seront affectés au secteur de la pêche dans la perspective de développer la production aquacole. Il est même question d'aménagement d'étangs au niveau des écloséries ainsi que l'entrée en activité de quatre centres de pêche, ce qui permettra, aux filières de la pêche continentale et l'aquaculture d'eau douce, d'énormes possibilités.

Le barrage Béni Haroun est le plus important et le plus grand barrage en Algérie avec une capacité de 960 millions de mètres cubes, une gestion efficace permettrait de tirer profit du fort potentiel que recèle ce barrage en matière de ressources vivantes. C'est donc un barrage multifonction : alimentation en eau potable des populations, irrigation des cultures, production piscicole et dans une future proche activité touristique (l'organisation de concours de pêche continentale et qui donnera lieu à des dégustations de poissons pêchés sur ce plan d'eau, ainsi qu'à des compétitions de sports nautiques).

Bien que dans le cadre de cette étude les eaux de ce barrage soit de bonne qualité, toutes ces activités engendreront forcément une pollution qui pourrait avoir des effets négatifs sur la qualité de l'eau, les espèces aquatiques, la flore et la faune terrestre.

C'est dans ce contexte que nous proposons dans ce qui suit une série de mesure à appliquer pour garantir une production optimale dans le cadre d'un environnement durable.

De nouvelles espèces « à forte valeur marchande » doivent être intégrées dans le cadre du développement de la pêche continentale. Il s'agit, entre autres, du sandre, du mulot, de la carpe commune, de la truite et du black-bass. Ce dernier (appelé aussi perche noire), est à la fois demandé sur le marché tout en étant un prédateur du carassin dont la population boudée par les pêcheurs s'est reproduite d'une manière intensive.

Construction de stations d'épuration des eaux usées pour réduire la quantité de matières organiques déversées, notamment dans le barrage de Béni Haroun,

Toiletage du barrage, d'ailleurs des actions de nettoyage dans le cadre de l'opération nationale "**barrages et ports bleus**" sont programmées durant cette année.

Ensemencement des larves de poissons de façon régulière pour prévenir le dépérissement.

Création d'une association nationale de la pêche continentale, pour promouvoir les activités nautiques et jouer le garde-fou et participer à la lutte contre la pollution. L'association Nour Beni Haroun avait débarrassé, en mars dernier, des milliers de bouteilles en plastique qui les avaient envahies, en marge d'un concours de pêche de loisirs initié par la station locale de pêche et des ressources halieutiques.

Encadrement des activités agricoles car des bancs entiers de poissons meurent régulièrement en raison de la présence persistante d'une molécule de synthèse appelée Dursban, utilisée par les éleveurs et les agriculteurs,

Construction d'un port de pêche « embarcadère » pour encadrer les activités pêche, avoir des statistiques réelles sur la production piscicole au niveau de ce barrage et assurer ainsi une traçabilité. D'ailleurs une étude économique et juridique a été initiée par Attar en 2015, il en ressort une assise pour la création d'un petit équipement portuaire et un centre de pêche dans la commune de Sidi Marouane, wilaya de Mila.

Par ailleurs, d'après l'agence nationale des barrages, un plan de gestion sous le titre « **venez investir à Mila** autour du barrage Beni haroun ». En effet, La wilaya de Mila met à la disposition des investisseurs 14 sites dans les communes situées aux tours du barrage Beni Haroun, pour renforcer l'activité touristique. Parmi les propositions de projet faites, nous pouvons citer:

- Hôtellerie
- Parc aquatique
- Complexe sportif
- Espace d'accueil et de détente
- Port de détente
- Aires de détente
- Zoo
- Piscine
- Projet verts
- Centre de pêche continentale
- Centre médico-sportif

#### 4.2.1. Données générales sur les poissons à forte valeur marchande, ensemencés dans ce barrage:

##### ➤ **BLACK BASS :**

**Nom scientifique :** *Micropterus salmoides*

**Famille :** Centrarchides

##### • **Mode de vie et reproduction**

Importé en France en 1890, ce poisson originaire du continent nord-américain a gagné bien vite toutes les rivières et les plans d'eau de nos régions. C'est un poisson bien recherché par les pêcheurs sportifs, notamment pour sa ruse et sa combativité lorsqu'il est capturé.

Il préfère les eaux calmes où il vit en bancs, près de la surface. Carnassier, il se nourrit d'insectes, de têtards et de poissons. La maturité sexuelle est atteinte dans la 3ème ou 4ème année. Le black-bass fraie au printemps (avril à juin) sur un nid de gravier que le mâle a creusé et qu'il garde jusqu'à ce que les alevins le quittent, 1 mois environ après la ponte.

##### • **Production piscicole**

Le black-bass est parfois utilisé comme poisson carnassier d'accompagnement en pisciculture extensive en étang. Sa production est donc très faible.

Il fait cependant l'objet d'un intérêt croissant de la part des producteurs qui voient en lui une espèce possible pour diversifier les productions traditionnelles.



**Figure. 4.35.** *Micropterus salmoides*

##### • **Taille**

Moyen : 30cm

Gros : 60 cm

##### • **Callibrage**

Classique : 0,5 à 1 kg

Maxi : 3,5 kg

- **Qualités nutritives**

Protéines:27%

Lipides:2%

Valeur énergétique 100 kcal/100 g

➤ **TRUITE ARC-EN-CIEL :**

**Nom scientifique :** *Onchorhynchusmykiss*

**Famille :** Salmonides

- **Mode de vie et reproduction**

Originnaire d'Amérique du Nord, la truite arc-en-ciel a été largement introduite au XIX<sup>ème</sup> siècle dans toute l'Europe où elle se maintient naturellement dans quelques régions seulement. Son intérêt économique est très important puisque cette espèce est présente dans de nombreuses piscicultures où son élevage est bien maîtrisé. La France, avec 40 000 tonnes annuelles, en est le premier producteur mondial.

La truite vit dans les eaux bien oxygénées et froides.

Elle se reproduit naturellement d'octobre à mars, mais en élevage il est possible de décaler les pontes de manière à échelonner les productions.

Les jeunes poissons se nourrissent d'invertébrés et les adultes rajoutent à ce régime la consommation de poissons de petite taille.

- **Production piscicole**

La truite arc-en-ciel est abondamment élevée en pisciculture pour satisfaire la demande de 2 marchés :

le repeuplement de rivières et plans d'eau pour la pêche de loisir

- **La consommation**

Le cycle de production dure de 9 à 18 mois selon la température de l'eau, pour des poissons portions de 200 à 250 g. Il faut de 18 à 24 mois pour obtenir une truite de 1 kg et plus, appelée grande truite ou truite familiale.

Sa chair ferme et blanche peut prendre une teinte rose plus ou moins soutenue en fonction de l'alimentation que la truite va recevoir.



Figure. 4.36. *Onchorhynchusmykiss*

- **Taille**

Commune : 25 cm

Maximale : 40 - 50 m

- **Calibrage**

Moyen : 200 à 250 kg

Gros: 1 kg et plus

Filet : 600 à 800 g

- **Mode de cuisson**

La truite est un poisson de grande qualité diététique.

Fumée entière ou en filets, poêlée, en papillote, farcie ou au grill, en délicieux tartares ...

- **Qualités nutritives**

Protéines : 20 %

Lipides : 3 % mais surtout des acides gras polyinsaturés

Valeur énergétique : 100 à 150 kcal/100 g

***Conclusion  
générale***

## Conclusion générale

Dans le présent travail, nous avons choisi le barrage de Béni Haroun vu ses multiples fonctions à savoir l'alimentation en eau de plusieurs régions limitrophes de la wilaya de Mila, notamment les wilayas de Jijel, Constantine, Oum el bouaghi, Batna et Khenchla, l'irrigation de plus de 400000 ha et surtout ses grandes potentialités en terme de production piscicole.

Nous avons évalué dans un premier temps la qualité physico-chimique des eaux de ce barrage à travers une étude expérimentale qui a été effectuée durant l'année en cours et surtout grâce à l'analyse des données de cette dernière décennie (2006-2015) de 11 paramètres physico-chimiques ; pour ensuite faire une proposition d'un programme de gestion des plans d'eau.

De cette étude, il en ressort :

- Les valeurs moyennes de la température des eaux sont saisonnières, elles suivent celles du climat de la région qui est sec et chaud en été, humide et froid en hiver. L'année 2012 est considérée comme l'année la plus chaude. Ces résultats sont confortés avec ceux obtenus en utilisant la Classification hiérarchique ascendante (CHA). La période humide correspond au mois de janvier, février, mars, novembre et décembre et la période sèche est représentée par les mois: avril, mai, juin, juillet, août, septembre et octobre, avec 2 sous-classes, nous avons un comportement similaires pour les mois d'avril, mai et juin la 1<sup>ère</sup> sous classe et une seconde pour les mois de juillet, août, septembre et octobre
- Les valeurs moyennes du pH sont assez stables durant août, septembre, octobre et novembre pour la période allant de 2007 à 2015. Ces taux moyens répondent aux exigences requises pour l'utilisation de ces eaux pour l'alimentation humaine, l'irrigation des cultures et la pisciculture
- La conductivité électrique présente des variations irrégulières et selon la grille de Boissonneault (2009) nous pouvons conclure que les eaux du barrage de Beni Haroun possèdent une minéralisation moyenne à importante
- En théorie, la solubilité de l'oxygène dans l'eau est un paramètre qui est inversement proportionnel à la température, plus celle-ci est faible, plus la solubilité de l'oxygène est importante et plus la résistance physiologique des organismes aquatiques sera élevée. Les fluctuations des taux de saturation en oxygène peuvent être expliqués en partie par le fait les relevés des concentrations de l'oxygène dissous n'ont pas été

effectués à la même heure. En effet, les mesures sont biaisées car elles ont été réalisées tôt le matin durant la période estivale et l'après-midi durant l'hiver.

- Selon la grille de Boissonneault (2009), la concentration en nitrite des eaux du barrage répondent aux normes durant les 7ans.
- Les taux des nitrates sont largement supérieurs à ceux des nitrites et selon la grille de **Boissonneault (2009)**, ces taux restent inférieurs aux normes.
- Les taux en ammonium croient progressivement durant la période printanière. Cette élévation en ammonium est due à la décomposition de la matière organique par les bactéries
- En générale les quantités décelées en orthophosphates sont très faibles dans l'ensemble des stations avec une moyenne mensuelle de 0,19 mg/l et un maximum 0,29 mg/l enregistrées au mois de février.
- Les variations de la DBO<sub>5</sub> des eaux du barrage sont normales. Elles sont dépendantes de l'activité microorganismes qui ont besoin d'oxygène pour dégrader la matière organique.
- Les taux moyens de la DCO sont importants, c'est en 2010 que les concentrations de DCO sont les plus élevées et dépassent les normes
- Les valeurs de MO fluctuent durant cette dernière décennie avec une moyenne annuelle de 8,85mg/l.

Selon la grille de **Boissonneault (2009)**, nous pouvons conclure que l'eau du barrage de Béni Haroun est de bonne qualité pour l'ensemble des paramètres étudiés.

Néanmoins, l'analyse de l'influence de ces paramètres les sur les autres par ACP n'est pas concluante, à l'avenir il serait intéressant d'utiliser d'autres méthodes statistiques telles que la régression multiple et l'AFC.

Bien que les eaux de ce barrage soient de bonnes qualités, les risques de pollution ne sont pas à écarter, d'autant plus cette région est très convoitée par d'autres activités telles que l'agriculture, l'industrie et le tourisme.

Par ailleurs, les projets de développement piscicole continental en Algérie se heurteront d'abord au régime foncier des terres avoisinant les barrages pourvoyeurs d'eau. La bonne pratique reste à définir, juridiquement notamment, en matière de dimensionnement et de localisation des installations, malgré la mise en place d'un arsenal législatif qui précise effectivement les interdictions, mais ne fait aucune mention d'une stratégie de développement.

*Références  
bibliographiques*

- ANBT, (2015).** Rapport interne sur le barrage de Béni Haroun. Agence Nationale des Barrages et Transfert, 34 p.
- BANGKOK.G. (2000).** Déclaration 1 conférence sur le développement de l'aquaculture au troisième millénaire.
- BARNABE.G. (1989).** L'aquaculture - volume 1-2<sup>ème</sup> éd. Paris : Tech et Doc. 564p.
- BARROIN.G. (1999).** Limnologie appliquée au traitement des lacs et des plans d'eau. Paris. J.N.R.A. Thonon-les bains, 119p.
- BELAYACHI.F. (2014).** Etude de l'intérêt *Dunaliella salina* (micro algue halophile) sur la culture de l'artémie en Ornaï. Mémoire mastère. Faculté d'agronomie, département des sciences d'agronomie et des forêts, Tlemcen, p 9-10.
- DIEUZEDE.R. (1927).** L'oued Réghaïa. Bull. Stat. Aqua. Pêche Castiglione, Fascicule 2. 169p.
- DUSSART.B. (1996).** Limnologie: l'étude des eaux continentales, éditions Gauthier-Villars. Paris , 676 p.
- ECHENFELDER.W. (1982).** Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Paris. Technique de française, 173p
- FAO. (2006).** La Situation Mondiale des Pêches et de l'aquaculture, Rome.
- FAO. (2008).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2007, Rome.
- FAO. (2010).** Production aquacole et pêche continentale, Rome.
- FAO. (2012).** Situation mondiale de la pêche et de l'aquaculture, Rome.
- ITILIS.A. (1982).** Peuplement algaux des rivières de côte d'ivoire. Rev. Hydrobio. Trop , p241-251
- KOUILI.N. (2014).** Etude des paramètres physico-chimique du barrage de Bouroumi (wilaya de Mila).Mémoire d'ingénieur en aquaculture, ENSMAL, Alger, 110p.
- LACAZE.J. (1996).** L'eutrophisation des eaux marines et continentales : causes manifestation, conséquences et moyen des luttés. Paris : Ellipse, 191p.
- MARTIN.G. (1979).** Le problème de l'azote dans les eaux. Technique et documentation. Paris. Lavoisier, 279p
- MAYZOU.D.P et al. (1973).** Respiration et excrétion azotée du zooplancton d'évaluation des niveaux métabolique de quelques espèces de la mediterraneoccidentale, 110p.
- MERABET.S. (2010).** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux brute et distribuées du barrage réservoir de Beni Haroun. Mémoire de Magister, Faculté de science exacte, Département de chimie, Constantine, p 3-28.

**RODIER .J. (1996).** L`analyse de l`eau: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8<sup>ème</sup> éd. Paris : Dunod, p23-40.

**RODIER. J. (2005).** L`analyse de l`eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer, 9<sup>ème</sup> éd. Paris : Dunod, 138p.

**SERIDI .F. (2011).** L`aquaculture en Algérie, évolution état actuel et essai d`analyse de durabilité, p16-18.

**SEURAT.G. (1931).** Le VIIème Congrès International D`aquaculture Et De La Pêche, 2<sup>ème</sup>éd. Fascicule Station Castiglione, p141-142.

**SEVERRAIN.J et al. (1995).** Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Paris : Tec et doc, 118p.

**THEVENIN.J. (1939).** Empoissonnement des grands barrages, réservoirs d`Algérie : introduction de truite arc en ciel (*Salmo Irideus Gibbous*) dans les lacs du Ghrib, 75p.

**UICN. (2007).** Interaction entre l`aquaculture et l`environnement.

Listes des cites

<http://www.arnaud.martin.free.fr/Doc/polyAD.pdf>

<http://www.math.univ-angers.fr/~labatte/enseignement%20UFR/masterTVPS/cm2010M2.pdf>

<http://www.deenov.com/Data/Sites/1/docs/acp-tutoriel.pdf>

<http://emmanuel.perinel.perso.sfr.fr/M2AD/Cours%201%20-%20ACP.pdf>

<http://www.math.univ-angers.fr/~labatte/enseignement%20UFR/masterTVPS/cm2010M2.pdf>

<http://emmanuel.perinel.perso.sfr.fr/M2AD/Cours%201%20-%20ACP.pdf>

<https://www.google.dz/search?q=Evolution+de+la+production+aquacole+mondiale+par+groupes+d%E2%80%99esp%C3%A8ces+1970->

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Sidi\\_M%C3%A9rouane](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sidi_M%C3%A9rouane)

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Chigara>

<http://www.adapra.org/Especies-aquatiques/Truite-Arc-en-Ciel.html>

<http://www.adapra.org/Especies-aquatiques/Black->

[bass.htmlhttp://www.statelem.com/analyse\\_en\\_composantes\\_principales.php](bass.htmlhttp://www.statelem.com/analyse_en_composantes_principales.php)

# Annexe

## ANNEXE 1:

**Tableau AN 1.1.** Opérations de repeuplement effectuées de 1982 à 2012 : Quantité et lieu de diversement :

Année	Wilaya	Plan d'eau	Espèce	quantité	Stade
1982	Bechar	DjorfTorba	C.C	3000	Alevin
	Tizi Ouzou	R.C Draa el mizane	C.C	10 000	Alevins
		Boukhalfa	Black bass	500	Juvenile
	Tlemcen	Bnibahdel	Black bass	2000	Juvenile
1983	Relizane	Sidi abed	Gambuse	3000	Adulte
			C.C	2000	Alevins
1985-1986	Ain defla	Ghrib	Sandre	30	Reproducteurs
	Skikda	Zardesas	Sandre	1 500 000	Alevins
	Relizane	R.C Merdjet El Amel	C. R	3025000	Alevins
			C.A	50 000	Alevins
			C.B	4 000 000	Alevins
		Sidi m'hamed Ben Aouda	C.R	500 000	Alevins
			C.A	100 000	Alevins
			C.B	150 000	Alevins
	Khenchela	Foumelghiss	C.R	400 000	Alevins
			C.A	50 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
	Biskra	Foumgherza	C.R	400 000	Alevins
			C.A	1 500 000	Alevins
			C.B	1 500 000	Alevins
	Tiziouzou	R.C Draa el mizane	Sandre	500 000	Alevins
	Sétif	R.C Arnat	C.A	270 000	Alevins
			C.B	270 000	Alevins
			C.H	360 000	Alevins
		R.C Ouricia	C.A	180 000	Alevins
			C.B	180 000	Alevins
C.H			180 000	Alevins	
R.C Lemhari		C.A	180 000	Alevins	
		C.H	180 000	Alevins	
		C.B	180 000	Alevin	
1985-1986	Msila	Ksob	C.R	100 000	Alevin
			C.A	50 000	Alevin
			C.B	90 000	Alevin
	B.B.A	Ain zada	C.A	50 000	Alevin
C.B			450 000	Alevin	

			C.H	100 000	Alevin
			C.H	1 405 000	Alevins
	El tarf	Lac obeira	C.R	2 000 000	Alevin
			C.A	1 500 000	Alevin
			C.B	200 000	Alevin
			Sandre	1 000 000	Alevin
		Cheffia	C.R	180 000	Alevin
	Boumerdes	R.C naciria	C.R	39	Géniteurs
		R.C sidi daoud	Sandre	500 000	Alevin
		R.C Cap djenet	C.R	2 300 000	Alevin
			Sandre	1 500 000	Alevin
			C.H	1 000 000	Alevin
1988	Bechar	Djorftorba	Poisson chat	30	Reproducteur
	Boumerdes	R.C naciria	Brochet	5 nids	Œufs
1991	El tarf	Lac obeira	C.A	1 198 400	Alevin
			C.B	504 000	Alevin
	Skikda	Barraka	C.A	640 000	Alevin
			C.B	220 000	Alevin
	Relizane	S.M.B.A	C.A	70 000	Alevin
			C.B	280 000	Alevin
		Gargar	C.A	789 600	Alevin
			C.B	576 800	Alevin
		Mardjet el amel	C.A	999 600	Alevin
C.B			674 000	Alevin	
1999	Tipaza	Boukerdene	C.R	5000	Alevins
	M'sila	Elksob	C.R	4000	Alevins
	Bejaia	Emda-kharata	C.R	6000	Alevins
	Tizi-ouzou	ITMA	C.R	3000	Alevins
	Adrar				
	Boumerdes	R C OuedMoussa, OuedBouchakour	C.R	2000	Alevins
	Tebessa	R C OuledmellakRC Ras El Ayoun	C.R	1000 2000	Alevins
	Ain temouchent	R C OuledkehalOuledelhalouf, sidi amour	C.R	7500	Alevins

2001	Guelma	Hammam debagh	C.A	750 000	Larve
			C.H	450 000	Larve
		Gueffla	C.A	100 000	Alevin
		Mdjes el bgar	C.A	100 000	Alevin
	Souk ahras	Ain delia	C.A	1 050 000	Larve
			C.H	450 000	Larve
	Tipaza	Reserve de chasse zeralda	C.A	6	Géniteurs
			C.H	3	Géniteurs
		Boukerdene	C	90 000	Larves
			Mulet	2500	Alevin
	Ain defla	Moustakbel	C.A	1 950 000	Alevin
			C.H	450 000	Alevin
		Ghrib	C.R	250 000	Larve
		Derdeur	Mulet	2000	Alevins
	Relizane	Sidi abed	C.A	1 350 000	Larve
			C.H	450 000	Larve
		Gargar	C.A	1 350 000	Larve
			C.H	450 000	Larve
	Mascara	Bouhnifia	C.A	450 000	Larve
			C.H	150 000	Larve
	Boumerdes	Kedara	C.A	300 000	Larve
			C.H	300 000	Larve
	S.belabbes	Sarno	C.A	450 000	Larve
			C.H	150 000	Larve
		Lac SBA	C.A	450 000	Larve
			C.H	150 000	Larve
	B.B.A	Ain zada	C.A	900 000	Alevin
			C.H	450 000	Alevin
	Jijel	Erraguene	C.A	6 000	Alevin
	Béjaia	Ighilemda	C.A	5 000	Alevin
	Tiziouzou	Boukhalfa	C.A	7	Géniteur
			C.H	3	Géniteur
	Taksebt	C.R	500	Alevin	
Skikda	Guenitra	C.A	1 050 000	Alevin	
		C.H	450 000	Alevin	
	Babar	C.R	50 000	Alevin	
Chlef	Sidi yakoub	C.A	1 050 000	Larve	
		C.H	450 000	Larve	
El tarf	Cheffia	Mulet	96 000	Alevin	
	Mexna	Mulet	8 000	Alevin	

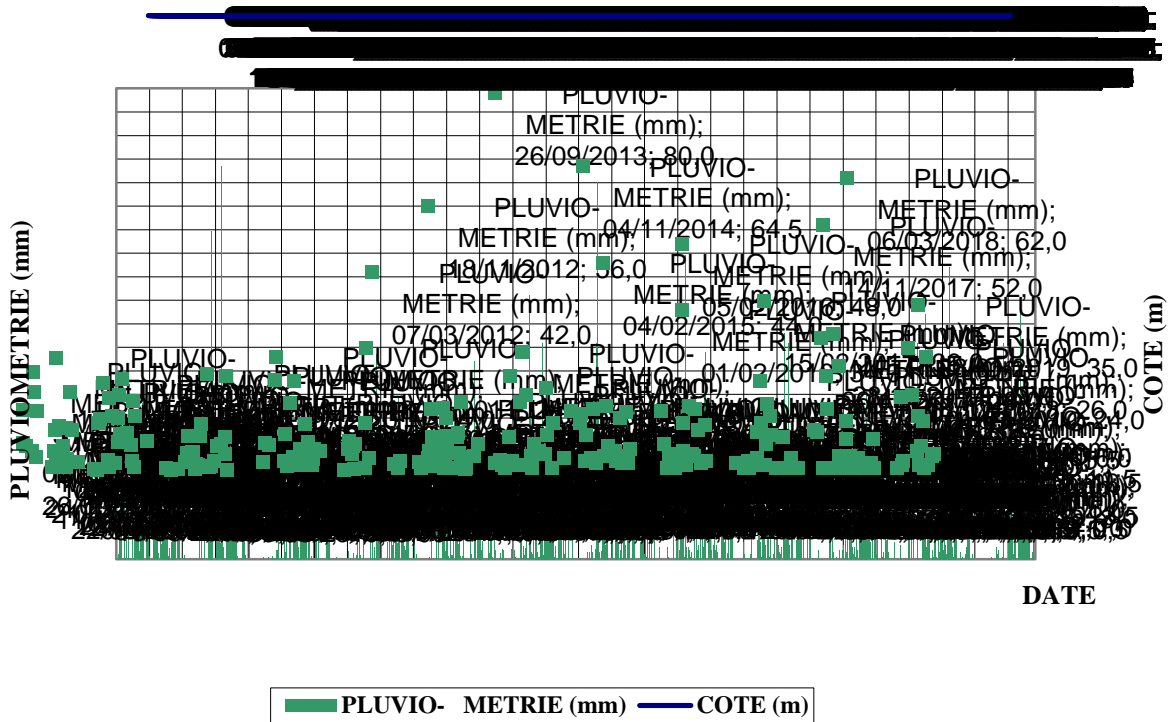
		Bou namoussa	mulet	2 000	Alevin
2002	Ain Defla	Ghrib	C.R	400	Alevins
		Derdeur	Mulet	2200	Alevins
	TiziOuzou	Taksebt	C.R	100 6	Géniteurs
	Mostganem	Bassin d'irrigation	C.R	250	Alevins
	Alger	Bassin d'irrigation	C.R	250	Alevins
	Skikda	Beni Zide	C.R	250	Alevins
	Tipasa	Meured	C.R	10	Géniteurs
	Relizane	R C Merdjat El Amel	Carpe	400	Alevins
	Tipaza	Meured	Carpe	10	Géniteurs
2003	Ain Defla	Barrage OuledMellouk	Mulet	700	Alevins
			Carpe royale	200	Alevins
		Barrage Deurder	Mulet	1500	Alevins
			Carpe royale	150	Alevins
	Bouira	/	Carpe	30000	Larves
	Tipaza	/	Mulet	2000	Alevins
		/	Mulet	300	Alevins
	Msila	/	Mulet	200	Alevins
		/	Carpe	400	Alevins
	Tiziouzou	/	Carpe	30000	Larves
	Sidi Belabes	/	Carpe	3000	Alevins
	Ain Temochent	/	Carpe	2000	Alevins
	Sétif	/	Carpe	50	géniteurs
	Ouargla	/	Mulet	300	Alevins
	Alger	/	Carpe	500	Alevins
	Boumerdés	/	Carpe	200	Alevins
	Guelma	/	Carpe	100	Alevins
Relizane	/	Carpe	300	Alevins	
Jijel	/	Carpe	200	Alevins	
2005	Bejaia	IghilEmda	C.R	200 000	Larves
	Ain Defla	Harreza	Mulet	100	Alevins
		Derdeur	Mulet	400	Alevins
	Sidi Bel Abbes	Lac SidiM'hamed Ben Ali	Sander	400	Alevins
			carpe	100 000	Alevins
		Sarno	Carpe	400	Alevins
Carpe			200 000	larves	

2005	Ain Temouchent	R.C OuledKihel	C.R	50 000	Alevins
		R.C Oued Ben Djeloul	C.R	25 000	Alevins
		Oued soukan	C.R	25 000	Alevins
	Tipaza	Boukerdene	C.R	200 000	Alevins
		Meured	Sandre	100	Alevins
			C.R	150	Alevins
			Mulet	200	Alevins
	El Tarf	Cheffia	C.R	200 000	Alevins
			Mulet	760 000	Alevins
		R.C El Aoun	Mulet	160 000	Alevins
		R.C Bogosse	Mulet	80 000	Alevins
		Mexa	Mulet	210 000	Alevins
	Setif	Plan d'eau	C.R	200	Alevins
		Exploitation privée	C.R	50 000	Alevins
		HCDS(plan d'eau)	C.R	50 000	Alevins
		Plan d'eau	C.R	500	Alevins
		Plan d'eau	Mulet	1 000	Alevins
		Ain Zada	Mulet	2 000	Alevins
	Batna	KoudiatMedouar	C.R	100 000	Alevins
	TiziOuzou	Taksebt	C.R	20 000	Larves
	Bouira	Lakhal	C.R	10 000	Larves
	Boumerdes	Naceria	C.R	100 000	Larves
	Jijel	Erraguene	C.R	200 000	Larves
	Skikda	Beni Zid	C.R	5 000	Larves
		Zerdazas			
	Guelma	Plan d'eau	C.R	800 000	Larves
	El Tarf	Bounamoussa	C.R	200 000	Larves
	Ghardaia	R.C Ihbassen	Gambusie	100 000	Alevins
		El Atf		50 000	Alevins
		Zelfana		50 000	Alevins
El Mnia		100 000		Alevins	
Media	Plan d'eau	C.R	50	Alevins	
		Mulet	50	Alevins	
		Gambusie	100	Alevins	
Ouargla	Mulet	Exploitation privée	150	alevins	
Béchar	Mulet	Exploitation privée	150	Alevins	
Mostaganem	Carpe	Plan d'eau	100 000	larves	
2006	Tipaza	CNDPA	C.B	70 000	Larve
			C.A	120 000	Larve

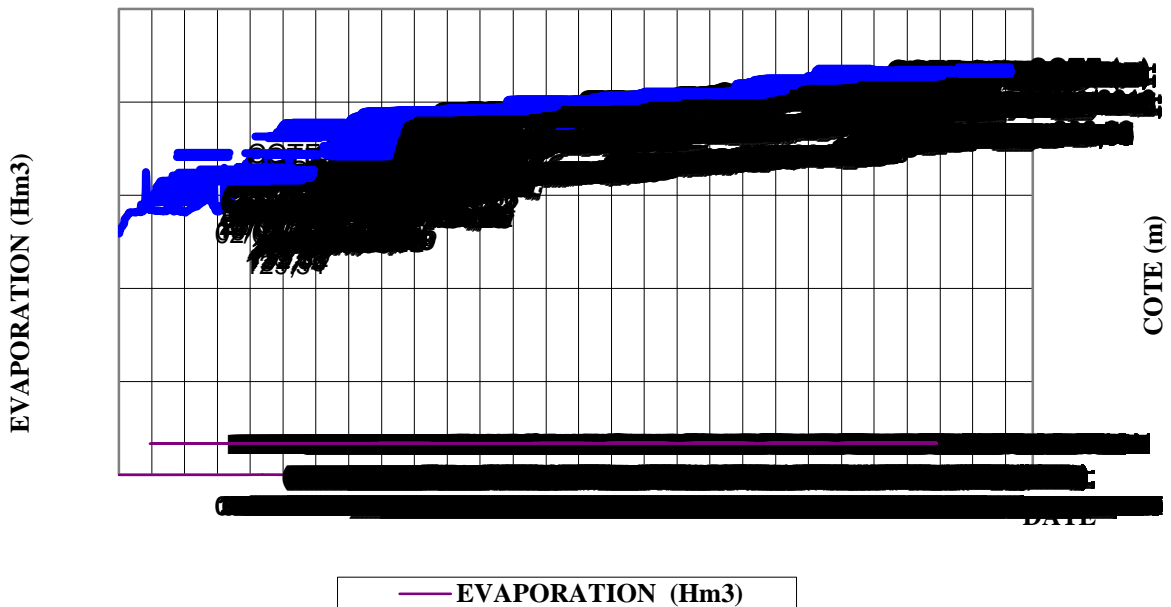
		Silure	2 500	Larve
	Boukerdane	C.A	1 000 000	Larve
		C.B	1 000 000	Alevin
B.B.A	Ain Zada	C.A	250 000	Alevin
		C.B	50 000	Alevin
Sétif	El Ksob	C.A	1 500 000	Alevin
		C.B	500 000	Alevin
	Exploitations agricoles	C.A	300 000	Alevin
	R.C	C.A	100 000	Alevin
C.B		40 000	Alevin	
Chlef	Sidi Yakoub	C.A	1 500 000	Alevin
		C.B	500 000	Alevin
Relizane	Sidi M'hamed Ben Aouda	C.A	200 000	Alevin
		C.B	100 000	Alevin
	Gargar	C.A	1 000 000	Alevin
		C.B	1 000 000	Alevin
	Merdjet El Amel	C.A	500 000	Alevin
		C.B	500 000	Alevin
Guelma	Hammam Debagh	C.A	200 000	Alevin
		C.B	100 000	Alevin
Batna	KodiatLemdaouar	C.A	120 000	Alevin
		C.B	50 000	Alevin
	R.C Oued Tagga	C.A	10 000	Alevin
	R.C Ain Touta	C.A	10 000	Alevin
	R.C Segana	C.A	10 000	Alevin
Bejaia	IghilEmda	C.A	200 000	Alevin
		C.B	100 000	Alevin
Tlemcen	Sidi Abdeli	C.A	95 000	Alevin
		C.B	64 000	Alevin
Sidi Bel Abbes	Sarno	C.A	19 000	Alevin
		C.B	64 000	Alevin
	R.C SidiM'hamed Ben Ali	C.A	54 000	Alevin
		C.B	50 000	Alevin
Saida	Exploitation privée	C.A	52 000	Alevin
Bechar	DjorfTorba	C.A	138 000	Alevin
		C.B	53 000	Alevin
El Bayadh	Brezina	C.A	228 000	Alevin

			C.B	47 000	Alevin
2006	Ain Temouchent	R.C OuledKihel	C.A	51 000	Alevin
	Skikda	Guenitra	C.A	150 000	Alevins
			C.B	70 000	Alevins
		Beni Zid	C.A	100 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
	Mila	Beni Haroun	C.A	70 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
		Agramm	C.A	100 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
	El Tarf	Cheffia	C.A	200 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
	Khenchela	Babar	C.A	100 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
	Souk Ahras	Ain Dalia	C.A	150 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
	TiziOuzou	Taksebt	C.A	200 000	Alevins
			C.B	100 000	Alevins
	Bouira	Lakhal	C.A	100 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
	Ain Defla	Ghrib	C.A	100 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
		Harreza	C.A	70 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
	Tessimsilt	Bougara	C.A	100 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
	Moustaganem	R.C	C.A	70 000	Alevins
			C.B	40 000	Alevins
	Tiaret	Bakhada	C.A	70 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
	Mascara	Ouizert	C.A	50 000	Alevins
			C.B	50 000	Alevins
	Biskra	Foum El Gharza	C.A	50 000	Alevins
C.B			50 000	Alevins	
Fantenne Gazelle		C.A	70 000	Alevins	
		C.B	50 000	Alevins	
Ouargla	Lac Timacine	C.A	50 000	Alevins	
Boumerdes	Cap Djinet	C.A	50 000	Alevins	
		C.B	50 000	Alevins	

## ANNEXE 2:



**Figure AN 2.1.** Evolution de la pluviométrie mensuelle dans le barrage durant la période 2003-2014.



**Figure AN 2.2.** Evolution de l'évaporation mensuelle dans le barrage durant la période 2003-2014.

## ANNEXE 3 :

### AN 3.1. Mode opératoire

- Préparation des matériels :
  - Les fioles de 100 ml
  - Micropipette de 40 - 200  $\mu$ l et de 200 - 1000  $\mu$ l
  - Les Embouts
  - Des Béchers
  - Une pissette
  - Les échantillons
  - Des flacons
  
- Préparation des solutions standards à partir de la solution mère de  $\text{NH}_4$ ,  $\text{PO}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$

### AN 3.2. Méthode

#### 1<sup>ère</sup> étape

On prend 4 fioles de 100ml pour la préparation de la solution fille à partir des solutions mère. Dans chaque fiole on fait un fond de d'eau distillée, après on ajoute 10 ml de solution mère Puis on ajuste d'eau distillée jusqu'au 100ml à l'aide d'une pissette.

#### 2<sup>ème</sup> étapes

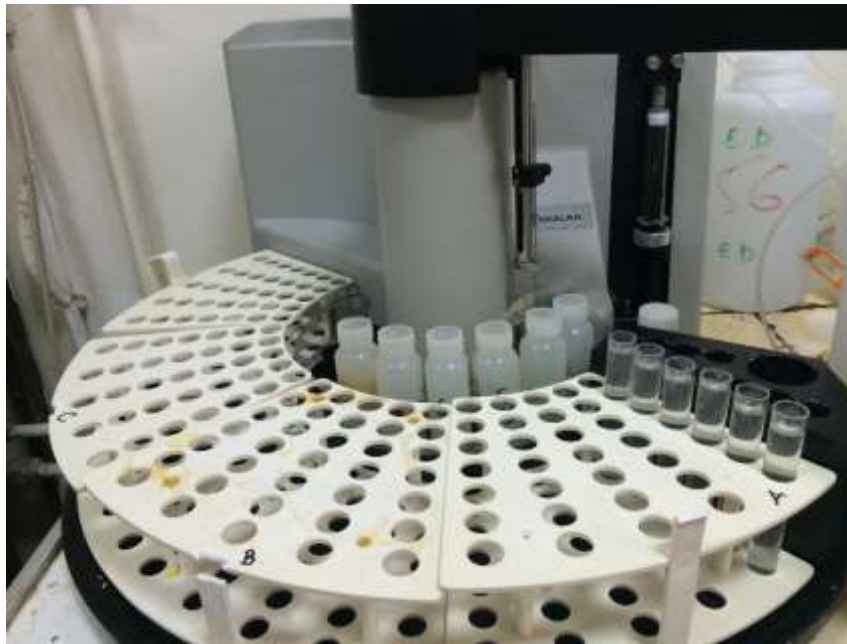
On prend 6 fioles de 100 ml vides, on fait un fond d'eau distillée puis on pipette avec une micro pipette chaque solution fille avec des volumes donnés suivants le tableau ci-dessous dans chaque fiole, en fin on ajuste d'eau distillé jusqu'au 100 ml.

**Tableau AN 3.1.** Concentration des volumes des sels nutritifs a pipete.

Les fioles	$\text{NO}_3 \mu\text{mol / l}$	$\text{NO}_2 \mu\text{mol / l}$	$\text{PO}_4 \mu\text{mol / l}$	$\text{NH}_4 \mu\text{mol / l}$
1	56,04	80,16	124,69	140,06
2	112,08	160,32	249,38	280,12
3	168,11	240,47	374,06	420,18
4	224,15	320,63	499,75	560,25
5	560,38	400,79	623,44	700,3
6	672,46	480,95	748,13	1400,62

- Agiter bien les 6 fioles
- Verser les solutions tampons, chacun dans un propre flacon
- Puis placé dans le SKALAR :

- Verser l'échantillon d'eau prélevée du barrage de chaque station dans un tube puis placer dans le SKALAR



**Figure AN 3.1.**L'appareille SKALAR avec les échantillons des sels nutritifs pipettes.

**Tableau AN 3.2.**Lessels nutritifs dans les différentes stations de barrage Beni Haroun.

Station	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l
1	0,5	0,4	0,3	0,08
2	0,7	0,3	0,2	0,03
3	0,7	0,4	0,5	0,01
4	0,7	0,2	0,3	0,01
5	0,7	0,2	0,2	0,01
6	0,7	0,3	0,3	0,01

## ANNEXE 4 :

**Tableau AN 4.1.** Grille de qualité des eaux( Boissonneault Y, 2009).

Paramètres	Bonne ou très bonne qualité	Qualité Acceptable	Qualité Médiocre	Mauvaise ou très mauvaise qualité
<b>O<sub>2</sub> dissous mg/l</b>	≥5	≥3	≥1	< 1
O <sub>2</sub> dissous %	≥70	≥50	≥10	< 10
<b>DBO5 mg/l</b>	≤5	≤10	≤25	> 25
<b>DCO mg/l</b>	≤25	≤40	≤80	> 80
<b>NO<sub>3</sub>- mg /l</b>	≤25	≤50	≤80	> 80
<b>NH<sub>4</sub>+ mg/l</b>	≤0,5	≤2	≤8	> 8
<b>NO<sub>2</sub>- mg/l</b>	≤0,3	≤1	> 1	-
NTK mg/l	≤2	≤3	≤10	> 10
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> mg/l</b>	≤0,5	≤1	>1	> 2
MES mg/l	≤70	-	≤70	-
Phosphore total mg/l	≤0,3	≤0,6	≤1	> 1
<b>Conductivité</b>	≤2000	-	> 2000	-
<b>pH</b>	≥6,5 et ≤8,5	-	< 6 ou > 8	-

(Les paramètres importants étant en caractère gras.)