

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES
DEPARTEMENT DE GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



*En vue de l'obtention du diplôme
De MASTER en GENIE DES PROCÉDES*

Option : Traitement des eaux

Thème

**Evaluation de la qualité de l'eau du réseau
Hydrographique de l'Oued El Harrach (partie amont)**

Soutenu le : juin 2017

par : Abed Dihia

Jury de soutenance :

Président : EL. NOURI

Professeur UMBB

Promoteur : H. BALOUL

MAA UMBB

Examineur : A. ASSELAH

MCB UMBB

Examineur : M. AMITOUCHE

MCB UMBB

Année universitaire 2016/2017

DEDICACE

Je dédie ce travail :

A mes parents qui mes sont très chers et dont le soutien m'ont toujours aidé à réussir dans la vie
J'espère qu'ils sont fières de moi et de mon travail, car je suis fierte d'avoir des tels parents.

A la lumière de ma vie ma très chère et adorable fille :

Lydia Anaïs

A tous mes amis et mes collègues, surtout mes amies :

Houria ,sara, amina , khadija , maissa ,NaJoU A tous ceux et celles qui sont chères à mon coeur.

A tous ceux qui m'ont aidé, de prés ou de loin, même avec un motd'encouragement et de gentillesse

DIHIA



REMERCIEMENT :

Pour commencer nous tenons à remercier notre bon Dieu le tout puissant de nous avoir permis de mener à bien ce modeste travail.

nous tenons à remercier tout d'abord notre professeur et promoteur Mr H. BALOUL pour sa patience, ses remarques et surtout ses conseils, sa disponibilité et sa bienveillance.

Qu'il trouve dans ces quelques lignes tout notre profonde gratitude.

Nous voudrions également remercier les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour toutes leurs remarques et critiques.

A tous nos professeurs qui nous a initié aux valeurs authentiques, en signe d'un profond respect et d'un profond amour.

Ainsi à tous ceux qui nous ont encouragé et soutenus de près ou de loin nos sincères merci

Résumé

La présente étude porte sur la qualité de l'eau de la partie amont de l'Oued El Harrach, les aspects physicochimique et bactériologique et météorologiques ont été abordés. Six stations échelonnées entre 90 et 220 m d'altitude ont fait l'objet de prospection, entre janvier 2017 et mai 20017 (six compagnes de prélèvement).

L'analyse physicochimique relève que les eaux présentent une oxygénation moyenne, ce sont des eaux alcalines de minéralisation importante. La concentration moyenne en éléments chimiques est pour les cations de 83.30 mg /l pour le calcium et de 40 mg/l pour le magnésium. Concernant les anions on enregistré 182 mg/l pour les chlorures. On a aussi noté une faible DBO₅ et DCO.

L'analyse bactériologie montre qu'il n'y a pas une contamination d'origine fécale.

Les mots clés : Réseau hydrographique, Oued El Harrach, paramètres physicochimiques, paramètres météorologiques.

Summary

The present study concerns the water quality of the upstream part of the Oued El Harrach, the physicochemical, bacteriological and meteorological aspects were discussed. Six stations between 90 and 220 m altitude were surveyed between January 2017 and May 20017 (six sampling companions).

Physicochemical analysis revealed that the waters present a medium oxygenation, which are alkaline waters of important mineralization. The mean concentration of chemical elements for cations is 83.30 mg / l for calcium and 40 mg / l for magnesium. For anions, 182 mg / l was recorded for chlorides. Low BOD₅ and COD were also noted.

The bacteriological analysis shows that there is no contamination of fecal origin.

Keywords: Hydrographic network, Oued El Harrach, physicochemical parameters, meteorological parameters.

ملخص

والكيميائية والفيزيائية الحراش، واد من المنبع الجزء في المياه نوعية على الدراسة هذه نوقشت وقد الكائن، والتنقيب متر 220 و 90 بين ما محطات ست وتراوحت. الجوية الأرصاد وجوانب والجرثومية (العينات أخذ رفاقه من ستة) 20017 و مايو 2017 يناير بين

تركيز متوسط. كبير تمعدن قلوية مياه هي وهذه متوسط، الأوكسجين لها المياه أن الفيزيائية تحليل ويشير وفيما. المغنيسيوم لتر / ملغ 40 و للكالسيوم لتر / ملغم 83.30 من الكاتيونات هو الكيميائية العناصر BOD5 و COD انخفاض لوحظ كما. الكلوريدات لتر / ملغ 182 تسجيل يتم أنيون يتعلق

البراز المنشأ تلوث يوجد لا أنه البكتريولوجي التحليل ويظهر

الجوية الأرصاد المعلمات الفيزيائية، المعلمات الحراش، واد الهيدروغرافي، شبكة: البحث كلمات

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre premier : description du site

I 1 : situation géographique.....	3
I-1 1 topographie Atlas-Mitidja-Sahel.....	3
I- 1 2 réseau hydrographique, bassin versant et influents.....	4
I-1 3 station d'étude.....	6
I- 1 4 profil topographique.....	9

Chapitre deuxième : climatologie et écologie

II- 1 : climatologie.....	10
II-1 1 Température et précipitation	10
II-1 2 Diagramme Ombrothermique	11
II-1 3 quotient pluviométrique d'Emberger.....	12
II-1 4 vent.....	13
II-1 5 ensoleillements.....	14
II-1 6 précipitation.....	15
II -2 géologie.....	16
II -3 : aspects principaux du régime hydrologique.....	17
II-3 1 débit et apports.....	18
II-3 2 crues.....	18
II-3 3 étiage.....	18
II 4 : substrat.....	18
II 5 : couvert végétal.....	18
II 6 : activités anthropiques.....	19

Chapitre troisième : Matériels, Méthodologie

III-1 méthodes et choix des stations étudiées.....	20
III-2 caractéristiques physico-chimique de l'eau.....	20
III-2 1 échantillonnage.....	20
III-2 2 paramètres physiques	21
III-2 3 paramètre chimiques.....	23
III-3 études bactériologiques de l'eau.....	24

III-3-1 échantillonnage et méthode utilisées	24
III-3 2 les groupes bactériologiques recherchés.....	24

Chapitre quatrieme : Resultats et discussion

IV-1 Carecteristiques phisico chimique.....	25
IV-1 1 temperature.....	25
IV-1 2 potentiel hydrogene.....	26
IV-1 3 miniralisation.....	26
IV-1 3 1 conductivité.....	27
IV 1-3-2- la durezza de l'eau.....	27
IV-1 3 2 1 calcium.....	28
IV-1 3 2 2 magnesium.....	29
IV-1 3 3 chlorures.....	30
IV-1 4 matieres en suspensions.....	32
IV-1 5 oxygene dissou.....	33
IV-1 6 nutriments.....	33
IV-1 6 1 nitrites.....	34
IV-1 6 2 phosphates.....	34
IV-1 7 vitesse du courant.....	35
IV-1 8 demande biochimique en oxygene.....	35
IV-1 8 demande chimique en oxygene.....	36
IV-2 :caracteristiques bacteriologiques.....	37
IV-2 1 Les coliformes fécaux ou thermo-tolérants	

Conclusion	38
references bibliographiques	
annexes	

INDEX DE FIGURES

Figure 1 : localisation d'Oued El Harrach et son parcours entre l'Atlas et la Mitidja.....	4
Figure 2 :Réseau hydrolique de Oued El Harrach	5
Fig. 3 : localisation des stations d'étude le long de l'oued el Harrach	6
Fig. 4 : profil du réseau hydrographique de l'oued el Harrach	9
Fig. 5 : diagramme Ombrothermique de la région d'Alger	11
Fig. 6 : localisation de la région d'Alger sur le Climagramme d'Emberger	12
Fig 7 : variation mensuelles des moyennes de la vitesse du vent de la région d'Alger.....	13
Figure 8 : les variations des heures d'ensoleillement de la région d'Alger.....	14
Figure 9 : les variations des précipitations en millimètre dans la région d'étude.....	15
Fig. 10 : moyenne mensuelle des précipitation (mm) dans la région d'étude.....	16
Figure 11 : formations géologiques dans la région d'étude.....	17
Fig. 12 : exemple des interventions anthropiques à l'Oued El Harrach.....	19
Fig. 13 : variation mensuelle de la température.....	25
Fig. 14 : variation mensuelle du pH.....	26
Fig. 15 : variation mensuelle de la conductivité.....	27
Fig. 16 : variation mensuelle de calcium.....	28
Fig. 17 : variation mensuelle de magnésium.....	29
Fig. 18 : variation mensuelle de la dureté.....	30
Fig. 19 : variation mensuelle des chlorures.....	31
Fig. 20 : variation mensuelle des M.E.S.....	32
Fig. 21 : variation mensuelle de l'oxygene dissous.....	33
Fig. 22 : variation mensuelle des nitrites.....	34
Fig. 23 : variation mensuelle des phosphates.....	34
Fig. 24 : variation mensuelle de la vitesse du courant.....	35
Fig. 25 : variation mensuelle de la DBO5.....	36
Fig. 26 : variation mensuelle de la DCO.....	36

INDEX TABLEAU

Tableau 1 : caractéristiques générales des stations d'études.....	8
Tableau 2 : altitudes et différentes pentes des stations d'études.....	9
Tableau 3 : moyennes mensuelles et annuelles de la température et des précipitations de la région d'Alger durant la période	10
Tableau 4 : moyenne mensuelles et annuelles du vent (m /s) de région d'Alger durant la période	
Tableau 5 : moyenne mensuelles et annuelles de l'ensoleillement de région d'Alger durant la période d'etude	
Tableau 5 : campagne de prélèvements (2017)	20
Tableau 6 : classification de la vitesse du courant selon l'échelle de berg	22
Tableau 7 : débits liquides mensuels (m ³ /s) de l'Oued El Harrach	
Tableau 8 : débits liquides l'apports annuels de l'Oued El Harrach.....	

Introduction

Les écosystèmes aquatiques sont le siège de phénomènes chimiques, physiques et biologiques, et apparaissent comme une source limitée et fragile menacée par les atteintes à l'environnement (**ASPE et POINT, 1990**).

La plupart des concepts écologiques courants ont été dérivées des études réalisées en Europe et en Amérique du Nord. La structure de la fonction des assemblages d'Insecte dans les cours d'eau méditerranéens et tropicaux ont suscité leur attention. Le bassin méditerranéen est caractérisé par un climat défini par un été aride et chaud et un hiver humide et frais. Les variations thermiques sont parfois brutales et les précipitations irrégulières et violentes concentrées sur de courtes périodes. Les cours d'eau méditerranéens ont un mode caractérisé par l'irrégularité des écoulements et des démonstrations hydrologiques brutales. Le mode annuel est marqué par le maximum en hiver et à l'automne, et un niveau de l'eau très bas en été (**GUDICELLI et al, 1985**).

Les eaux douces algériennes ont fait l'objet de plusieurs études depuis le 19^{eme} siècle, nous citerons ceux de **BLANCHARD (1891)**, **GURNY (1903)**, **GAUTHIER (1928)**, **NAVAS (1929)**, **ZOUAKH (1995)**, **LOUNACI et al (2000)**, **MEBARKI (2001)** et **ARAB (2004)**.

Dans la nature, l'eau est exposée à des pollutions de toutes sortes qui peuvent être observées à différents niveaux. Il est à noter que les eaux de surface sont plus fréquemment contaminées par les éléments biologiques et par les différents types de rejets liquides ou solides. Ces phénomènes de pollution de l'eau sont placés actuellement en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est une interface entre l'air et le sol et elle subit donc la dégradation de ces deux milieux (**BOUZIANI, 2006**).

L'Algérie n'a pas échappé à cet effet, à cause du développement rapide de ces diverses industries comportant un bon nombre de procédés de fabrication utilisant de l'eau. Il faut mentionner que les eaux usées provenant de ces dernières renferment une quantité importante en matière organique et minérale, des agents toxiques et autre substances nocives qui sont rejetées en majorité des cas dans les rivières et les lacs (**ADJERID, 1990**).

La pollution des eaux continentales représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la dégradation de l'environnement, ce qui fait dire que le temps des rivières est fini, celui des égouts commence (**RODIER et al, 2005**).

Le présent travail est effectué dans l'Oued El Harrach au Nord-Centre de l'Algérie. Il s'intéresse à des analyses physico chimique et bactériologiques.

Après avoir sélectionné les différentes stations dans l'Oued El Harrach, l'étude a été orientée dans plusieurs directions :

- ❖ Description du milieu, en précisant les facteurs : géographiques, climatiques et hydrologiques.
- ❖ Analyse physico chimique et bactériologique des eaux. Les caractéristiques physico chimiques ont une grande influence sur les organismes aquatiques et déterminent dans une large mesure la capacité auto-épuratrice des cours d'eau (**ARAB, 2004**).

L'objectif de notre travail est étudier les facteurs géologiques, climatiques et physicochimiques de l'eau et d'évaluer la qualité des eaux de l'Oued el Harrach amont aval de 6 stations, et qu'elle est seine pour la vie aquatique dans l'écosystème.

Notre étude est présentée comme suit :

INTRODUCTION

- ❖ Le premier chapitre résume les principales caractéristiques physiques et environnementales du réseau hydrographique de l'Oued El Harrach.
- ❖ Le deuxième chapitre s'intéresse à la présentation du matériel et méthodes d'échantillonnage.
- ❖ Le troisième chapitre est consacré aux discussion des résultats.

CHAPITRE I : description du site

I-1 Situation géographique :

Le bassin versant de l'Oued El Harrach appartient au grand bassin versant côtier algérois .il couvre une superficie de 1236 Km² et s'étend du Nord au Sud sur 51Km et d'Est en Ouest sur 31 Km (**BERRAHAL et MEROUANE 2004**)

Il est limité au Sud par la bordure Nord du plateau de Média, à l'Est par les monts de Tablat, à l'Ouest par les monts de Chréa et au Nord par la Méditerranée.

Ce bassin est traversé par un très grand oued dénommé Oued El Harrach, qui prend naissance à partir de l'Atlas Blidéen (Djebel Messala), avec une longueur de 67Km et ses affluents sont : Oued Lakhra, Oued Boumaan, Oued Maktaa Lazrag, Oued Djemaa, Oued Baba Ali, Oued Terrou, Oued Kerma, Oued Semar et Oued Oued Ouchaiah.

I-1 1 Topographie-Atlas-Mitidja-Sahel :

Oued el Harrach est le cours d'eau le plus important de la Mitidja qui se jette dans la mer son bassin versant qui s'étend très loin au sud, est devise topographiquement en trois région très distinctes appartenant : au sud à l'Atlas Blédéen ou il prend naissance, il parcourt la plaine de la Mitidja et au nord aux versants arrières du Sahel ou il se jette à la mer (baie d'Alger) (fig. 1)

- L'atlas Bledéen : l'altitude s'élève à plus de 1500m, il est creusé de vallées tortueuses et abruptes qui s'ouvrent généralement vers le nord
- La plaine de la Mitidja (au nord de l'Atlas) : s'étend de Sud-ouest au Nord-est son étendue est Nord-sud qui fait environ 15Km
- Le Sahel : la plaine de la Mitidja est limitée au nord par le versant opposé du Sahel qui s'élève jusqu'à une altitude de 400 mètre, la transition du Sahel à la plaine de la Mitidja est très douce (**BOGARDI et LOSSEN,1974**).

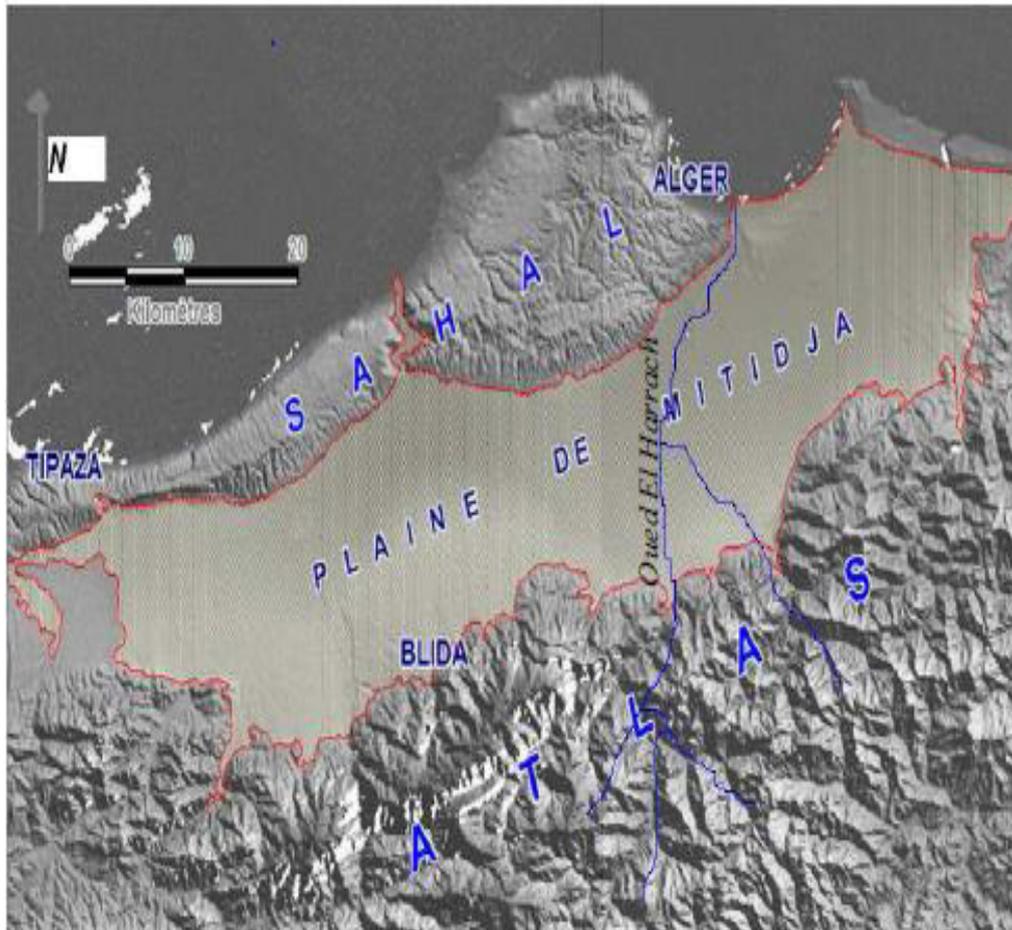


Figure 1 : localisation d'Oued El Harrach et son parcours entre l'Atlas et la Mitidja

I-1 2 Réseau hydrographique :

L'Algérie du Nord est divisée en quatre bassins versants, de l'Ouest en Est sont : l'Orani, Chott Chergui- Cheliff, Zahraz -Algérois, Soummam, Hodna et Constantinois, Seybouse, Mellegue .

Ce découpage de l'Algérie du Nord en 04 régions repose sur les critères suivants :

- Les caractéristiques géographiques et naturelles des régions
- Le groupement des bassins versants et sous bassins hydrographiques, entre existent des nécessités de transfert (**RIMINI 2005**)

L'Oued El Harrach appartient au bassin versant : Algérois, Soummam, Hodna.

La superficie totale de l'Algérois, Soummam, Hodna est de 50000 Km² et celle de l'Oued El Harrach est de 1236 Km²

La partie montagneuse occupe dans le bassin versant un totale d'environ 600 Km², la plaine de la Mitidja 500Km² et les pentes du Sahel 100Km² (**BOGARDI et LOSSEN,1974**).

DISCRIPTION DU SITE

L'Oued El Harrach à deux ruisseaux de sources, l'Oued Lakhra avec un bassin versant de 260Km² et l'Oued Magtaâ avec 106 Km² (fig2)

Ces derniers se rejoignent à environ 10 Km au sud de Hammam Malouéne puis l'Oued El Harrach coule en direction Nord-Est et élargit son cours dans la plaine de la Mitidja. C'est ici qu'il reçoit son plus grand influent, Oued El Jamaâ venant du Sud.

Ce dernier prend également sa source de l'Atlas Bledéen, son bassin versant est de 225Km².

Il reçoit aussi dans son cours inférieure plus au Nord l'Oued Terro qui vient de l'Ouest avec un bassin versant de 225 Km².

Il existe aussi d'autres influents tel que l'Oued El Karma, venant également de l'Ouest celui-ci draine un bassin versant de 74 Km². Au environ de 3 Km en amont de son embouchure, l'Oued El Harrach reçoit l'Oued Samar qui a une superficie de 117 Km². En aval du point de confluence de l'Oued Samar avec L'Oued El Harrach, on trouve le seuil de décharges des pontes de Sahal (**BOGARDI et LOSSEN,1974**).

En aval toujours de l'Oued El Harrach, nous parlons d'un grand collecteur des eaux usées des quartiers populeux de Kouba et d'Hussein Day, des zones industrielles de Gé de Constantine, Beraki et Oued Smar qui n'ont actuellement aucun intérêt limnologique, puisque ce ne sont que des égouts à ciel ouvert

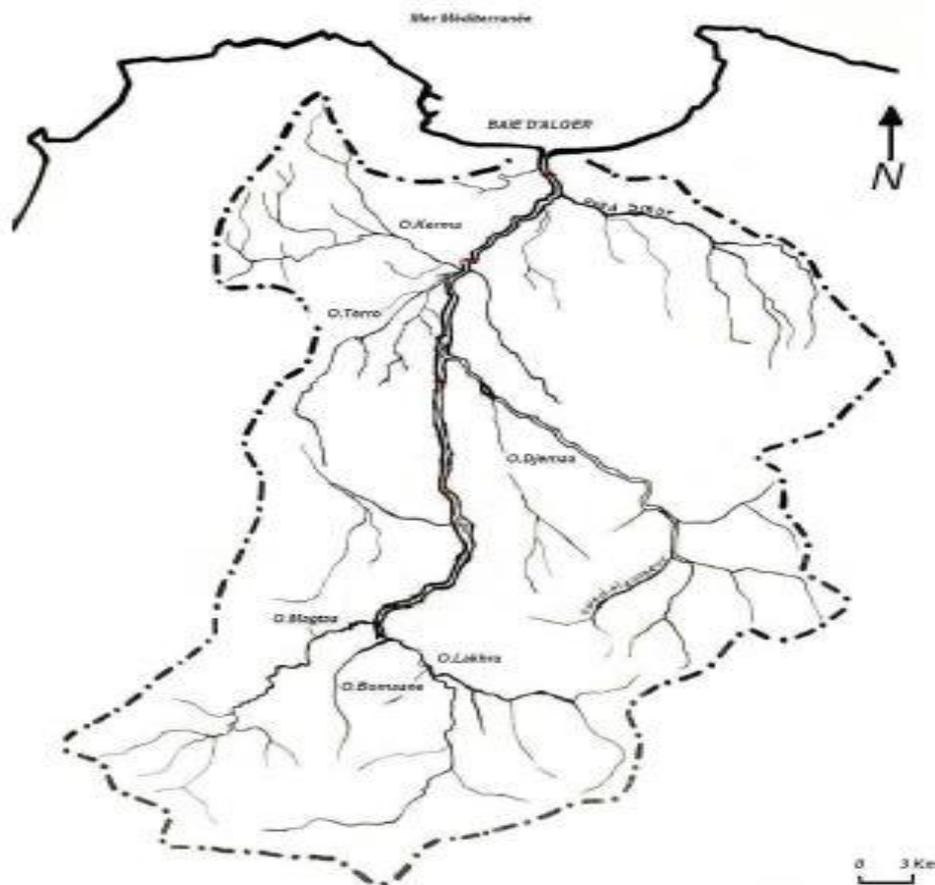


Figure 2 : Réseau hydrologique de Oued El Harrach

I-1 3 Station d'étude :

Six stations d'études ont été retenues sur l'ensemble du bassin fig. (3), entre 90 et 220 d'altitude du l'amont vers l'aval en fonction de : l'altitude, la ponte la localisation par apport aux agglomérations (rejet urbain, industriels), les champs agricoles et l'accessibilité dont trois d'entre elle sont situées sur les trois ruisseaux de montagne l'Oued l'Akhra, Oued Boumaan et l'Oued Maktaa, qui en s'assemblant constituent l'oued el Harrach sur lequel se trouve les trois autres stations, la 4ème après le village Hammam Melouen, la 5ème après la sablière de Hammam Melouene, la station 6 se situe dans les alentours de Bougara ou commence la plaine de la Mitidja.

Ces stations sont caractérisées par un substrat généralement constitué de : bloc, cailloux, sable, galets et vase.

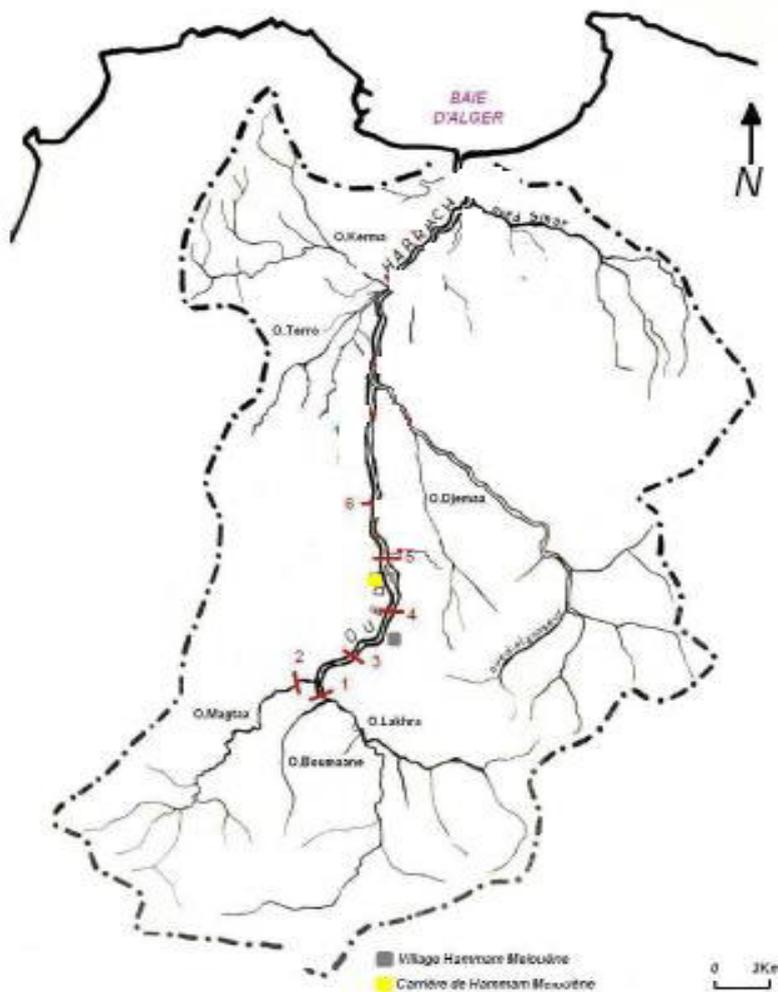


Fig. 3 : localisation des stations d'étude le long de l'oued el Harrach

DISCRIPTION DU SITE



Station 1



Station 2



Station 3



Station 4



Station 5



Station 6

TABLEU I : caractéristiques générales des stations d'études

	Altitude (m)	Largeur (m)	Profondeur (cm)	Végétation aquatique	Ripisylve	Substrat	Vitesse du courant
Station 1	220	20-08	20-70	Algues(+)	Moyenne	Caillou ,galets, bloc ,roches	Rapide à moyenne
Station 2	205	18-1.5	15-55	Algues(+)	Moyenne	Caillou ,galets, bloc	Rapide à moyenne
Station 3	170	20-10	20-90	Algues (+ ou -)	Moyenne	Caillou ,galets, bloc	Rapide à moyenne
Station 4	145	21-10	30-70	Algues(+)	Faible	Caillou ,galets, bloc	Moyenne
Station 5	95	10-05	10-20	Algues (+ou -)	Faible	Caillou ,galets, bloc	Très rapide à rapide
Station 6	90	08-05	20-80	Algues (+ ou -)	Faible	Caillou ,galets, bloc Vase,	Très rapide à rapide

(+) présence, (+ ou -) présence moins importante

I-1 4 Profil topographique :

On désigne sous le nom de rithral les zones supérieures des cours d'eau coulant sur de fortes pentes, de faible ordre de drainage, et sous le nom de potomal les zones inférieures à pente faible, au lit profond, ordre de drainage élevé (ANGELLIER 2000).

La pente est le rapport entre les distances verticales et horizontales ramené à l'unité de longueur. Elle joue un rôle important sur la vitesse du courant, la nature du substrat et la répartition de la faune.

DISCRIPTION DU SITE

La variation de la pente le long de l'Oued El Harrach est remarquable de l'Amon en aval (fig. 4) elle est plus importante dans la première station 2.5 % (tableau 1), elle est considérée comme faible entre les stations 3 et 6, elle varie entre 0.973% et 0.27%.

Tableau 1 : altitudes et différentes pentes des stations d'études

	S1	S3	S4	S5	S6
Altitude(m)	220	170	145	95	90
Pente %	2.5	0.97	0.73	0.36	0.26

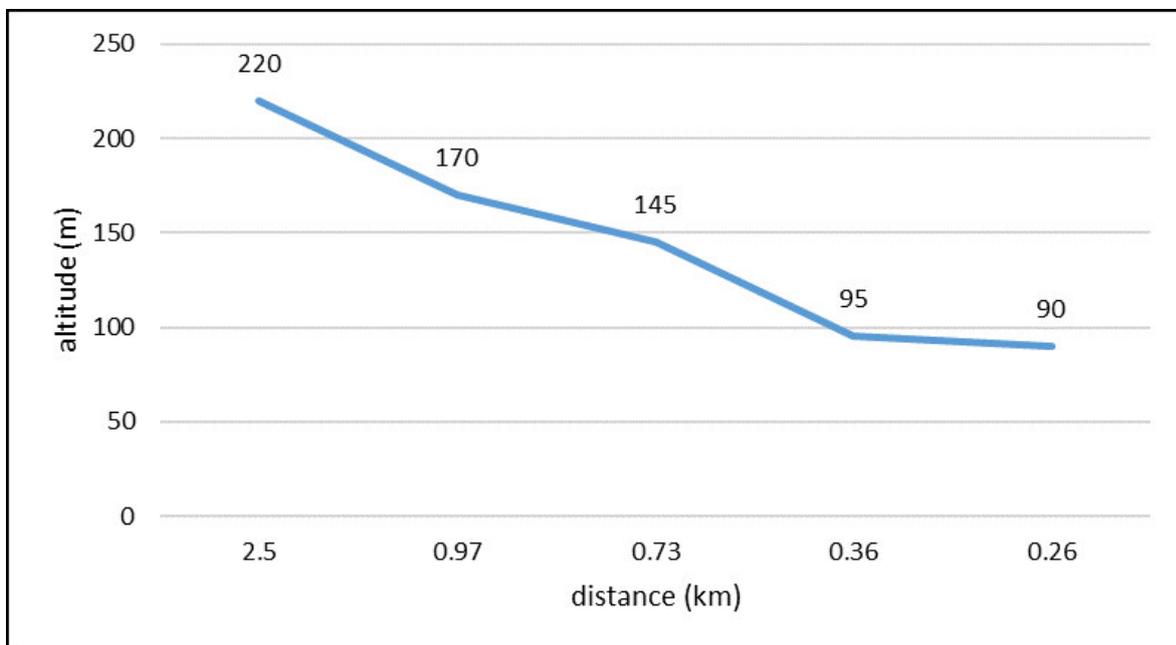


Fig. 4 : profil du réseau hydrographique de l'oued el Harrach

Le climat est un phénomène globale et complexe qui a un impact sur l'ensemble des formes de vie de la planète. Selon l'Organisation Météorologique Mondiale(OMM), le climat est «*la synthèse des conditions météorologique d'une région donnée caractérisée par les statistiques à long terme des variables de l'état de l'atmosphère* ». Le climat inclut un certain nombre de variables (la température, les précipitations, les vents) et se décrit comme un système ou l'ensemble de ses variables sont liées.

II-1 Climatologie :

CHAUMONT et PAQUIN (1971) précisent que la pluviométrie en Algérie est sous l'influence de facteurs géographiques : l'altitude, la longitude et l'exposition. En effet, la pluviosité augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur le versant exposé aux vents humides. Elle augmente d'Ouest en Est, et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le Sud (**LOUNACI,2005**).

Le climat reste le principal facteur de contrôle de la répartition de la dynamique des écosystèmes, il se manifeste par les échanges d'énergie et les échanges d'eau avec le milieu lacustre (**LEVEQUE,1996**).

Le taux de précipitation, la variation de la température, l'ensoleillement, l'humidité et la vitesse du vent sont les facteurs qui déterminent le climat.

II-1 1 Température et précipitation :

Les données climatologiques telles que la température et la pluviosité s'avèrent être les variables les plus importants dans leurs actions sur les écosystèmes. Pendant les périodes sèches, le potentiel d'évapotranspirations est plus élevé que le taux de précipitation et par conséquent, il y a diminution du niveau d'eau, alors que pendant les périodes humides, l'effet inverse se produit (**BALL etAL,2000**)

La température est un facteur limitant qui intervient sur le rythme biologique, elle contrôle donc l'ensemble des processus métabolique et conditionne la répartition des espèces.

Tableau 2 : moyennes mensuelles et annuelles de la température et des précipitations de la région d'Alger durant la période 2005-2016 (**O.N.M 2017**) :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
m(°c)	5.6	5.8	7.5	10	12.8	16.2	19.6	20	17.9	14.7	10.3	6.8
M(°)	17.1	17.1	19.5	22.2	25.4	29.2	32.3	32.6	29.6	27.1	21.4	18.1
T=(M+m) /2	11.4	11.5	13.5	16.1	19.1	22.7	26	26.3	23.8	20.9	15.9	12.5
P(mm)	72.1	87.5	72.1	48.4	41.3	9.1	1.5	11.6	25.2	60	116.9	97.9

P(mm) : précipitation moyennes annuelles

M (°) : températures maximales annuelles moyennes

m(°c) : températures minimales annuelles moyennes

II-1 2 Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) :

Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN est une représentation qui consiste à déterminer les périodes sèches et les périodes humides d'une région donnée.

Un mois biologiquement sec lorsque les précipitations mensuelles (p), exprimées en millimètres sont inférieurs au double de la température moyenne : $T=(M+m)/2$ (C°)

$$P \leq 2T$$

Avec : **P** : précipitation moyenne annuelle (mm)

T : température moyenne (C°)

M : température maximale de chaque mois (C°)

m : température minimale de chaque mois (C°)

Le période sèche correspond à toute la partie pour laquelle la courbe thermique se trouve au-dessus de la courbe pluviométrique, et les deux zones extrêmes du graphe sont les périodes humides (PEGUY,1970)

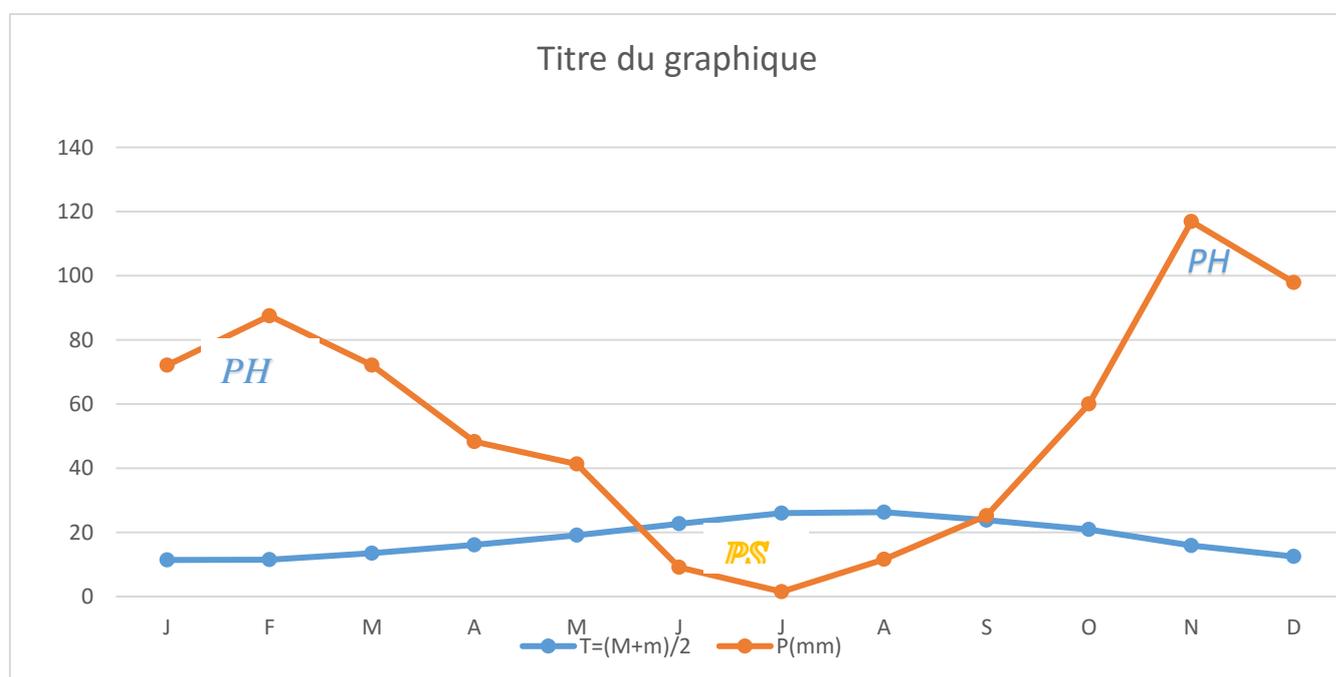


Fig. 5 : diagramme Ombrothermique de la région d'Alger (PH : période humide, PS : période sèche)

Notre région d'étude est caractérisée par une saison sèche de 06 mois (de la fin de mai jusqu'à la fin d'octobre) et une saison humide hivernale qui s'installe sur 06 mois (entre novembre et mars) .

II-1 3 Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Le climagramme d'EMBERGER permet la classification des différentes régions étudiées dans un étage bioclimatique distinct, il a été établi pour les régions méditerranéennes (DAJOZ, 2000).

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q₂) tient compte de variation annuelle de la température en fonction de l'évaporation .

$$Q_2 = 2000 P / (M^2 - m^2)$$

P : pluviométrie moyenne en mm

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C

m : moyenne des minimas du moi le plus froid en °C

Mais le Q₂ n'est pas suffisant, pour cela on le complète par la température des minimas (m) qui joue un rôle important que les autres facteurs

Le Q₂ de la région d'Alger est de 104. pour **m= 5.6** montre l'appartenance de la région à l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux (fig6).

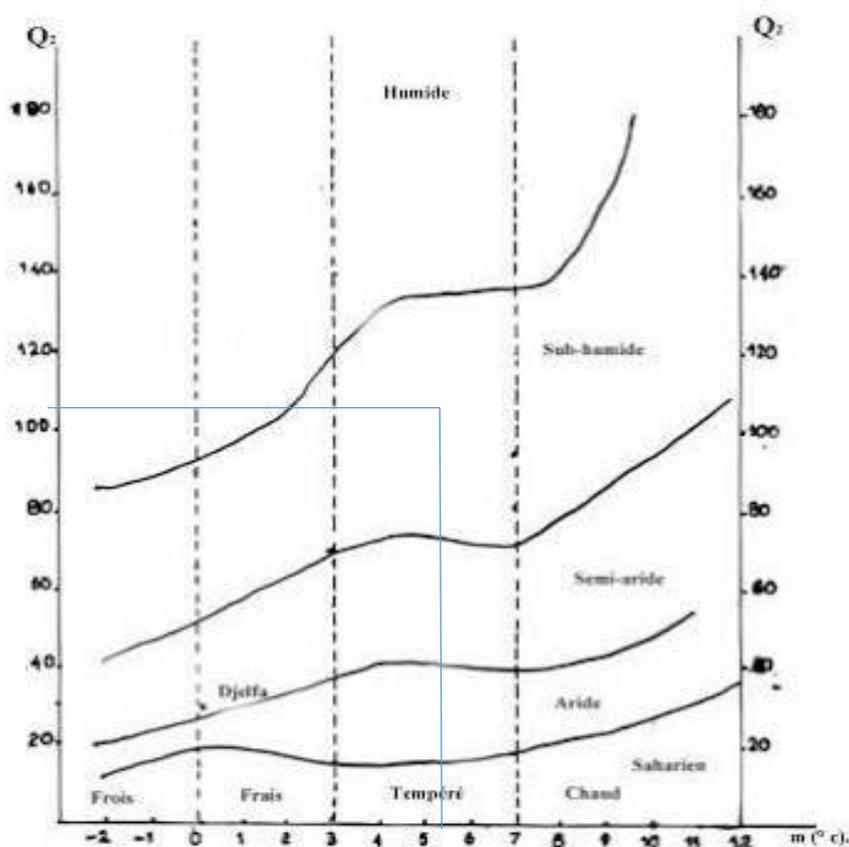


Fig. 6 : localisation de la région d'Alger sur le Climagramme d'Emberger

II-1 4 Vent :

Le vent est une grandeur vectorielle tridimensionnelle qui peut être caractérisée en coordonnées polaire, elle est généralement exprimée en m /s (GUYOT ,1999).

C'est un mouvement de l'aire définie par rapport à la surface terrestre, il est mesuré grâce à 4 critères :la vitesse, la direction, la force et la fréquence.il a une action directe en modifiant la température et l'humidité (DAJOZ,2000)

Le vent est dû à l'inégalité des pressions qu'on observe en différents lieux à un même instant, et il a une influence directe sur la vitesse du courant, la distribution de la faune et la flore d'un cours d'eau (BERRAHAL et MEROUANE 2004)

La vitesse du vent enregistrée pour la période 2005- 2016 de la région d'Alger (fig. 7), (tableau 3, annexe I)

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moy M/S	2.4	2.9	2.9	2.7	2.8	2.8	2.9	2.8	2.6	2.1	2.4	2.1

La valeur maximale du vent de la région d'Alger est marquée au mois de Février, Mars, Avril, Mai, et la valeur minimale au mois d'Octobre.

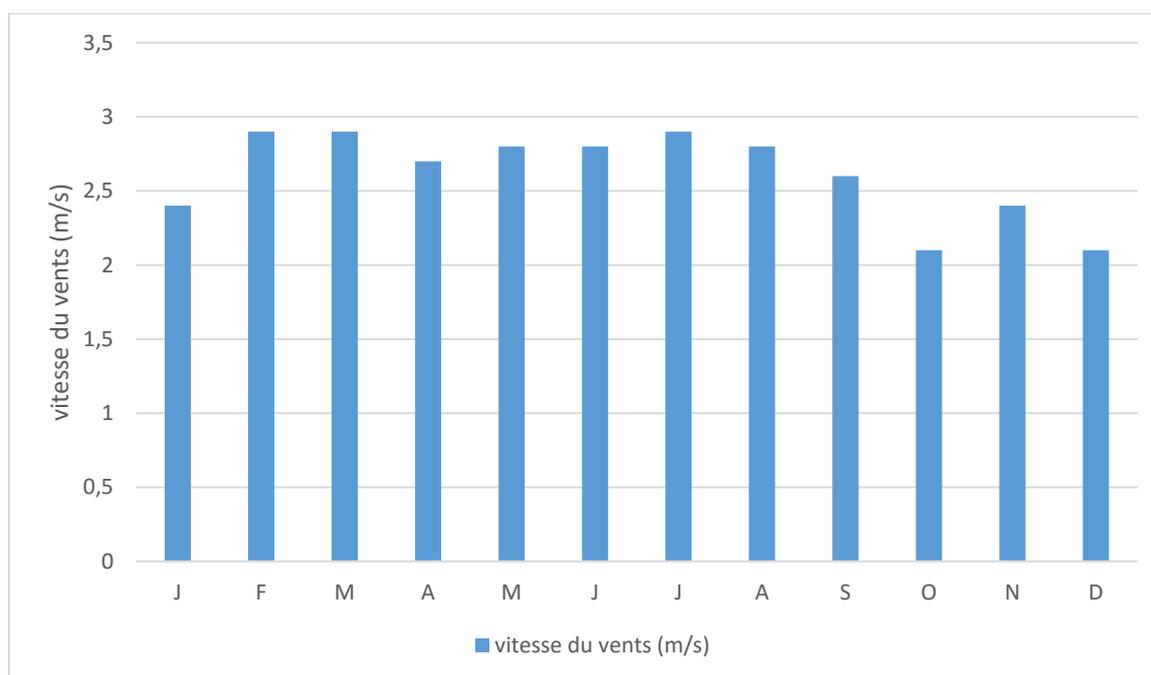


Fig 7 : variation mensuelles des moyennes de la vitesse du vent de la région d'Alger (2005-2016) O.N.M 2017.

II-1 5 : Ensoleillement :

L'ensoleillement est un facteur climatique très important, il intervient sur la température de l'eau.

L'ensoleillement est considéré comme facteur écologique, car il rentre dans les exigences de quelques groupes faunistiques. L'exposition au soleil assure le réchauffement de l'eau, donc elle permet aux groupes faunistiques qui préfèrent les eaux chaudes (thermophile) de se développer dans le milieu.

La durée d'ensoleillement enregistrée sur la période 2005- 2016 de la région d'Alger (fig. 8), (tableau 4, annexe I)

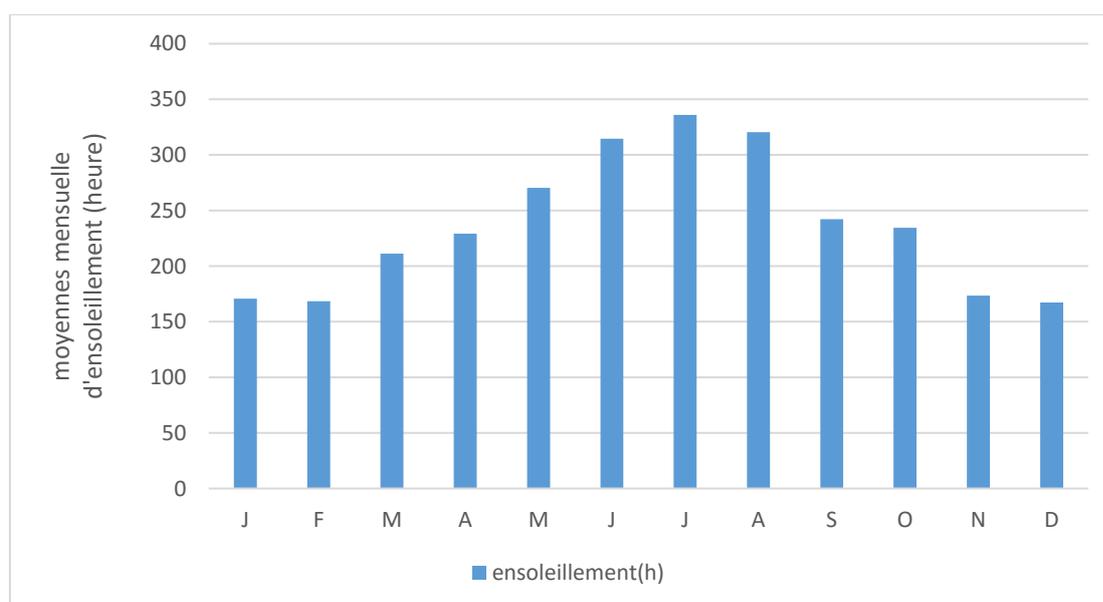


Figure 8 : les variations des heures d'ensoleillement de la région d'Alger (2005-20016)
O.N.M 2016

II-1 6 : Précipitation :

La figure (9) montre que l'Oued El Harrach appartient à des régions à précipitation différentes. De Sud (Atlas tellien) au Nord, en traversant la plaine de la Mitidja : les valeurs de précipitation varient de 1200 mm à 600 mm (moyennes annuelles).

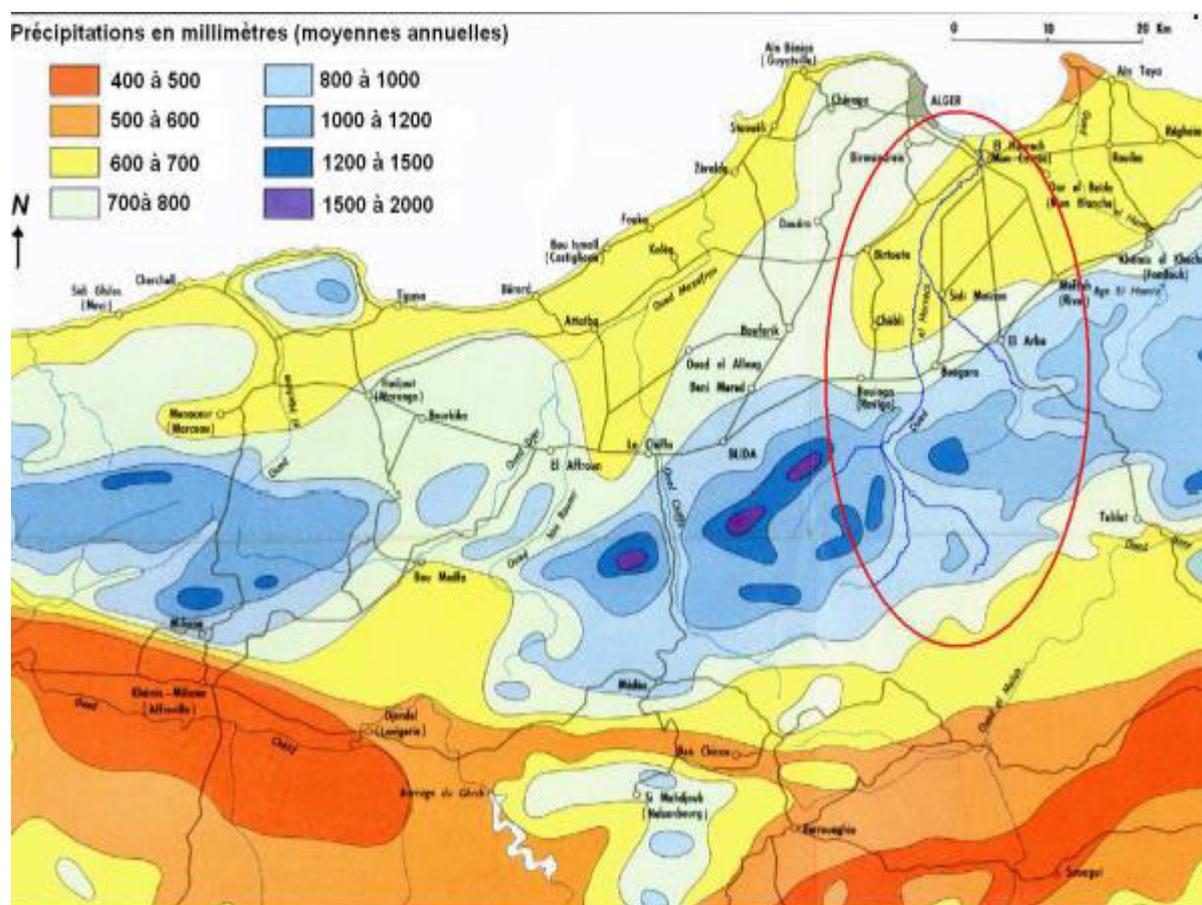


Figure 9 : les variations des précipitations en millimètre dans la région d'étude (source ANRH).

La moyenne mensuelle des précipitations la plus importante est enregistré au mois de Novembre et Janvier avec respectivement 116.9mm et 97.9 mm, alors que la plus basse est celle du mois de Juillet 1.5 mm (fig. 10).

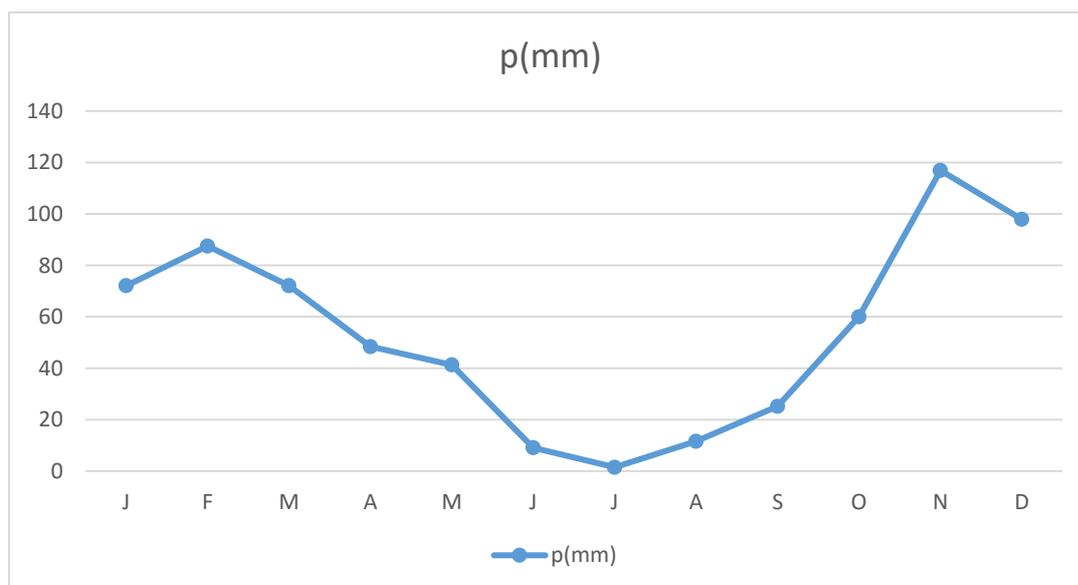


Fig. 10 : moyenne mensuelle des précipitation (mm) dans la région d'étude

II-2 Géologie :

L'Atlas Blédéen est formé en majeure partie d'une chaîne schisteuse avec quelques bancs de calcaire. À la limite Nord de l'Atlas dans la plaine de la Mitidja s'est accumulé un dépôt large de 9 Km, composé de gravier et de sable grossier. Au Nord ce dépôt est recouvert par les alluvions apportées par l'Oued, prévenants des régions inondables et composées d'argile. Ces alluvions forment le sol de la plaine de la Mitidja (**BOGARDI et LOSSEN 1974**).

Le bassin néogène de la Mitidja, appartient aux zones internes de l'orogène alpin d'Afrique du Nord. Les alluvions de la plaine de la Mitidja, correspondent à un remplissage alluvial dont le réseau hydrographique complexe est caractérisé par des changements permanents des débits et des chenaux d'écoulements. Ceci apparait nettement dans la superposition des couches lenticulaires à granulométrie variable, latéralement et verticalement, dont la lithologie dominante est argilo-limoneuse. Dans les zones avales des cours d'eau principaux (Al Harrach, Mazafran) on trouve les poches et les lentilles d'argile organique (**DJEDIATE, 1996**).

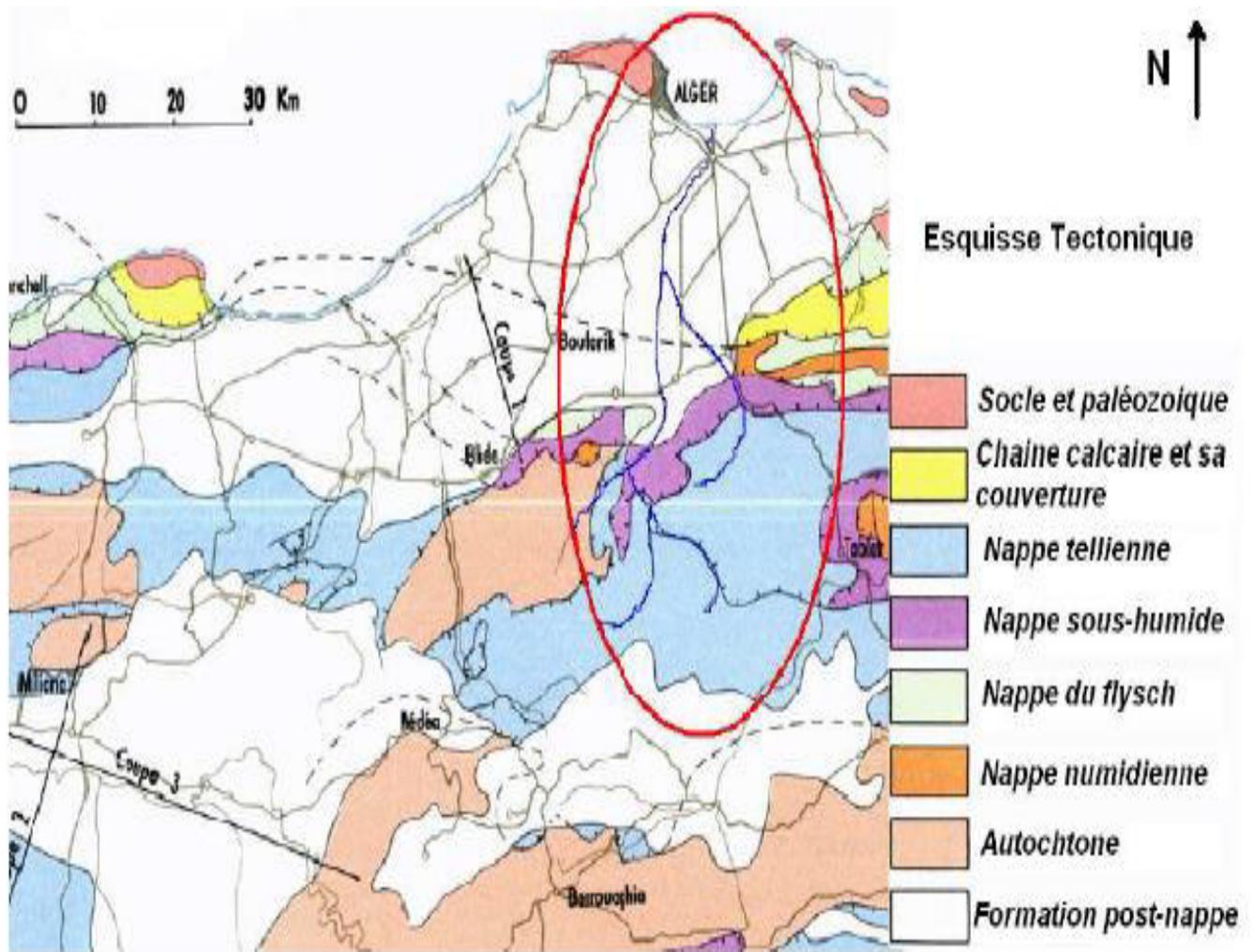


Figure 11 : formations géologiques dans la région d'étude (source ANRH)

II -3 : aspects principaux du régime hydrologique :

De point de vue hydrologique, les cours d'eau algérien sont de type Méditerranéen, très irrégulier : alternance des crues dévastatrices et d'étiages sévères.

II-3 1 débit et apports :

Le débit d'un cours d'eau représente le potentiel hydraulique brut, utilisable en partie dans le plan énergétique (ARRIGNON,1998).

Les tableaux (5 et 6 annexe I), représentent les valeurs des débits mensuels et liquides, maximum et minimum et apport annuel (donnés de l'ANRH), nous démontrent que les débits de l'Oued El Harrach sont irréguliers, importants dans la période hivernale, et faible en période estival et parfois nulle.

L'analyse des débits (1985-2005) montre que l'alimentation de l'Oued El Harrach est de type pluvionival car il est alimenté par les précipitations pendant la saison hivernale.

En comparant entre les années (tableau 6), nous remarquons un apport remarquable au cours de l'année 1991/1992 où il a atteint $725.16 \text{ m}^3/\text{s}$ avec un débit moyen annuel de $5.64 \text{ m}^3/\text{s}$, par contre l'apport de l'année 1992/1993 est le plus faible soit $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$.

Cette irrégularité est liée directement aux variations des précipitations d'une année à une autre.

II-3 2 crues :

RENARD (2006), signale que le phénomène des crues correspond à une période d'écoulement anormalement élevée. Lorsque la quantité d'eau dépasse la capacité d'écoulement du lit mineur, l'eau s'écoule dans le lit majeur, provoquant ainsi des phénomènes d'inondation.

II-3 3 étiage :

L'étiage est le niveau moyen le plus bas d'un cours d'eau

L'étiage est plus important pendant la saison estivale jusqu'à l'assèchement

II -4 : substrat :

Les différents types de substrat constituent un support important pour l'installation du peuplement benthique selon les adaptations de différents groupes.

Le substrat dans notre site d'étude est varié de l'amont à l'aval, il est constitué de blocs, roches, gros et petits galets, cailloux et de la vase. Cette vase est importante dans les stations de la partie aval, et dans la station 5 qui se situe après la carrière de Hammam Mélouéne.

II -5 : couvert végétal :

Le couvert végétal influence beaucoup sur le comportement hydrologique des bassins versants. Par ailleurs, la végétation joue un rôle atténuateur important en période de crue. En effet, lorsque la végétation est développée, le ruissellement est retardé et la pointe de crue est atténuée.

Le haut bassin versant est caractérisé par un recouvrement végétal de 40 à 50%, avec des arbustes (inférieur à 7 cm) sur les sommets qui sont composés de Cyprès, de pin d'Alep, de Caroubier et de lentisque.

Sur les bas versants, la principale végétation rencontrée est composée de Roseau, de Laurier rose et d'Olivier.

II- 6 : activités anthropiques :

Les activités du secteur sont essentiellement agricoles, industrielles et touristiques.

Nous commençons par la région de Hammam Melouene et Magtaâ Lazrag qui présente un site touristique très fréquenté par la population du centre en période de la baignade. Le site est transformé en camping, du mois de Juin jusqu'au mois de Septembre avec modification du lit en empêchant le courant, et créant des bassins. Nous mentionnons particulièrement les rejets de la station thermale de Hammam Mélouéne, ainsi que le lavage des légumes dans la station 5 en aval du village de Hammam Melouéne (fig. 12).

Puis nous descendons vers le Nord et à partir de la plaine de la Mitidja, la concentration des rejets urbains augmente, au cœur de la plaine de la Mitidja les rejets des activités agricoles sont présents.

Quant aux activités industrielles, elles se concentrent surtout dans la région aval du bassin versant de l'Oued El Harrach, nous citons les industries de Gé de Constantine, Beraki et El Harrach.



Fig. 12 : exemple des interventions anthropiques à l'Oued El Harrach

D'après toutes les données citées dans ce chapitre, nous pouvons dire que le site étudié appartient à une région à un climat méditerranéen et des précipitations qui varient de l'amont (Atlas) vers l'Aval, l'Oued partage deux régions différentes et importantes : l'Atlas Blédéen et la plaine de la Mitidja.

Le régime hydrogéologie est irrégulier ; soit naturellement (crues, étiages naturels) ou provoqué par des activités humaines (travaux et déviations, étiage provoqués surtout dans la région de Baba Ali.....etc.)

Chapitre troisième : Matériels, Méthodologie :

III-1 méthodes et choix des stations étudiées :

Les écosystèmes d'eau courantes présentent une grande diversité physique non seulement entre régions géographiques mais aussi de l'amont vers l'aval (**BERRAHOU et ALL, 2001**). Pour cette raison nous avons prospecté 6 stations entre 90 et 220 m d'altitude, de l'amont vers l'aval en fonction de : l'altitude, la pente, la localisation par rapport aux agglomérations (rejets urbains, industriels.....etc.), les champs agricoles et l'accessibilité.

Ces stations sont caractérisées par un substrat généralement constitué de : blocs, cailloux, sable, galets et la vase.

Les prélèvements ont été effectués de janvier 2017 jusqu'au mai 2017, soit un prélèvement par mois et par station (tableau 5).

Tableau 5 : campagne de prélèvements (2017) :

Compagne de prélèvements	Caractéristiques particulières
23/01/2017	Rien à signaler
21/02/2017	Rien à signaler
20/03/2017	Rien à signaler
24/04/2017	Rien à signaler
24/05/2017	Rien à signaler

L'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure de paramètre physico-chimique ainsi que sur la présence ou l'absence d'organismes et de micro-organismes aquatiques, indicateurs d'une plus au moins bonne qualité de l'eau.

III-2 caractéristiques physico-chimique de l'eau :

III-2 1 échantillonnage :

Dans le but de déterminer la qualité de l'eau du réseau étudié, nous nous basons sur l'étude physico-chimique, car cette dernière est complémentaire et nous permet de suivre les différents changements des caractéristiques physiques et chimiques. La qualité physico-chimique de l'eau est déterminée par de nombreux paramètres ; certaines sont liées à la géologie de l'aquifère : ph, chlorures, sulfates, calciums ...etc. et d'autres liées aux activités humaines : nitrites, nitrates ...etc.

Les prélèvements d'eau ont été conservés dans un flacon stérile d'un litre en polyéthylène. Après avoir été identifiés (date, heure et station de prélèvement) les échantillons ont été placés dans des glacières pour éviter leurs échauffements et bloquer les processus bactériens.

III-2 2 paramètres physiques :

a. La température : la température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autres, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10°C. l'activité métabolique des organismes aquatiques et donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît.

b. pH : le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur 7 correspond à une solution neutre à 25°C. le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons.

c. Conductivité électrique : la conductivité électrique est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par mètre à 20°C. la conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 µS/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 en ce qui concerne ce paramètre. Les espèces aquatiques ne supportent généralement pas des variations importantes en sels dissous qui peuvent être observées par exemple en cas de déversement d'eaux usées.

Les mesures de la température de l'eau (C°), potentiel hydrogène et conductivité (µS/cm) ont été effectuées sur le terrain à l'aide d'un analyseur multi paramètre de type WTW 340i.

d .Vitesse de courant :

La vitesse du courant est une composante du milieu, bien connue pour son action sélective sur les peuplements. En raison des difficultés de sa mesure, la vitesse du courant est estimée par sa valeur moyenne dans chaque station. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un flotteur lâché en surface du cours d'eau sur une distance de 10m, le temps est mesuré par un chronomètre. Elle a été évaluée par l'échelle de berg.

Tableau 6 : classification de la vitesse du courant selon l'échelle de berg (DECAMPS ,1971)

Vitesse(cm /s)	Classe
10	Très lente
10-25	Lente
25-50	Moyenne
50-100	Rapide
100	Très rapide

- d. Matières en suspension** : Les matières en suspensions comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autre micro-organismes de l'eau.

La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspensions peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). Les matières en suspensions sont exprimées en mg /l.

La détermination de la quantité de MES est faite au laboratoire par la méthode de filtration ; exprimée en mg /l.

III-2 3 paramètres chimiques :

Les analyses chimiques faites en différé, au laboratoire par les méthodes détaillées en annexe II, mise au point par **RODIER 1996**, consistent en :

- a. Oxygène dissous** : 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 en oxygène dissous est également fonction 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.

Globalement, plus la concentration en oxygène dissous est proche de la saturation, plus l'aptitude de la rivière à absorber la pollution est grande.

La teneur en oxygène est mesurée à l'aide d'un analyseur multi paramètre ; la valeur de l'oxygène dissous, est exprimé en mg/l ainsi le degré de saturation en pourcentage %.

- b. Dosage des Chlorures :** Les chlorures (Cl⁻) font généralement l'objet d'un suivi particulier une forte teneur en chlorures peut indiquer une pollution par des eaux usées domestiques (sels régénérant utilisées dans les lave-vaisselles) ou par certaines eaux usées industrielles. Les pics de concentrations en chlorures s'observent le plus souvent en période de gel (sel de déneigement).

méthode de Mohr

Les chlorures d'un volume connu d'eau sont précipités en présence d'acide nitrique par un excès de nitrate d'argent titré avec chromate de potassium comme indicateur.

- c. Dosage de Calcium et du Magnésium :** méthode de titrage molaire

Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe de type chélate par le sel disodique de l'acide éthylène diamine tétra acétique. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le noir ériochrome (magnésium) et le murexide (calcium).

- d. Dosage des nitrites :**

Méthode spectrophotométrie :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en rose et susceptible d'un dosage spectrophotométrie.

- e. Dosage des phosphates :** méthode spectrophotométrie

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les ortho phosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue qui peut être analysé par un dosage spectrophotométrique. Certaines formes organiques pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des ortho phosphates, le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium

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

A des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu fortement acidifié par l'acide sulfurique et en présence d'un catalyseur (sulfate d'argent) et de sulfate de mercure, l'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium

- g. Demande biologique en oxygène (DBO)**

Un prétraitement de l'échantillon d'eau à analyser et des dilutions avec différentes quantités d'eau de dilution en oxygène dissous, et contenant un ensemencement de microorganismes aérobies, avec suppression de la nitrification (ATU) sont effectués

Vu la difficulté pour choisir le degré de dilution exact pour la mesure de la DBO il est recommandé de conserver l'échantillon dans le congélateur à 18°C

Jusqu'à obtention des valeurs de la DCO servant à déterminer des intervalles caractéristiques pour rapport R en fonction du type d'échantillon et cela afin de calculer de la DBO5 présumée .

III-3 l'étude bactériologique de l'eau :

III-3-1 échantillonnage et méthode utilisées :

L'objectif de cette analyse n'est pas d'effectuer un inventaire de toute les espèces présentes, mais rechercher : soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes, soit ce qui est souvent plus aisé celles qui les accompagnent souvent et qui sont en plus grand nombre, en particulier dans l'intestin de l'homme et sont par leur présence indicatrices d'une contamination fécale (**RODIER, 1996**).

Les prélèvements ont été effectués dans des flacons en verre stérile, en plongeant la bouteille sous la surface de l'eau, en l'ouvrant en dessous et en la fermant toujours à l'intérieure de l'eau. Les flacons ont été conservés dans une glacière avant leur transport au laboratoire. La méthode utilisée est celle de filtration en utilisant une rampe de filtration.

III-3-2 les groupes bactériologiques recherchés :

Nous nous sommes intéressés à la recherche des coliformes fécaux qui nous renseignent de l'existence d'une contamination fécale (annexe 2).

Chapitre IV –résultats et discussions :

IV 1-Caractéristiques physico-chimiques :

IV 1-1- Température :

Il est important de connaître la température de l'eau car elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du PH (RODIER,1996).

Nous avons enregistré au cours des six campagnes réalisées, des valeurs qui répondent aux températures saisonnières (fig. 13) .la valeur la plus importante était de 25°C au mois de mai au niveau de la station 4. Quand a la valeur la plus basse :8.5 dans la station 1 pour le prélèvement du mois de février

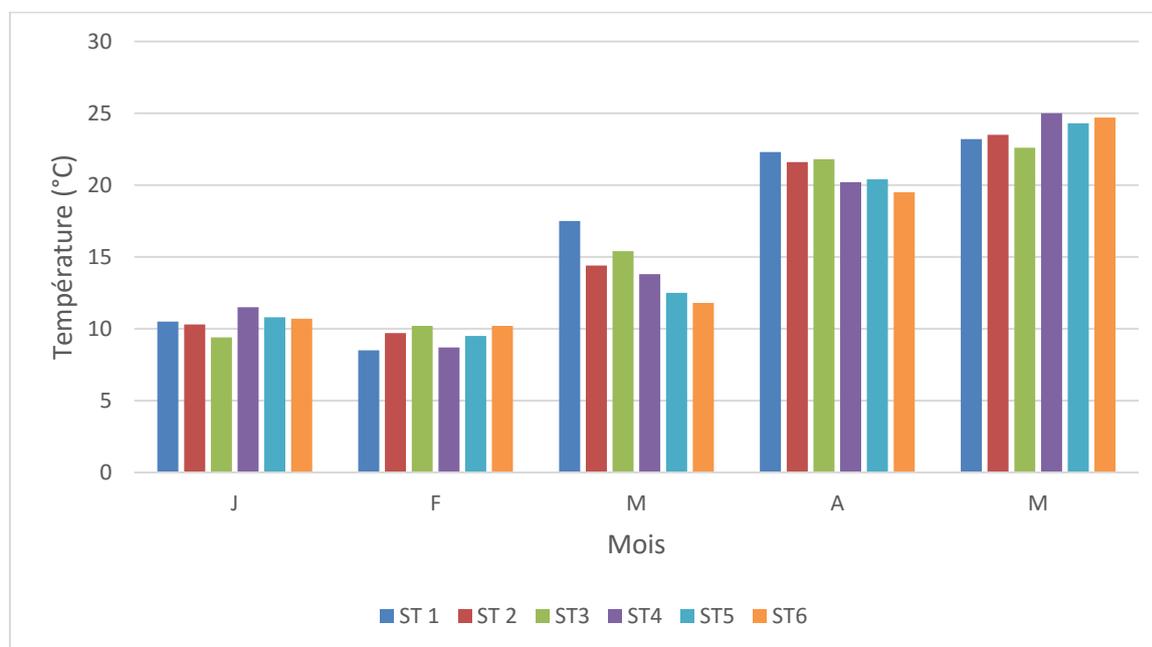


Fig. 13 : variation mensuelle de la température

Les légères différences enregistrées lors d'une campagne de prélèvement entre les différentes stations sont dues à l'heure de prélèvement (entre 7h et 15 h), par contre les variations temporelles sont importantes entre les six campagnes de prélèvements effectuées, c'est une variation normale et saisonnière.

IV 1-2- : Potentiel hydrogène :

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité. Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau (RODIER ,1996).

Le paramètre pH dépend de la nature géologique des terrains traversés par les eaux, ainsi que des apports extérieurs (PARINET et al,2000).

Le pH varie entre 7 et 8, les valeurs du 7 sont enregistrées surtout dans les stations les plus en aval (station 6)

Le pH joue un rôle prépondérant par son effet direct ou indirect sur la solubilité des carbonates ou comme indicateur d'acide libre plus au moins dissocié (DUSSARD ,1966).

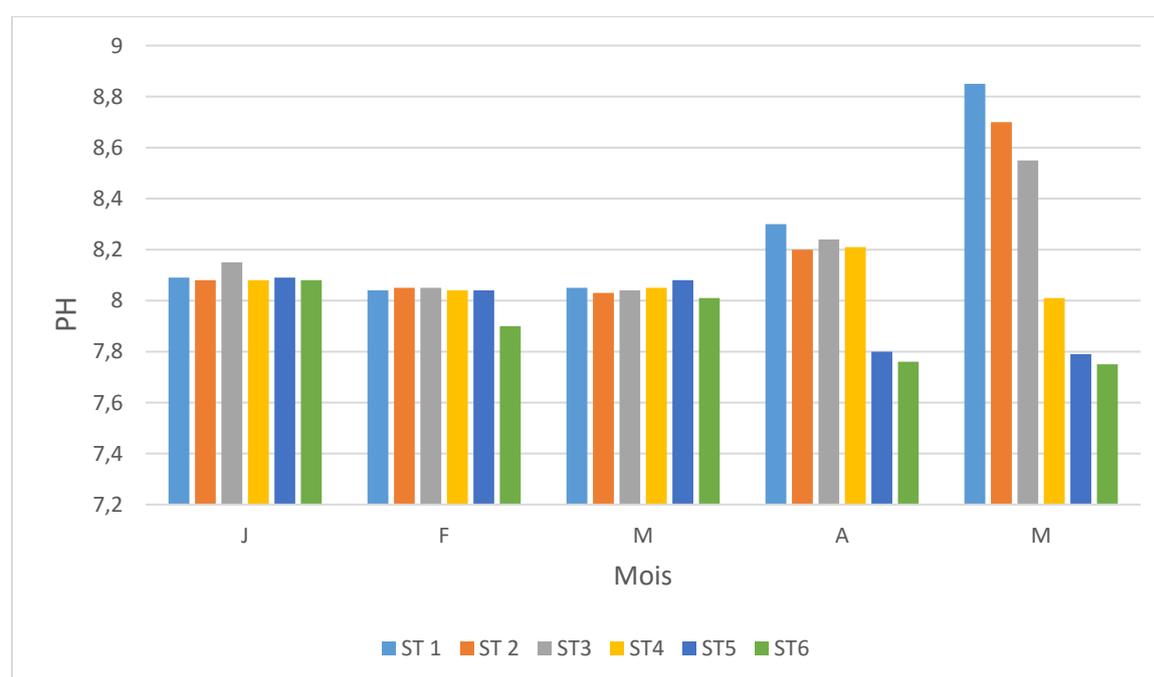


Fig. 14 : variation mensuelle du pH

Nous remarquons qu'il n'y a pas de variations temporelles remarquables pour les valeurs de PH. Les variations spatiales, sont plus au moins remarquables entre les différentes stations. Cette variation est liée à la localisation de ces stations au voisinage des champs agricoles et des zones industrielles.

Les différentes valeurs de pH pour la période d'étude indiquent que les eaux de l'oued el Harrach (pour la partie étudié) sont d'une alcalinité moyenne à faible.

IV 1-3 –Minéralisation :

IV 1-3-1-Conductivité électrique :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métallique de 1 cm²de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (RODIER ,1996)

Les valeurs mensuelles de la conductivité mesurées varient entre 450 et 2900 $\mu\text{s/cm}$. Le maximum a été enregistré en période hivernale

Les valeurs de la conductivité électrique sont très importantes et remarquables au niveau de la station N°5, nous pouvons lier cette anomalie aux rejets de la station thermique et la carrière de Hammam Melouane, car la station 5 se localise juste après.

Nous remarquons qu'il n'y a pas de variations temporelles le long de la période d'étude.

Les valeurs de la conductivité au cours de la campagne de prélèvement du moi du janvier 2017 sont faibles par rapport aux autres campagnes. Ceci est lié à la crue durant ce mois. D'après **ALHOU (2007)**, la minéralisation la plus faible correspond aux périodes des crues.

A partir des valeurs de la conductivité électrique qui nous renseignent sur la minéralisation, nous pouvons dire qu'elle est moyenne à accentuée en amont et importante à élever tout en descendant vers les stations aval.

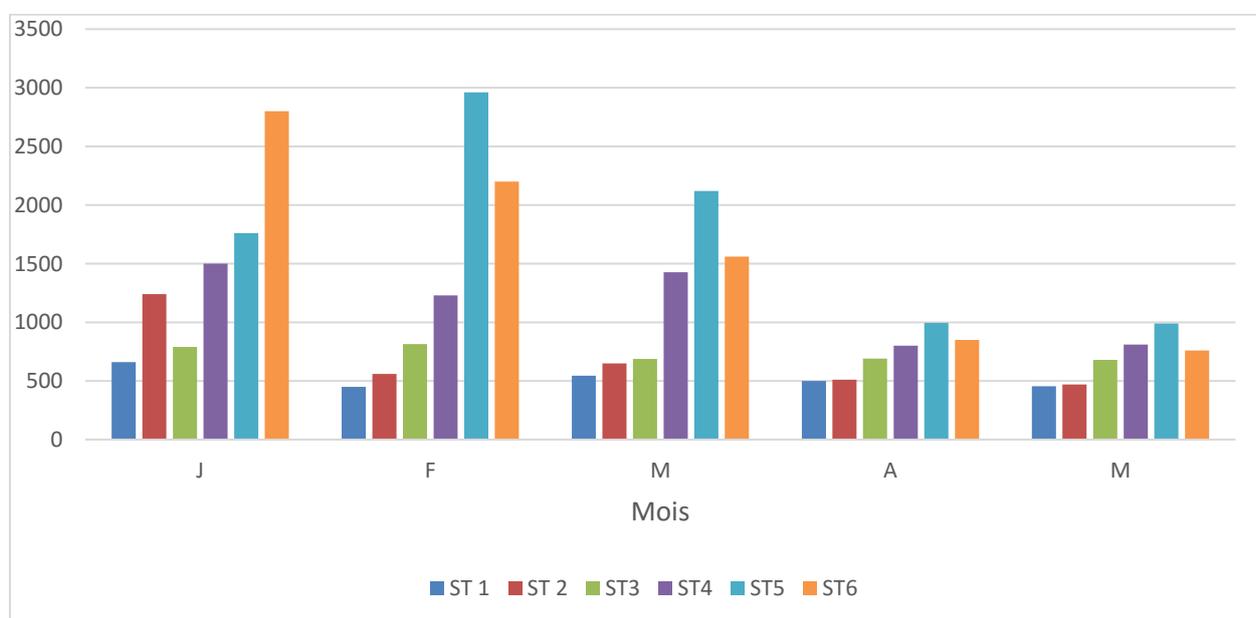


Fig. 15 : variation mensuelle de la conductivité

IV 1-3-2- la dureté de l'eau :

La dureté exprime la concentration en ions incrustants Ca^{++} et Mg^{++} .

IV 1-3-2-1 Calcium :

Le calcium ne constitue pas un élément de l'alcalinité cellulaire des êtres vivants mais intervient dans la cellule vivante en tant que neutralisant des acides organiques. Le calcium joue aussi un rôle important dans l'élaboration des tests, coquillages, squelettes des métazoaires (**RAMADE,1987**)

Il représente le cation le plus abondant dans les eaux continentales (**LEVEQUE,1996**).

Le calcium, élément principal de la dureté de l'eau, est un métal alcalino-terreux extrêmement répondu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de bicarbonates de calcium (SAVARY,2003).

Il existe surtout à l'état d'hydrogéocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfate, chlorures, etc. (RODIER ,1984).

Ce sel se rencontre dans presque toutes les eaux naturelles. Sa teneur dans l'eau est directement liée à la nature géologique des terrains traversés(SAVARY,2003).

Les valeurs en calcium présentent des variations importantes dans le temps et dans l'espace, selon l'analyse mensuelle du calcium les valeurs dépassent 30mg/l dans toutes les stations, la valeur maximale est enregistré au mois d'avril avec 150mg/l station 3 et la valeur minimale mois de mai 40 .4 mg/l mois de mai, nous remarquons que la station 5 a des valeurs élevées en calcium pendant toute la période d'étude. Cela doit être expliqué par la nature géologique du bassin traversé (figure 16)

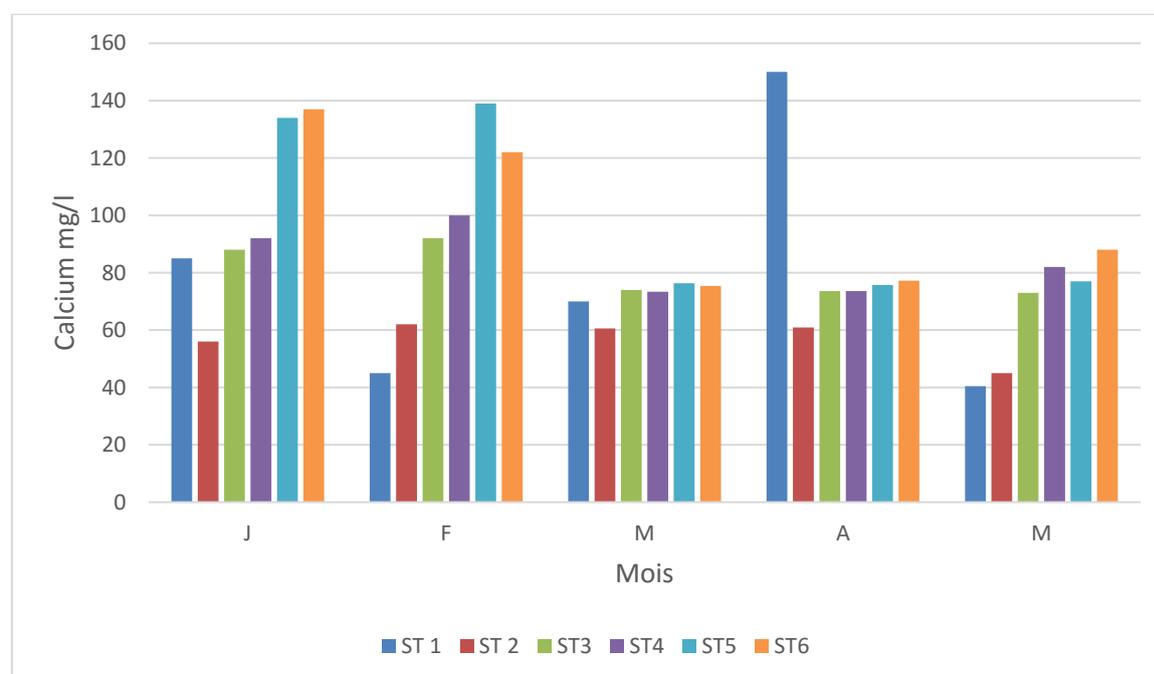


Fig. 16 : variation mensuelle de calcium

IV 1-3-2-2 Magnésium :

Le magnésium après le calcium est l'élément le plus abondant chez les végétaux (RODIER et al,2005). Les concentrations de magnésium ne sont pas tellement dépendantes des activités humaines, donc il n'est pas utilisé comme indicateur de stress liés à la pollution.

Le magnésium beaucoup plus soluble que le calcium, est un élément d'accompagnement dont l'action diffère sensiblement, justement à cause de cette différence de solubilité. Au cours de l'évaporation d'une eau carbonatée contenant ces deux cations, le calcium se dépose en premier si bien que l'eau s'enrichit en magnésium, ce qui entraîne parfois des modifications de flore et de la faune (DUSSART,1966) .

Il est indispensable à la vie, jouant un rôle dans la respiration et la photosynthèse dont il peut être un facteur limitant (GAUJOUS,1995).

Les valeurs de magnésium présentent des variations dans le temps et dans l'espace. La valeur minimale est de 13 mg/l enregistrée dans la station 1 pour le mois de février. La valeur maximale est de 250.50 mg/l dans la station 2 pour le prélèvement du mois de mai. Les températures élevées peuvent entraîner par la transpiration une augmentation de 25% de l'excrétion normale (RODIER ,1984), ce qui explique quelque valeurs élevées (fig. 17).

Les valeurs obtenues à partir du dosage de magnésium sont en générale fonction de la nature du bassin versant traversé et de la géologie de la région.

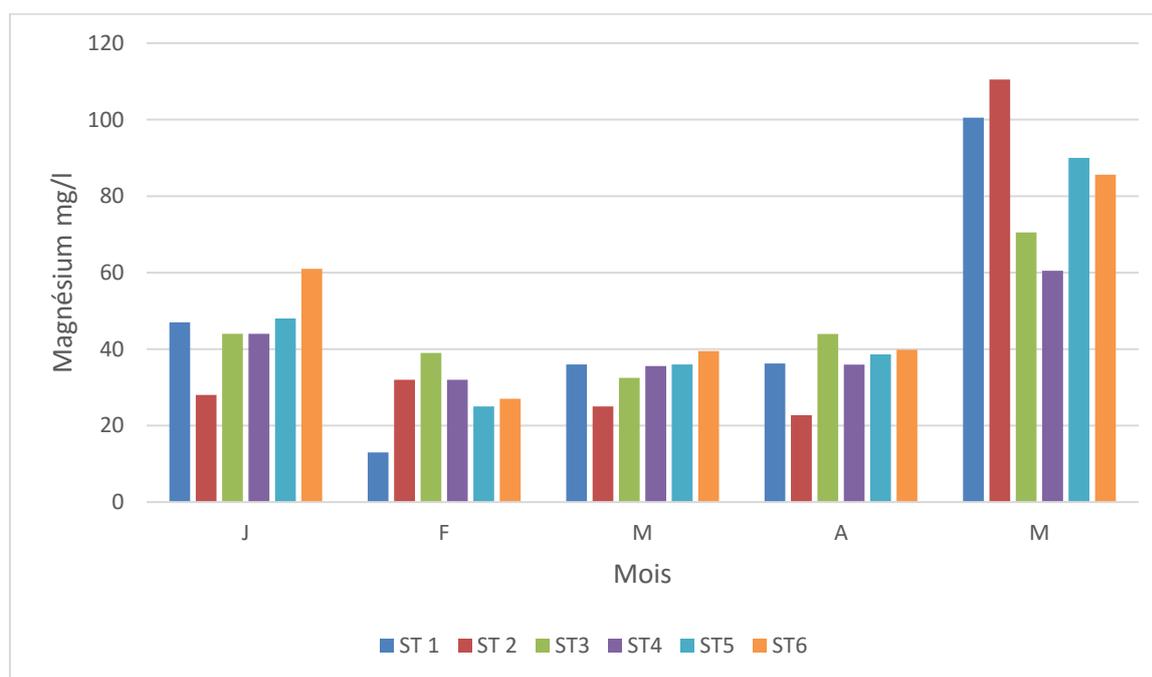


Fig. 17 : variation mensuelle de magnésium

Les teneurs de la dureté varient entre 25 et 59 °F ce qui classe l'eau très dure, indiquant une situation de région à substrat acide, alcalinité excessivement faible.

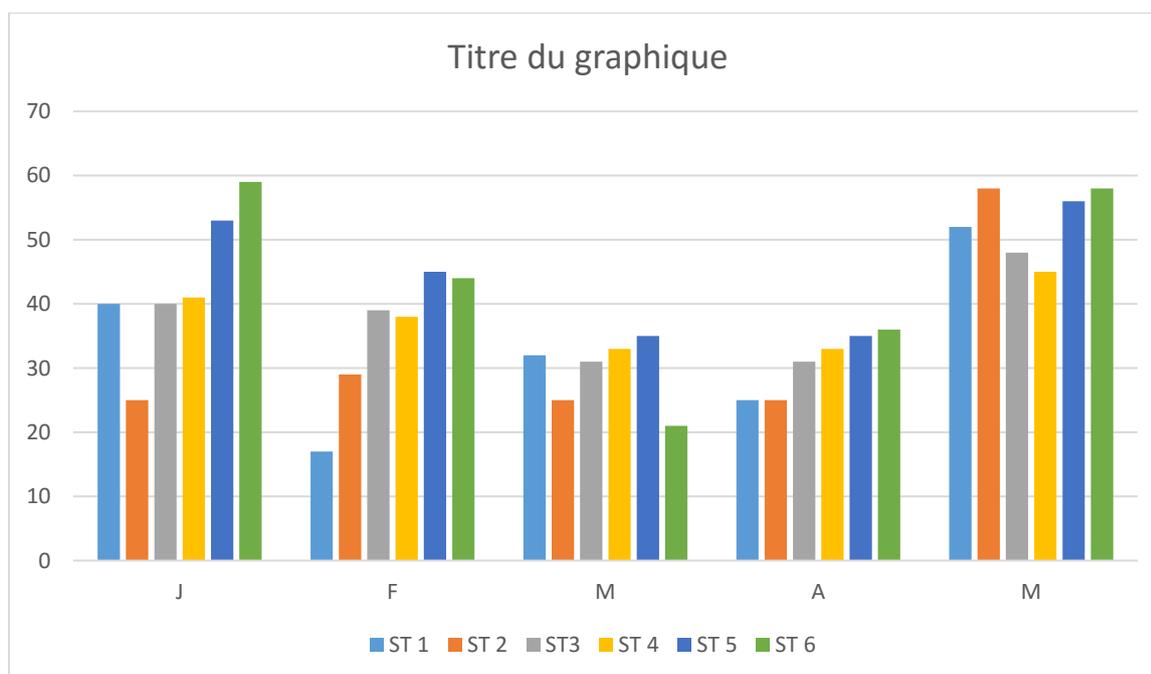


Fig. 17 : variation mensuelle de la dureté

IV 1-3- 3- Chlorures :

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Les teneurs en chlorures des eaux naturelles sont susceptibles de subir des variations provoquées : dans les zones arides par un lessivage superficiel en cas de fortes pluies (RODIER, 1996).

Les teneurs en chlorures des eaux de l'Oued el Harrach sont extrêmement variées. Elles fluctuent entre 24.40 et 350 mg /l, la plus faible valeur marquée à la station 2 mois de Janvier.

Dans la plupart des prélèvements, les teneurs des chlorures sont supérieures à 100 mg/l, ce qui classe les eaux de notre cours d'eau à les classes 5 et 6 selon la classification de NISBET VERNAUX, (1970) ,(voir annexe 3) indiquant un cours d'eau particulière plus au moins pollué. Ces charges sont liées principalement à la nature du bassin versant et aux lessivage des eaux usées urbaines et industrielles (RODIER et al, 2005).

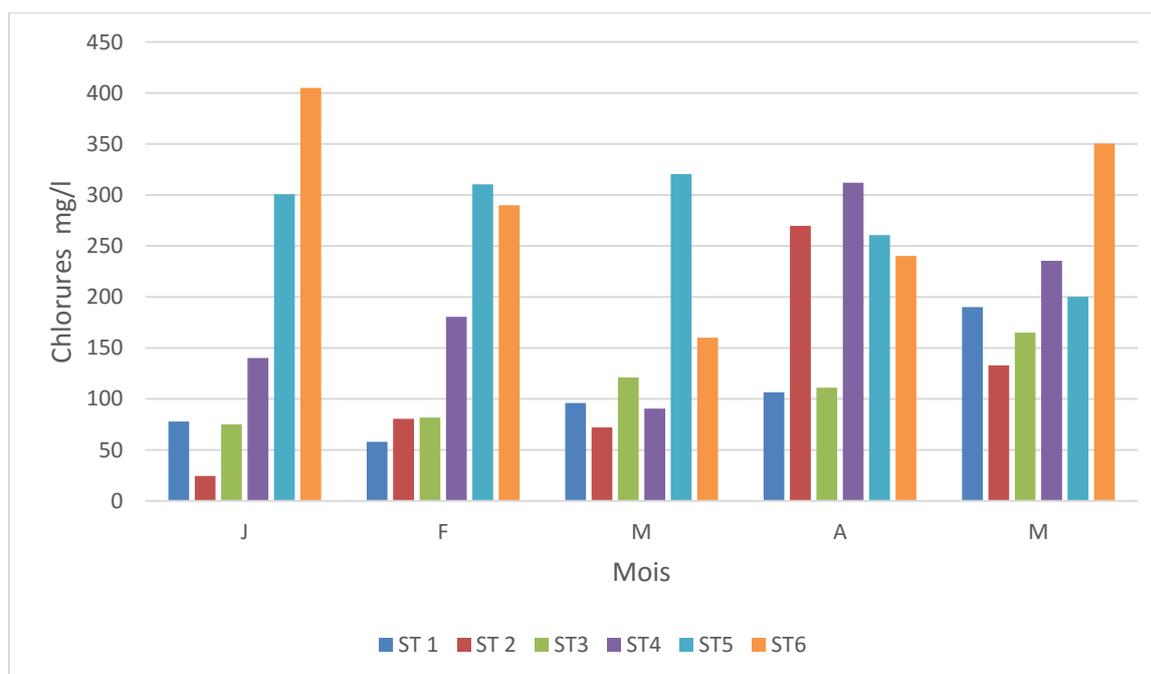


Fig. 18 : variation mensuelle des chlorures

IV 1-4- Matières en suspension :

La teneur, la composition minérale et organique dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau, elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des travaux, des rejets, etc. (**RODIER 1996**).

Nos résultats montrent qu'il y a des différences spatio-temporelles remarquables. Les teneurs en matières en suspension sont importantes dans la station 5. Cette dernière est localisée après la sablière de Hammam Melouene.

La comparaison des valeurs de MES d'un mois à une autre montre que les valeurs élevées sont celles liées à la pluviométrie et les crues, le cas du mois de février, (fig. 19)

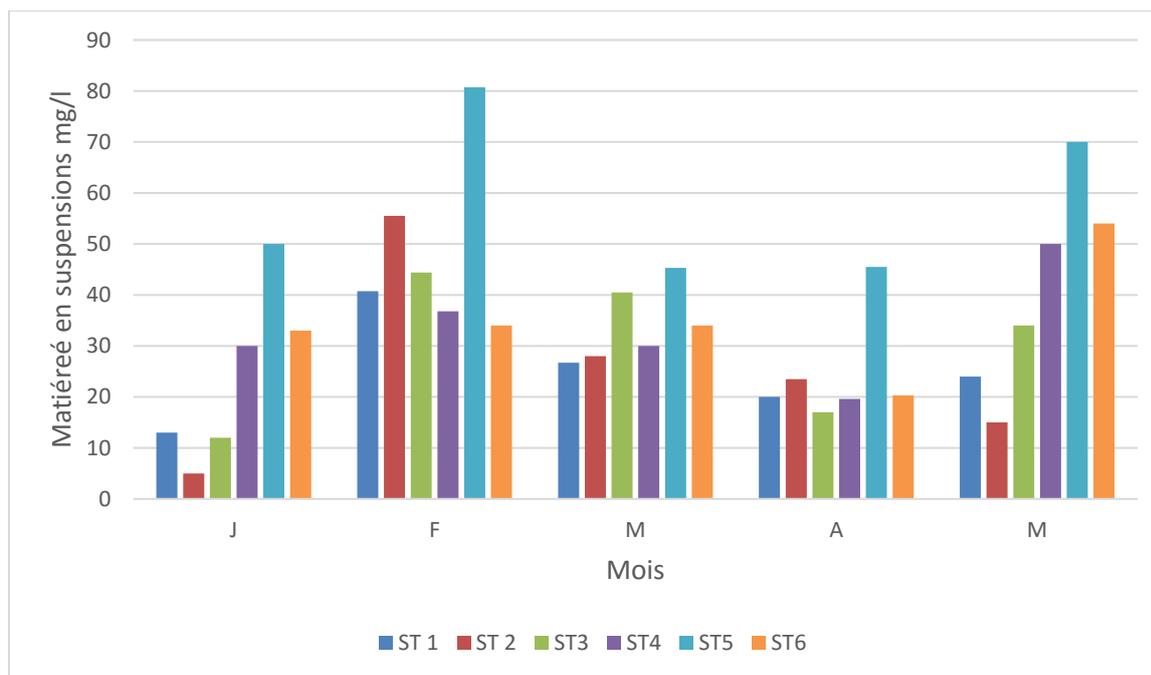


Fig. 19 : variation mensuelle des M.E.S

Les cours d'eau qui contiennent des teneurs de quelque mg/l de MES ne posent pas de problèmes majeurs. Cependant, des teneurs élevées peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissous et limiter alors le développement de la vie aquatique, en créant des déséquilibres entre les diverses espèces (RODIER,1996).

D'une façon générale, les MES interviennent dans la composition de l'eau par leurs effets d'échanges d'ions ou d'absorption, aussi bien sur les éléments chimiques à l'état de traces que sur les microorganismes (RODIER,1996).

La situation des eaux est généralement bonne dans les stations de l'amont, et moyenne dans les stations aval, la station 5 fait l'exception vue sa localisation en aval de la carrière Hammam Melouéne, où la qualité de l'eau est toujours médiocre.

IV 1-5 l'oxygène dissous :

La quantité d'oxygène dissous présent dans le milieu récepteur, est un indice important lié à l'activité biologique du milieu (BLIFFERT et PERRAUD,2001).

L'oxygène reflète tant par son déficit que par son excès une pollution au milieu aquatique (ALHOU ,2007).

La solubilité de l'oxygène augmente avec l'augmentation de la pression atmosphérique et la diminution de la température (ARRIGNON,1998).

L'oxygène est soluble dans l'eau, mais sa solubilité dépend de la température, et peut jouer le rôle de facteur limitant dans les milieux aquatiques (LEVEQUE ,2001).

Les résultats obtenus lors des campagnes de prélèvements présentent des variations entre les différents mois et qui sont liés négativement aux valeur de la température. Nous avons eu une valeur élevée pour le mois de Février (11.85 mg/l station 1). Ou la température été basse, contrairement à la période de haut température.

Ces résultats traduisent l'existence d'une relation avec le cycle annuel thermique, ou les fortes températures entraînent une diminution de l'oxygene dissous.

D'après les valeurs nous remarquant que les teneurs en saturation varient entre 94% et 100%, ainsi une situation critique à bonne de l'oxygénation de l'eau (**NISBET et VERVEAUX, 1970**) (annexe 3)

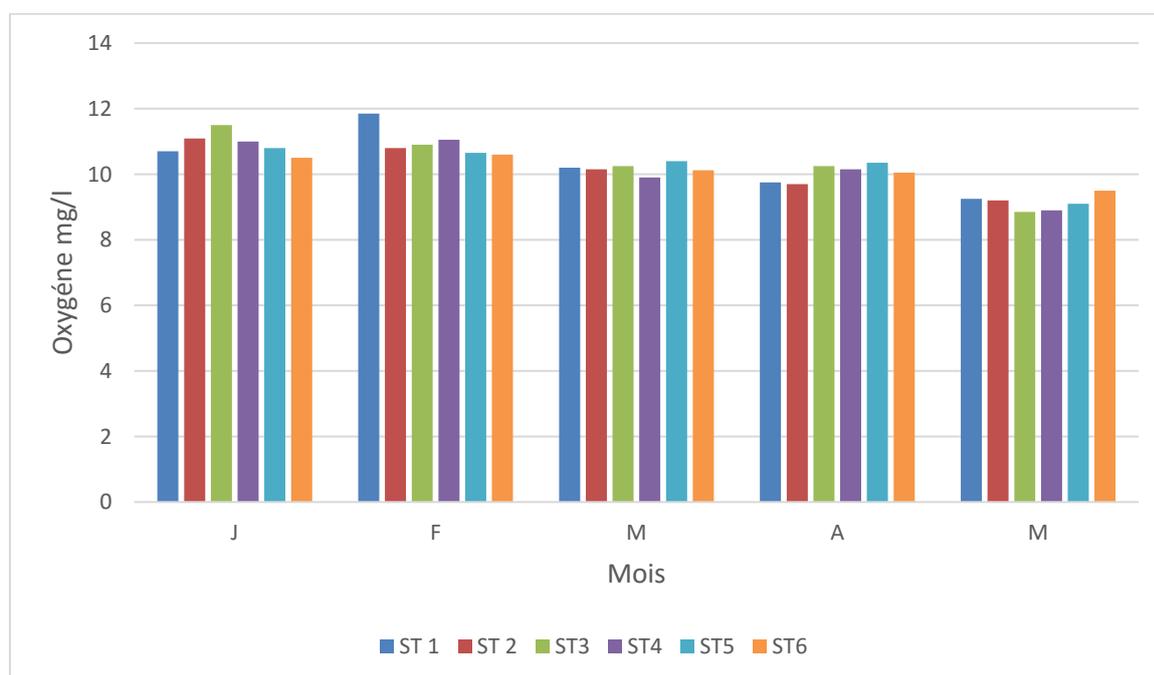


Fig. 20: variation mensuelle de l'oxygene dissous

IV 1 6 Nutriments :

De très nombreux sels minéraux sont rejetés dans les eaux continentales ou marines par l'industrie ou l'agriculture (engrais chimiques), (**DAMADE,2005**).

IV 1-6-1 Nitrites :

Les nitrites représentent la forme la moins oxygénée et la moins stable de l'azote (**GAUJOS ,1995**), ce qui leur confère des teneurs faibles par rapport aux nitrates. Ils existent à l'état naturel sous forme soluble mais ils sont aussi apportés de manières synthétique par les engrais (**IVAN et al, 2005**).

Les concentrations mensuelles des nitrites varient entre 0 et 0.09 mg /l, qui signifie une eau pure ou autoépuration active, classe 1 (**NISBET et VERNEAUX ,1970**). (Annexe 3)

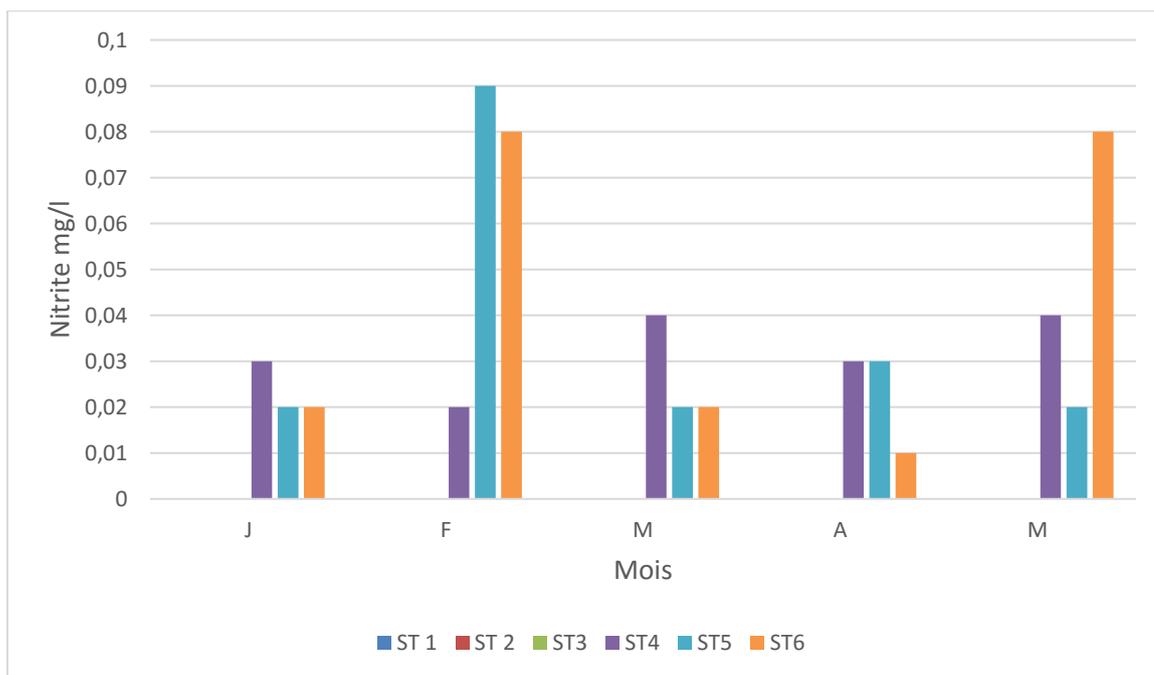


Fig. 21 : variation mensuelle des nitrites

IV 1-6-2 Phosphate :

Dans un écosystème aquatique continental, on considère généralement le phosphate comme facteur limitant la production de la biomasse végétale (LEVEQUE ,1996). Il est naturellement présent dans les eaux superficielles à faible concentration, compte tenu de son importance dans la constitution des êtres vivants (PESSON,1980).

Les valeurs obtenues durant nos prélèvements montrent un taux de phosphate avec un maximum de 0.013 mg/l, et un taux bas de 0mg/l. Selon la classification de NISBET et VERNEAUX 1970 (annexe 3), ces eaux appartiennent au classe 1, très peu productives.

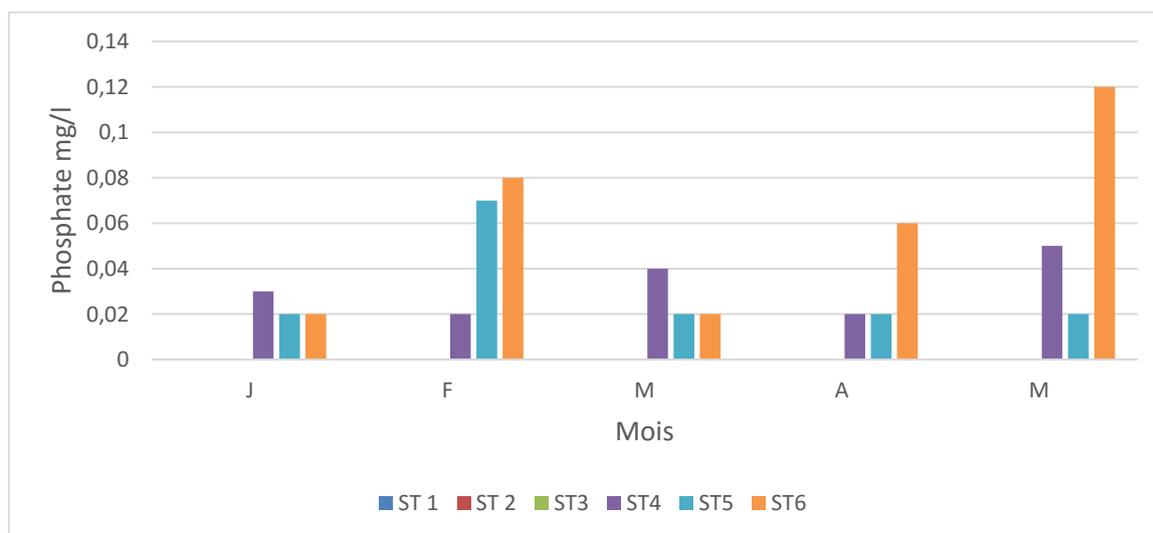


Fig. 22 : variation mensuelle des phosphates

IV 1-7 Vitesse du courant :

Le courant est un facteur écologique important dans la répartition de la faune. la vitesse d'écoulement de l'eau dépend essentiellement du débit, et de la pente. A une échelle plus fine, elle dépend localement de la configuration du fond, de la largeur et la profondeur du lit (**GENIN et al,2003**). Elles sont également fonction de la granulométrie des terrains (**DECAMPS,1971**).

Selon l'échelle de Berg et d'après les résultats, nous remarquons que les vitesses du courant sont irrégulières d'un prélèvement à un autre, elles sont importantes surtout en période des pluies (saison hivernal).

Elles sont variables aussi d'une station à une autre, cette variation est en fonction de la largeur et de la profondeur de chaque station.

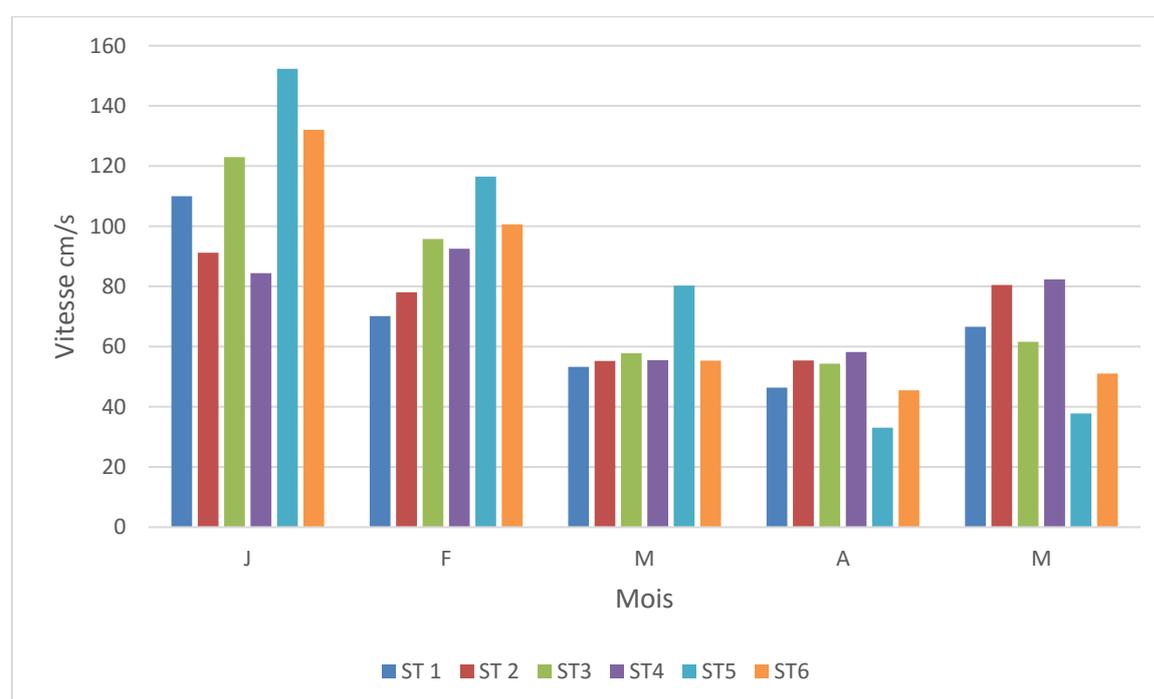


Fig. 23 : variation mensuelle de la vitesse du courant

IV 1-8 demande biochimique en oxygene :

La matière organique constitue dans l'eau un rapport alimentaire pour les microorganismes qui en la dégradant consomment l'oxygene du milieu qui devient de plus en plus déficitaire. Plus la DBO5 est grande, plus l'eau est polluée.

La signification hygiénique de ces substances n'est pas bien définie, mais une eau riche en matières organiques doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique (produit réducteurs) (**DEGREMONT ,1978**).

La concentration maximale est de 3.61 mg/l le mois de mai, ceci indique que notre eau est légèrement polluée.

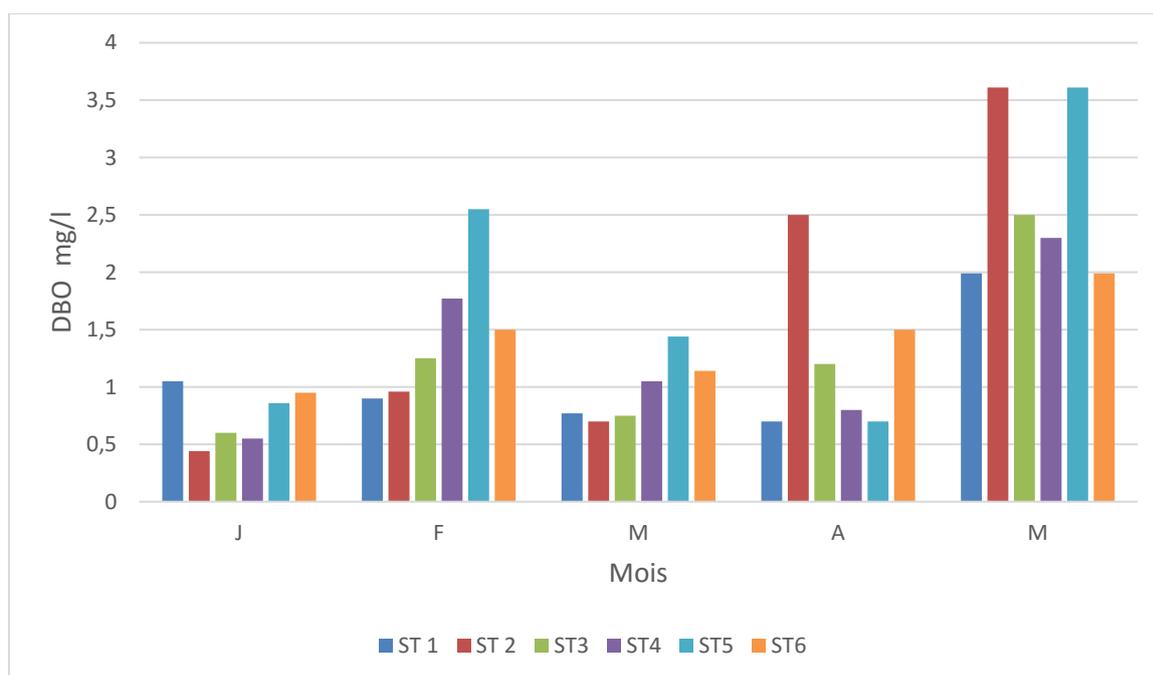


Fig. 24: variation mensuelle de la DBO5

IV 1-9 demande chimique en oxygene :

La demande chimique en oxygène est la quantité en mg/ l qui est nécessaire pour oxyder principalement les composés organiques présents dans l'eau (BLIFERT et PERRAUD, 2001).

Les résultats obtenus nous indiquent que la DCO ne dépasse pas 25 mg/l. ceci indique que notre eau est assez bonne.

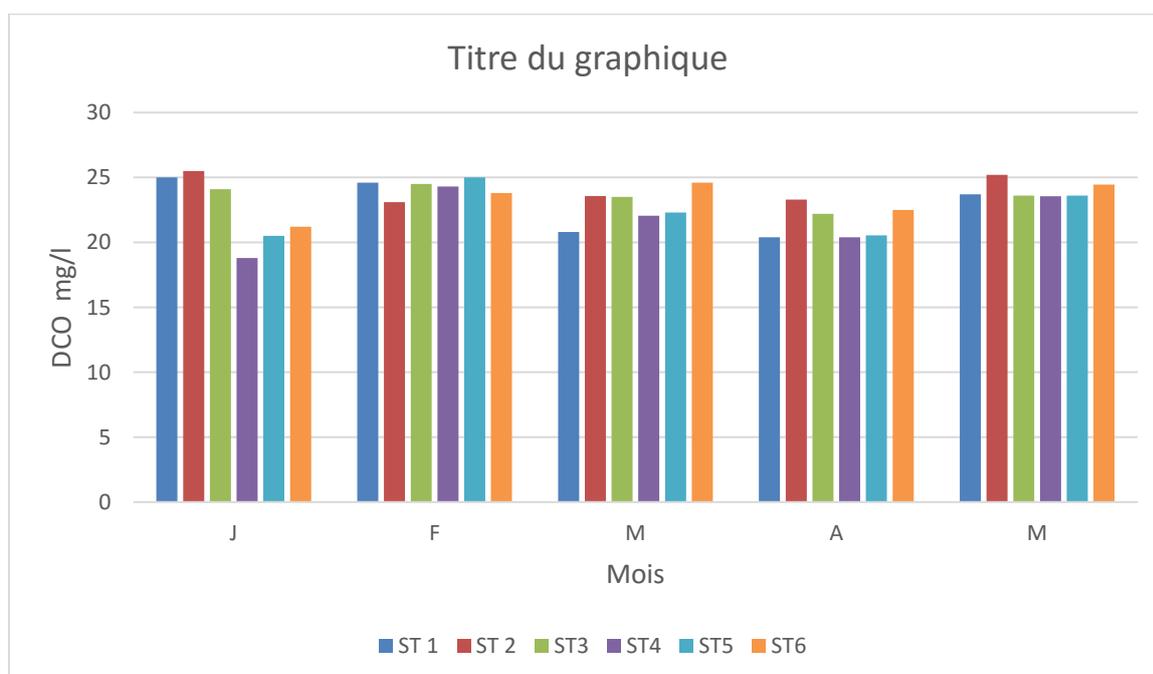


Fig. 25 : variation mensuelle de la DCO

IV 2- Caractéristiques bactériologiques :

L'intérêt de cette analyse bactériologique n'est pas la recherche de tous les microorganismes dans les eaux le long de l'oued, mais seulement les germes jouant le rôle d'indicateurs. La grande majorité de ces microorganismes nocifs diffuse dans l'environnement aquatique, par l'intermédiaire des souillures fécales humaines ou animales (**HASLAY et LECLERC ,1993**).

Les coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance (**RODIER, 2005**). Ce sont donc, de bon indicateurs spécifiques de pollution fécale.

IV 2-1 Les coliformes fécaux ou thermo-tolérants :

Les stations amont (1,2,3 et 4) présentent des variations remarquables en C.F elles ont une répartition hétérogène le long de la période d'étude, où nous n'avons enregistré aucune présence de ces dernières aux mois de janvier et février (inférieur à 2000 UFC/100 ml), pour les valeurs élevées elles sont enregistrer au mois d'avril et mai (entre 5000 et10000) pour la station 5 et 4 mois de mai, ce qui classe notre eau d'assez bonne a médiocre (tableau 07).

Tableau 07 : RESULTATS BACTERIOLOGIQUES :

Mois Station		J	F	M	A	M
		C.F	St1	<2000	<2000	<5000
U.F.C	St2	<5000	<5000	<5000	<5000	<5000
	St3	<5000	<5000	<5000	<5000	<5000
	St4	<5000	<5000	<5000	≤10000	<5000
	St5	<5000	<5000	<5000	≤10000	<5000
	St6	<5000	<5000	<5000	<5000	<5000

Conclusion :

Oued El Harrach est un cours d'eau qui a une importance non négligeable sur l'échelle Hydro biologique et écologique .il possède une position géographique remarquable.il a été l'objet de nombreuses études sur la dégradation de la qualité des eaux dans sa partie aval.

L'analyse physicochimique de l'eau montre la qualité ponctuelle du cours d'eau, elle tente de qualifier les pollutions en retrouvons leurs causes (**DOUCET ,2003**). Cette approche physicochimique ne prétend pas à aborder toutes les altérations subies par le milieu ; elle se limite aux principales substances polluantes présentes dans l'eau : matières organiques, nitrates, phosphores, chlorures, sulfates.....

Les eaux du bassin versant de l'Oued El Harrach sont caractérisées par :

Des valeurs moyennes de la température, le profil de la température présente des variations normales, il répond aux températures naturelles du climat méditerranéen.

Le pH démontre une alcalinité moyenne.

Le cours de l'eau étudié présente une oxygénation moyenne, ce sont des eaux alcalines de minéralisation importante, l'oxygène est moins important en aval qu'en amont, ainsi que les MES qui sont plus importantes toujours dans les stations aval surtout au niveau de la station 5 où nous enregistrons l'effet de la carrière Hammam Mélouene sur l'Oued. La matière organique constitue dans l'eau un apport alimentaire pour les microorganismes qui en la dégradant consomment l'oxygène du milieu qui devient de plus en plus déficitaire (**ALHOU ,2007**).

La minéralisation est de moyenne à importante, l'apparition de faibles teneurs de nitrites et phosphates sont enregistrées dans les stations aval à cause des terrains agricoles et de l'implantation de quelque unité industrielle.

Présence négligeable des coliformes fécaux dans le milieu.

Les résultats obtenus dans le cadre d'étude de l'évaluation de la qualité d'eau de Oued El Harrach durant les six mois et selon les paramètres physicochimiques et bactériologique montre une qualité entre bonne et moyenne ,cette dégradation est liée aux différents facteurs tels que la diversité en méso habitats (qui influent directement sur la diversité du peuplement qu'héberge la rivière), les phénomènes des crues et étiages (qui cause des changements brutaux et important sur la macrofaune) et sans oublier le problème de perturbation humaines.

Afin d'évaluer la qualité des eaux de l'Oued El Harrach nous recommandons :

- Un inventaire des sources de pollution
- Une mise en évidence des principales sources de pollution et notamment l'impact des diverses pressions
- Une meilleure connaissance du milieu aquatiques
- Des mises à jours des cartes de qualité et en définir les objectifs

A.N.R.H.,2017 : agence national des ressources hydrogéologiques. Données hydrologiques du bassin versant de l'Oued El Harrach.

ADJERID A.S.,1990 : évaluation de la qualité d'eau du lac de Réghaia. Mémoire d'ingénieur, INA, El Harrach.

AISSANI F et GOUASMIA F.,2009 : évaluation de la qualité de l'eau de l'Oued El Harrach. Mémoire ingénieur d'état.

ASPE et POINT ,1990 : l'eau en représentation, gestion de la qualité des milieux aquatiques et représentation sociale.

GUDICELLI et al, 1985 : caractéristiques abiotiques et hydro biologiques des eaux courantes méditerranéennes.

BOUZIANI ,2006 : l'eau dans tous ses états. Ed Dar Elgharb

RODIER et al, 2005 : l'analyse de l'eau : eau naturelles, eaux résiduaires et eau de mer.8 éme edition.

BERRAHAL et MEROUANE 2004 : l'étude du risque d'inondation de l'oued El Harrach. Mémoire d'ingéniorat

BOGARDI et LOSSEN,1974 : assainissement de la région de Oued El Harrach

RIMINI 2005 :problématique de l'eau en algérie .collection hydraulique et transport solide.

ANGELLIER 2000 : écologie des eaux courantes. Edition technique et documents.

CHAUMONT et PAQUIN (1971) :

LOUNACI ,2005 : recherche sur la faunistique, l'écologie biogéographie des macros invertébrés des cours d'eau de Kabylie. Thèse doctorat d'état U.M.M.T.O

LEVEQUE,1996 : écosystème aquatique, les fondamentaux : édition hachette, paris.

BALL etAL,2000 : l'essentiel en écologie. Berti Edition

O.N.M 2017 : office national de météorologie. Données climatiques de la wilaya d'Alger.

GUYOT ,1999 : climatologie de l'environnement .2 eme édition Dunod. Paris

DAJOZ,2000 : précis d'écologie .7 éme édition Dunod

DJEDIATE, 1996 : étude géologique et géotechnique de la Mitidja Nord Oriental. Thèse de Magister, IST, USTHB.

ARRIGNON,1998 : aménagement écologique et piscicole des eaux douces, 3eme édition Gauthier Villars.

BERRAHOU etALL,2001 : distribution longitudinale des macros invertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluent.

DECAMPS ,1971 : la vie dans les cours d'eau, université de France, Paris.

RODIER 1996 : analyse de l'eau

PARINET et al,2000 : étude analytique et statistique d'un système lacustre soumis à divers processus d'eutrophisation.

DUSSARD ,1966 : limnologie, l'étude des eaux continentales. Collection internationale sous la direction de C,Delmare Deboutteville.

RAMADE,1987 : Elément d'écologie, Ecologie fondamentale.MC GRAWWILL.

SAVARY,2003 : Guide des analyses de la qualité de l'eau. TECHNI-CITES.

RODIER et al,2005 : L'analyse de l'eau.

DUSSART,1966 : limnologie, l'étude des eaux continentales. Collection internationale sous la direction de C .Delmare Deboutteville .

GAUJOUS,1995 : La pollution des milieux .

RODIER ,1984 : L'analyse de l'eau.

BLIFFERT et PERRAUD,2001. : chimie de l'environnement, air-eau, sols, déchets. Edition de Boeck Université

RAMADE,2005 Elément d'écologie, Ecologie appliquée. Nouvelle édition, Paris.

GAUJOUS ,1995 : La pollution des milieux. Aide-mémoire 2^{ème} Edition. Paris.

IVAN et al, 2005 : entretien des berges de petits cours d'eau dans le bocage sud-manche : réponse de la végétation herbacée aux processus écologique et agricoles.

DEGREMONT ,1978 : mémento technique de l'eau.

HASLAY et LECLERC ,1993 : microbiologie des eaux d'alimentation

Tableau 3 : moyenne mensuelles et annuelles du vent (m /s) de région d'Alger durant la période 2005-2016 (O.N.M) 2017

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelles
Vitesse Mensuelle Du vent(m/s)	2.4	2.9	2.9	2.7	2.8	2.8	2.9	2.8	2.6	2.1	2.4	2.1	2.6

Tableau 4 : moyenne mensuelles et annuelles de l'ensoleillement de région d'Alger durant la période 2005-2016 (O.N.M) 2017

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
Moyennes Mensuelles de l'ensoleillement (h)	170.7	168.4	211.2	229.2	270.3	314.6	336	320.4	242.2	234.5	173.4	167.3	236.5

Tableau 5 : débits liquides mensuels (m³/s) de l'Oued El Harrach

Année	sept	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout
1985-1986	0,91	1,02	1,43	2,22	2,66	7,92	14,38	3,90	2,68	1,36	0,91	0,63
1986-1987	0,57	0,75	1,27	9,58	6,45	35,26	7,16	3,51	1,56	1,18	0,67	0,30
1987-1988	0,22	0,61	2,31	0,70	0,82	0,76	2,83	0,72	0,90	0,56	0,34	0,27
1988-1989	0,70	0,59	0,59	24,96	1,93	1,17	3,00	3,19	1,93	0,66	0,19	0,47
1989-1990	0,47	0,53	0,51	0,48	0,67	0,49	0,64	0,78	6,69	3,19	2,56	0,58
1990-1991	0,52	0,63	0,88	4,29	3,15	15,63	14,46	4,80	1,91	0,50	0,40	0,39
1991-1992	0,24	5,19	1,44	0,91	35,23	2,84	4,10	17,57	8,97	1,80	0,66	0,29
1992-1993	0,10	0,16	2,01	2,15	1,87	1,38	1,85	1,36	1,82	0,60	0,53	0,74
1993-1994	0,76	0,99	1,17	1,26	10,90	4,77	2,86	1,18	0,27	0,15	0,12	0,19
1994-1995	0,13	1,00	0,87	0,41	8,47	1,94	2,47	0,20	0,01	0,00	0,00	0,01
1995-1996	0,01	0,01	0,01	0,01	0,26	0,96	1,96	4,06	2,99	0,31	0,01	0,01
1996-1997	0,08	0,04	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,08	0,01	0,01	0,00	0,01
2003-2004	0,51	0,53	1,44	3,08	5,42	2,18	4,84	1,83	5,26	2,45	1,07	0,88
2004-2005	0,84	0,84	1,82	3,01	2,25	10,77	9,67	1,78	1,04	1,18	0,95	0,66

Tableau 6 : débits liquides l'apports annuels de l'Oued El Harrach

Année	Q max (m ³ /s)	Q min (m ³ /s)	Apport (hm ³)
1985-1986	427,52	0,47	104,42
1986-1987	322,12	0,17	173,15
1987-1988	167,56	0,10	29,12
1988-1989	625,56	0,10	104,71
1989-1990	523,28	0,03	46,51
1990-1991	405,62	0,00	122,77
1991-1992	725,16	0,00	209,94
1992-1993	49,15	0,01	38,33
1993-1994	568,40	0,10	64,43
1994-1995	120,50	0,00	40,92
1995-1996	68,70	0,01	27,83
1996-1997	3,50	0,00	0,78
2003-2004	56,03	0,4	78,05
2004-2005	80,61	0,57	89,98

Détermination de la demande chimique en Oxygène :

Ce mode opératoire décrit une méthode de détermination de la DCO selon les normes ISO 6060/2013

La méthode est applicable des effluents dont la DCO est comprise entre 30mg/l et 700mg/l, applicable aux eaux usées urbaines et industrielles, aux eaux brute (eau de surface, eau souterraine). elle n'est pas applicable aux eaux de mer(la concentration en chlorure ne doit pas dépasser 1000 mg/l).les échantillons doivent être analysés dès que possible et au plus tard dans 5 jours qui suivent les prélèvements.au cas ou l'échantillon est conservé ,il faut ajouter 10ml d'acide sulfurique par litre d'échantillon ,et le conserver entre 0°C et 5°C .

Les réactifs à préparer sont les suivants :

- Acide sulfurique H_2SO_4 de concentration 4mol /l
- Acide sulfurique-sulfate d'argent
- Dichromate de potassium,solution étalon de référence $K_2Cr_2O_7$ de concentration 0.04 mol/l contenant un sel de mercure(II)
- Sulfate de fer (II) et d'ammonium :solution titrée $(NH_4)_2 Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ de concentration 0.12 mol/l
- Hydrogénophthalate de potassium :solution étalon de référence K_2HPO_4 de concentration 2 .0824 millimole/l
- Ferroïne (indicateur coloré)

Transférer 10ml de l'échantillon dans le tube de l'appareil à reflux .ajouter 5ml de la solution de dichromate de potassium,puis lentement et avec précaution ,15 ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent en agitant soigneusement le contenu .Relié le réfrigérant aux tubes de l'appareil à reflux pendant 2H00,tout en vérifiant que l'ébullition du mélange réactionnel se fasse doucement ,sans soubresauts .

Puis rincer le réfrigérant avec un petit volume d'eau purifiée .l'enlever puis transvaser le contenu dans des Erlen de capacité de 100ml,et compléter avec de l'eau purifiée à environ 75ml. Titrer l'excès de dichromate de ce contenu avec le sulfate de fer II et d'ammonium $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6(H_2O)$

Expression des résultats :La DCO se calcul (en mg/l) de manière suivante :

$$DCO= 8000 * C * (V_2 - V_1) / V_0$$

C : concentration de sulfate de Fer II et d'ammonium exprimé en mol/l(environ 0 .12mol/l)

V0 :volume en ML de la prise d'essai ,avant dilution éventuelle

V2 :volume en ML de la solution de sulfate de fer et d'ammonium utilisé pour l'essai à blanc

V1 :volume en ML de la solution de sulfate de fer d'ammonium utilisé pour la détermination de l'échantillon.

8000 :½ masse molaire de l'oxygène par litre

Les résultats sont donnés au milligramme d'oxygène le plus proche

-Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours (méthode par dilution manuelle) :

Demande biochimique en oxygène (DBO_n) :

Est la concentration en masse d'oxygène dissous consommée dans des conditions spécifiées par l'oxydation biochimique de matière organique et /ou inorganiques dans l'eau

La durée d'incubation est de 5

-Ce protocole opératoire a pour objet de décrire la mesure de la demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO₅), par dilution et ensemencement avec apport d'ATU selon les normes ISO 5815-1/2012

Réactifs, verrerie, appareillage :

Pour l'analyse n'utiliser que des réactifs de qualité analytique reconnue.

Eau distillée : ne doit pas contenir plus de 0.01 mg /l de cuivre et doit être exempte de chlore et de chloramine.

Eau d'ensemencement : elle est obtenue de l'une des manières suivantes :

Eau résiduaire urbaine avec une DCO ne dépassant pas 300mg/l

Eau de rivière ou de lac contenant des eaux résiduaires urbaines

Effluent décanté provenant d'une station d'épuration

Matériau d'ensemencement disponible dans le commerce

Solution salines, conservées dans des flacons en verre à 4°C dans l'obscurité

Eau de dilution

Eau de dilution ensemencée

Acide glutamique-glucose, solution de contrôle*

Solution d'allythio-urée (ATU)

La verrerie utilisée doit être complètement propre et exempte de composés adsorbés toxiques ou de composés biodégradables et elle doit être protégée contre toute contamination

Calcul et expression des résultats :

Examen de la consommation en oxygène valable durant l'essai :

La DBO_n est calculée pour les solutions d'essai lorsque la condition suivante est satisfaite.

$$P1/3 \leq (P1-P2) \leq 2P1/3$$

-P1 est la concentration de l'O₂ dissous dans une des solutions d'essai au temps zéro en mg/l

-P2 est la concentration de l'O₂ dissous de cette même solution d'essais après 5 jours

Protocole des analyses bactériologiques :**Coliformes fécaux :**

Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs, non sporogènes. Elles sont capables de fermenter le Lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 H à $44^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}$

Recherche et dénombrement de coliformes fécaux :**Techniques :**

Milieu utilisé ENDO (agar lactose à la fuchsine type C)

Après stérilisation de la rampe ; placer une membrane filtrante sur le plateau poreux de la rampe à l'aide d'une pince stérile. Reposer soigneusement le réservoir sur le réceptacle, filtrer la prise.

Verser dans le réservoir 90ml d'eau physiologique stérile, en ajoutant 10ml d'eau à analyser, filtrer sous vide, dévisser le réservoir en retirant immédiatement la membrane filtrante avec une pince stérilisée. Placer cette membrane sur la gélose coulée dans la boîte de pétrie.

On incube à 44°C pendant 24 heures.

Lecture :

Ne compter que les colonies qui se présentent sous forme de points rosés à rouge foncé avec des reflets métalliques, et dont la taille varie d'une tête épingle à celle d'une colonie bien formée.

Tableau des classes proposées pour le PH (NISBET et VERNEAUX,1970) :

composant	classe	situation
PH<5	1	Acidité forte ,cours d'eau à substrat acide
5<PH<6	2	Acidité moyenne, cours d'eau à substrat acide
6<PH<7	3	Acidité faible ,cours d'eau à substrat acide
7 <PH<7.5	4	Neutralité approché ,majorité des eaux piscicoles régions calcaires
7.5 <PH<8	5	Faible alcalinité
8<PH<9	6	Alcalinité moyenne, eau closes
PH>9	7	Alcalinité forts, eaux peu piscicoles ou valeurs passagères

Tableau des classes proposées pour la conductivité électrique (NISBET et VERNEAUX,1970) :

Conductivité électrique (s /cm)	classe	Minéralisation
C<100	1	Tres faible
100< C<200	2	Faible
200< C<333	3	Moyenne
333< C<666	4	Moyenne accentuée
666< C<1000	5	Imporatante
C>1000	6	Elevée

Tableau des classes proposées pour le pourcentage de saturation en oxygène(NISBET et VERNEAUX ,1970) :

% de saturation en oxygène	classe	Appréciation
Sat>90	1	Bonne
70< sat< 90	2	Satisfaisante
50< sat< 70	3	Douteuse
30< sat< 50	4	Critique
10< sat< 30	5	Très dangereuse
sat<10	6	Létal

Tableau des classes proposées pour les matières en suspension(NISBET et VERNEAUX,1970) :

Composants en mg /l	classe	Situation
MES<10	1	Très bonne
10<MES<25	2	Normale
25<MES<50	3	Bonne

ANNEXE III

50<MES<75	4	Bonne
75<MES<150	5	Moyenne
150<MES<300	6	Situation médiocre, eaux polluées
300<MES< 500	7	Rare à l'état naturel, cour d'eau particulière et zone très polluée, situation anormale. Productivité piscicole très faible
MES<500		

Tableau des classes proposées pour les chlorures (NISBET et VERNEAUX,1970) :

Composant(mg/l)	Classe	Situation
Cl<2	1	Eaux exemple de pollution dans l'ordre du degré croissant de minéralisation
2<Cl<5	2	
5<Cl<10	3	
10<Cl<20	4	Région calcaire
20<Cl<50	5	Cours d'eau particulière, teneurs locale et eau plus ou moins polluées
50<Cl<100	6	

Tableau des classes proposées pour l'alcalinité totale (NISBET et VERNEAUX,1970) :

Composant (T :HCO ₃ -)	Classe	situation
T<25	1	Région à substrat acide ,alcalinité excessivement faible, eaux très peu productives
25<T<50	2	Substrat acide, alcalinité très faible, eaux douces peu productives
50<T<100	3	Alcalinité faible, bordures des massifs cristallins
100<T<150	4	Alcalinité moyenne, eaux très productives, région calcaires
150<T<250	5	
250<T<350	6	Forte alcalinité, eaux polluées
T<350	7	Très forte alcalinité, eaux polluées

Tableau des classes proposées pour les Nitrites (NISBET et VERNEAUX,1970) :

Composant (NO ₂ -) Mg/l	classe	situation
NO ₂ -< 1/100	1	Eaux pures ou auto-épuration active
NO ₂ -<1/10	2	Pollution insidieuse ,perturbation du cycle de nitrite
qq NO ₂ ->1/10	3	Pollution sensible
NO ₂ ->1	4	Etat de pollution critique

Tableau des classes proposées pour les Phosphates (NISBET et VERNEAUX,1970) :

Composant (PO₄-) Mg/l	classe	Appréciation
PO ₄ 10	1	Eaux très peu productives ,lacs oligotrophes
10 < PO ₄ - < 50	2	Eaux peu productives
50 < PO ₄ - < 150	3	Productivité moyenne
150 < PO ₄ - < 300	4	Forte productivité
300 < PO ₄ - < 5 00	5	Cours d'eau polluées
PO ₄ - >500	6	Eaux notamment polluées ou très eutrophes

Méthode de dosage des paramètres physiques

Paramètres	méthodes	Réactifs utilisés	Mode opératoire	Expression des résultats
<p>1-Oxygène dissous Selon la norme ISO 5814/2009 :1990(F)</p>	<p>Methode electrochimique à la sonde sens ION 156 HACH.</p>	<p>Sans objet</p>	<p>la calibration doit etre réalisée dans l'aire saturé en eau :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1-fixé le réservoir de calibration et de stockage sur le cable de l'electrode . 2-presser le réservoir de calibration plusieurs fois sous l'eau afin qu'un peu d'eau reste à la base de récipient. 3-placer le récipient dans le réservoir de calibration. 4-L'atmosphère du récipient se stabilise au bout de 10mn environ. 5-appeler le mode oxygène en pressant sur la touche DO. 6-le mode de mesure est automatiquement activé . <p>La valeur de DO est affichée en mg /l</p>	<p>-le résultat est donné en concentration (mg d'oxygene /l) ou en taux de saturation (% d'oxygène dissous)</p>

Paramètres	méthodes	Réactifs utilisés	Mode opératoire	Expression des résultats
2-Température et PH	Méthode potentiométrique par l'automate METHROM	Les solutions tampons : ce sont des solutions de commerce de PH4,et PH7	La mesure : l'opération part sur la partie(determination en série) et remplit la table d'échantillon comme suit : 1- la méthode d'analyse(mesure temp,PH), en tenant compte de la position de chaque échantillon. 2-le code de l'Echantillon (code lims) 3-le PSV –si d'autre informations doivent être spécifiées pour l'échantillon	La valeur du PH et de la température sont exprimées à deux décimales près
3-conductivité Selon la norme ISO 7888/2014°	Méthode potentiométrique par l'automate METHROM	-les solutions étalons : Ce sont des solutions de commerce dont la conductivité est de 1413µS /cm à 25°C	-dans cette méthode ,l'opérateur introduit la position dans laquelle l'étalon a été placé ,il introduit la concentration en µS /cm et le définit avec son numéro de lot	-le résultat est exprimé directement en µS /cm à 25°C
4-M .E.S	Méthode de filtration sur fibre de verre	Papier Whatman (47mm de diamètre)	1-laver le papier de filtration à l'eau distillée. 2-secher ce papier (105°) puis le peser M0 3-placer le filtre dans le dispositif de filtration . 4-homogénéiser l'échantillon (V≥100 ml. 5-Secher les filtres dans l'étuve à 105° C puis le peser M1 (mg.)	(M1-M0)*1000/V MES en mg/l V :volume d'échantillon

Méthode de dosage des paramètres chimique

Paramètres	méthodes	Réactifs utilisés	Mode opératoire	Expression des résultats
1-Calcium Selon les normes ISO 6058/2013	Methode titrimétrique à EDTA	1-solution de NAOH 2N -100ml de H2O Distillée -8g d'hydroxyde de sodium -Murexide 3-solution d'EDTA -1000 ml d'eau didillée -3 ,725 g d'EDTA	1-introduire 10ml de l'échantillon et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 50 ml 2-ajouter 2ml de solution de NAOH 2N 3-ajouter Murexide 4-titrer par la solution d'EDTA jusqu'à virage violet Fc=volume versé /volume théorique(12,475 ml)	-la concentration totale en ions calcium Ca +2, exprimée en mg /l le plus proche, est donnée par la formule : [Ca +2] = [(Cl*V1*A) /V0] *Fc*F....(mg /l)
2-magnésium	Méthode titrimétrique à EDTA	1-Solution tompon (PH=10) -1000 ml d'eau distillée -67.5g de chlorure d'ammonium(NH4CL) -570 ml de solution ammoniacale 2- noir ériochrome 3-solution d'EDTA -1000 ml d'eau distillée -3.725 g d'EDTA	1-Introduire 10 ml de l'échantillon et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 50 ml 2-Ajouter 4ml de solution tompon 3-ajouter le noir ériochrome 4-titrer par la solution d'EDTA jusqu'au virage Bleu Fc= volume versé /volume théorique(10.288 ml)	-La concentration totale en ions magnésium, exprimée en mg /l le plus proche ,est donnée par la formule : [Mg+2]=[(Cl*(V2-V1)*A') /V0] *Fc*1000*F(mg /L)

ANNEXE II

PARAMETRES	METHODES	REACTIFS UTILISEES	MODE OPERATOIRE	EXPRESSION DES RESULTATS
3-phosphate Selon les normes ISO 6878/2009	Methode au molybdate d'ammonium	<p>Acide ascorbique :</p> <ul style="list-style-type: none"> -100g (C6H8O6) -100 ml eau distillée -conservation dans une bouteille en verre foncée au réfrigérateur (4°C) <p>Heptamolybdate d'ammonium :</p> <ul style="list-style-type: none"> -13g de [(NH4)6MO7C24 ,4H2O] dans 100ml d'eau distillée -0.35g de [K(SbO) C4H4O6,½H2O] dans 100ml d'eau -ajouter à ce mélange ,tout en agitant ,300ml d'acide sulfurique à 4.5 mol /l -ce réactif doit etre conservé à 4°C dans une bouteille en verre brun <p>Solution mère de PO43 de concentration 100 mg /l :</p> <ul style="list-style-type: none"> -sécher quelque gramme de (KH2PO4) <p>Jusqu'à masse constante à 105°C</p> <p>Solution fille de PO43 à 2mg/l</p>	<p>1-prelever 40ml de l'échantillon à analyser</p> <p>2-ajouter 1ml d'acide ascorbique à 100g /l</p> <p>3-ajouter 2ml d'heptamolybdate d'ammonium</p> <p>4-agiter quelques secondes,attendre entre 10 et 30mn(temps nécessaire au développement de la couleur)</p>	-la concentration en orthophosphate est exprimé en mg/l

ANNEXE II

4- Chlorures Norme ISO 9297/2013	Methode de MOHR	-solution de Nitrate d'argent (AgNO ₃) 0.02 mol/l -chromate de potassium (K ₂ CrO ₄) :indicateur à 10% -Solution référence de chlorure de sodium(Na Cl) à 100mg/l	1-introduire 10 ml de l'échantillon et compléter jusqu'à 100ml avec l'eau distillée(volume Va) ,dans un bécher conique 2-placé sur un fond blanc 3- ajouter 1ml d'indicateur de chromate de potassium et titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur brun rougeâtre 4-noter le volume Vs de nitrate d'argent versé	$C_{cl} = (V_s - V_b) C_x f * F_c / V_a$ V_s :le volume utilisé pour le dosage de l'échantillon(ml) V_b :le volume utilisé pour le dosage a blanc(ml) V_a :le volume de l'échantillon pour essai C :la concentration réelle de la solution de nitrate d'argent(mol/l) F :exprimer en mg/l F_c :Facteur de correction de la solution de AgNO ₃
5- Nitrites Selon la norme ISO 6777/2009	Méthode par spectrophotométrie D'absorption moléculaire	Réactif coloré : 1-dissoudre 40g de (NH ₂ C ₆ H ₄ SO ₂ NH ₂) dans un mélange formé de 100ml de l'acide orthophosphorique et 500ml d'eau 2-ajouter 2g de (C ₁₀ H ₇ NH-CH ₂ -CH ₂ -NH ₂ -2HCL) compléter à 1000ml avec l'eau distillée Solution étalons mère de nitrite : 1-dissoudre 0.15g de nitrite de sodium dans 1000ml d'eau distillée Solution étalons fille de nitrite : 1ml de la solution mère dans une fiole de 100ml et compléter le volume avec l'eau distillée	1- Prélever 40ml de l'échantillon ,ajouter 1ml de réactif coloré 2- Homogénéiser immédiatement 3- Laisser reposer en moins 20mn 4- Déterminer la concentration en nitrite par le spectrophotomètre	La concentration en nitrite est exprimée en mg/l