

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Blida 1**



**Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département : Biologie et physiologie cellulaire**  
**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Master**  
**RESTAURATION DES MILIEUX AQUATIQUES CONTINENTAUX**

## **Thème**

**Caractéristiques physico-chimiques et qualité hygiénique  
des eaux de l'oued Beni Aza (Ouled yaich, Wilaya de  
Blida)**

**Réalisé par : <sup>Melle</sup> RAHACHE Nesrine**

**Devant le jury :**

<b>Mr. Larbi doukara</b>	<b>MCB</b>	<b>Université Blida1</b>	<b>Président</b>
<b>Mr. Boukhatem M.N</b>	<b>MCB</b>	<b>Université Blida1</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mme. Hamaidi</b>	<b>MCA</b>	<b>Université Blida1</b>	<b>Promotrice</b>
<b>Mr. Bengherbia</b>			<b>Co-Promoteur</b>

**\*\*\*PROMOTION : 2014 / 2015\*\*\***

## Résumé

La qualité de l'eau est l'une des préoccupations permanentes de l'homme qui lui a consacré toute une législation et a ratifié de nombreux protocoles et conventions internationaux pour sa protection et sa préservation.

L'évaluation de la qualité des eaux de l'oued Beni Aza situé dans la wilaya de Blida s'est basée sur les mesures de la température ( $T^{\circ}$ ), du pH, de la conductivité électrique (CE) et sur le dosage de la matière en suspension (MES), nitrates, orthophosphates, fer et manganèse, les coliformes totaux et fécaux et les streptocoques fécaux et a révélé des valeurs conformes aux normes nationales (JORA) des eaux de surfaces.

Par contre, la moyenne des autres paramètres comme l'ammonium 8.32 mg/l (Site2), DBO 29.84 mg/l (site1) et la DCO 96.89 mg/l (site2) révèlent que l'eau est de mauvaise qualité.

On note l'absence totale de germes pathogènes comme les salmonelles et les vibrions cholériques.

**Mots clés :** Oued Beni Azza, analyses physico-chimiques, analyses bactériologiques, germes pathogènes.

## Summary

Water quality is one of the permanent concerns of the man who devoted a whole legislation to him and ratified many protocols and International Conventions for his protection and his safeguarding.

In order to put itself in such a context, the objective of our study is to evaluate physicochemical and bacteriological quality water of wadi Beni Aza which is concerning wilaya of Blida. The evaluation of the quality of this water was based on the temperature measurements ( $T^{\circ}$ ), of the pH, electric conductivity (EC) and on proportionings of the suspended matter (MES), nitrate and phosphate, iron and manganese, DBO and DCO, the coliformes fecal which are in conformity with national standards (JORA) of surface water.

The analyzes physicochemical and bacteriological carried out on the water of wadi Beni Aza raise that water is of bad quality what relates to the averages of the concentrations which exceed the standards like ammonium 8.32 mg/l (Site2), DBO 29.84 mg/l (site1), DCO 96.89

mg/l (site2), and the coliformes total and streptocoques fecal which exceed 2419 germ by 100 ml .on note also a pathogenic complete absence of the germs salmonellas and choleraic vibrio.

**Key words:** Wadi Beni Azza, physicochemical analyzes, bacteriological analyzes, pathogenic germs.

### ملخص

نوعية الماء تبقى دائما من أولويات الإنسان الذي يكرس كل التشريعات و المعاهدات و المؤتمرات الدولية للحفاظ عليه و حمايته . ولهذا السبب الهدف من هذه الدراسة هو تحديد نوعية الفيزيوكيميائية والبكتيرية لمياه وادي بني عزة الواقع في ولاية البلية . تحديد نوعية المياه تعتمد على قياس درجة الحرارة . درجة الحموضة شدة مرور التيار الكهربائي.ومعايرة المواد المنحلة في الماء . النترات والفوسفات. الحديد و المنغناز . كمية الأكسجين اللازمة للتحويلات والكيميائية والبكتيريا . مع العلم أن هذه المعايير لا تتجاوز المقاييس المحلية ( الجريدة الرسمية للتشريعات الجزائرية ) للمياه السطحية.

المعايير الكيموفيزيائية المسجلة بالنسبة لمياه وادي بني عزة تبين أن نوعية المياه سيئة نسبة إلى معدلات التركيز التي تتجاوز المقاييس الجزائرية مثل الامنيوم 8.32 مغ/ل (الموقع 1 ) كمية الأكسجين اللازمة للتحويلات البيولوجية بمعدل 29.84 مغ/ل (موقع 2) التحويلات الكيميائية 96.89 مغ/ل (موقع 2). أما البكتيريا المسببة للتلوث العضوي تسجل بتركيز يتجاوز 2419 جرثومة في 100 مل و نسجل أيضا غياب كلي للجراثيم الخطيرة سالمونيللا بكتيريا الكوليرا .

**الكلمات المفتاحية** ( وادي بني عزة – التحاليل الكيموفيزيائية – التحاليل البكتيرية – الجراثيم الخطيرة)

*Partie*  
*Théorique*

# **I. POLLUTION DES EAUX DE SURFACES**

## **I.1- Définition**

Une pollution peut se définir comme une dégradation ou une perturbation du milieu qui résulte en général de l'apport de matières ou de substances exogènes ses effets peuvent être modificateurs ou des destructeurs vis-à-vis du fonctionnement du milieu, selon la nature ou la quantité de polluant. (Genin et *al.*, 2003).

## **I.2- Impacts de la pollution des eaux de surfaces**

### **I.2.1- Pollution organique**

Diminution de la teneur en oxygène dissous :

- Provoque une surconsommation d'oxygène (nécessaire à leur dégradation par les microorganismes).
- Si l'oxygène est presque absent, il y a alors asphyxie de nombreuses espèces d'organismes animaux et végétaux et l'écosystème est profondément modifié.

(El Amrani ,2007)

Prolifération d'algues :

- L'enrichissement de l'eau en éléments nutritifs, notamment des composés de l'azote et du phosphore provoque un développement accéléré des algues qui entraîne une perturbation de l'équilibre des organismes présents dans l'eau « eutrophisation ». (El Amrani ,2007).

### **I. 2.2 - Pollution physique**

- La pollution thermique modifie la température de l'eau et perturbe le nombre d'organismes, l'élévation anormale de la température engendre aussi une réduction de la quantité d'oxygène dans le milieu aquatique. (El Amrani ,2007)
- Réduction de transparence de l'eau. (El Amrani ,2007)

### **I.2.3-Pollution chimique**

Présence de substances indésirables qui provoquent de profonds déséquilibres chimiques (acidité, salinité) ayant des effets biologiques. (El Amrani ,2007)

#### **I.2.4- Pollution microbiologique**

Présence de bactéries ou virus dangereux :

La contamination biologique des eaux par des microorganismes pathogènes bactéries ou virus, peut causer de graves maladies. (El Amrani ,2007)

#### **I.2.5-Autres impacts sur l'homme**

Selon (Baok, 2007) :

- Les industries demandent de l'eau non polluée.
- Les cours d'eau pollués soit impropre à la baignade, à la promenade au bord.
- Les cultures s'accommodent bien d'une quantité raisonnable de pollution organique.
- L'homme est exposé aux maladies hydriques dues à la pollution biologique représentée par les pollutions biologiques.
- La disparition des industries touristiques.

## II.PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES ET INDICES DE POLLUTION

### II.1- Paramètres physico-chimiques

Les normes de rejets des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluent naturels, on peut retenir les paramètres suivants : (Métahri, 2012)

#### ✚ Température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32 C° par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15 C° et elle s'arrête pour des températures inférieure à 5 C° (Rodier et al., 2005)

#### ✚ Potentiel d'hydrogène

Les organismes sont très sensibles aux variations du potentiel d'hydrogène (pH), et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9.

L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution bio disponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7.5 et 9 (Métahri, 2012).

#### ✚ Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales: argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. Celle-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (Rodier et al., 2009).

#### ✚ Conductivité électrique et Taux des sels Dissous

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (**Métahri, 2012**). Elle s'exprime en micro siemens par centimètre.

TDS ou STD signifie le Taux des Sels Dissous, il représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent des cations tels que : le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium et des anions comme les carbonates, les nitrates, les bicarbonates, les chlorures et les sulfates (**Bengharbia, 2011**).

### **Dureté totale**

La dureté totale ou titre hydrométrique est une mesure globale de la concentration en sels dissous de l'eau en calcium et en magnésium. Une eau à titre hydrométrique élevé est dite « dure » dans le cas contraire (**Rodier et al., 1998**).

### **Calcium**

Selon **Rodier et al (1998)**, le calcium est composé majeure de la dureté de l'eau, il est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonate et en quantité moindre sous forme de sulfate ou chlorure.

### **Magnésium**

Selon **Rodier et al (1998)**, le magnésium est l'un des éléments les plus répons dans la nature .Il constitue un élément significatif de dureté de l'eau .Le magnésium donne un gout désagréable à l'eau potable.

### **Oxygène dissous**

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 (**IBGE, 2005**).

### **Titre Alcalimétrique Complet**

Le Titre Alcalimétrique Complet correspond à la teneur en ion  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^-$  et  $\text{HCO}_3^-$ . Pour des pH inférieurs à 8,3, la teneur en ion  $\text{OH}^-$  et  $\text{CO}_3^-$  est négligeable. (TA=0) dans ce cas, la mesure de TAC correspond au dosage des bicarbonates seuls. Les bicarbonates sont dosés par un acide fort en présence d'un indicateur coloré (**Bourellet et al, 1972**).

### ✚ Résidus secs

Selon **Rodier et al (1998)**, la détermination des résidus secs permet d'estimer la teneur en matière dissoute d'une eau préalablement filtrée. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matière dissoute et en suspension d'une eau : c'est le résidu total.

### ✚ Matières en suspensions

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques ou minérales. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. (**Métahri, 2012**)

### ✚ Paramètres de pollution

#### ❖ Nitrate

Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote (**Schudde boom, 1993**).

#### ❖ Nitrites

En absence de pollution, il n'y a pas ou très peu de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) dans les eaux et dans les zones où l'auto-épuration est active : les teneurs se maintiennent à des niveaux très faibles (de l'ordre de 0.1mg/l) (**Rodier et al.,2005**).

Ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrites. Une eau renferme une quantité élevée de nitrites (supérieur à 1 mg/l d'eau) (**Remini, 2009**).

#### ❖ Ammonium

L'ammonium est une forme réduite de l'azote et avec sa forme non-ionisée, ils composent l'ammoniaque. L'ammoniaque ( $\text{NH}_4^+$ ) est fréquemment présente dans des sources d'eau souterraines ou il n'y a pas d'oxygène. Les ions d'ammoniaque jouent un rôle important dans

le traitement à l'eau dans la mesure où ils doivent être enlevé avant que la chloration puisse être réalisé .L'ammoniaque, provient essentiellement de plantes et animaux en décomposition, et des processus industriels (**FEPS, 2009**).

#### ❖ **Orthophosphates**

Les ions phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) contenus dans les eaux de surfaces ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aux rejets industriels (agroalimentaire ...etc.), domestiques (poly- phosphate des détergents) et surtout aux engrais (**Tradat, 1992**).

En l'absence d'apport d'oxygène, les phosphates n'existent qu'à l'état de trace dans les eaux naturelles, leur introduction dans les eaux de surfaces (rivière, lacs) se fait également par les eaux usées dont l'épuration est souvent insuffisante (**Tradat, 1992**).

#### ❖ **Matières organiques**

Les matières organiques (MO) susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont le produit de la décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmenté par la chloration (**Hamed et al ; 2012**).

Une eau riche en matières organiques doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique (**Bern et jean, 1991**).

#### ❖ **Demande Biochimique en Oxygène**

La demande biochimique en oxygène (  $\text{DBO}_5$ ) comme étant la quantité d'oxygène consommée par le bactéries à 20 C° à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé , temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée . Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie (**Métahri, 2012**).

#### ❖ **Demande Chimique en Oxygène**

La demande chimique en oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150 C°. Elle est exprimée en  $\text{mg O}_2/\text{l}$  (**Suschka et Ferreira, 1986**).

Généralement la valeur de la DCO est :

DCO = 1.5 à 2 fois DBO	Pour les eaux usées urbaines
DCO = 1 à 10 fois DBO	Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires
DCO > 2.5 fois DBO	Pour les eaux usées industrielles.

#### \* **Le rapport DCO/DBO**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que,  $K = DCO/DBO_5$  :

Si  $k < 1,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable ;

Si  $1,5 < K < 2,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.

Si  $2,5 < K < 3$  : les matières oxydables sont peu biodégradables.

Si  $K > 3$  : les matières oxydables sont non biodégradables (**Métahri, 2012**).

#### + **Paramètres indésirables**

- **Fer**

Le fer ne présente aucun inconvénient du point de vue physiologique, mais à des teneurs très importantes, il influe la qualité organoleptique de l'eau (mauvais goût, couleur et saveur) (**Rodier et al., 1996**).

Les eaux de surface peuvent contenir jusqu'à 0.5 mg/l de fer (Fe) qui peut avoir pour origine des terrains traversés ou les pollutions industrielles, dans les eaux de distributions, il provient plus souvent de la corrosion des conduites d'aménés. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Il précipite à la suite du départ de l'anhydride carbonique et par oxydation à l'air (**Rodier et al., 1996**).

- **Manganèse**

Selon **Rodier et al., (2005)**, le manganèse (Mn) est très répandu dans la nature .son utilisation industrielle est grande : métallurgie, industrie électrique, industrie chimique, industrie du verre et de la céramique, carburants.

Le manganèse présent dans l'eau peut s'y trouver, à des valences différentes, à l'état soluble ou en suspension ou sous forme de complexe : sa solubilité dépend du pH, de l'oxygène dissous, de la présence d'agents complexant.

Les sels de manganèse, en dehors des permanganates, ne peuvent être considérés comme toxiques pour la vie aquatique, sauf à des teneurs très élevées.

Au point de vue gustatif, le manganèse peut donner un goût désagréable à l'eau.

- **Aluminium**

Selon **Germain et al., (1976)**, la présence de l'aluminium (Al) dans l'eau peut être d'origine naturelle. Sa présence peut augmenter la coloration de l'eau en présence de fer.

## **II.2-Paramètres bactériologiques**

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae* (**Rodier et al., 2005**).

La définition suivante a été adoptée par l'organisation internationale de standardisation (ISO). Le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capable de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C (**Rodier et al., 2005**). On distingue deux types de coliformes :

### **❖ Coliformes totaux**

Selon l'organisation internationale de standardisation, il s'agit de bacilles Gram négatifs (BGN) non sporulés oxydase négative aérobies ou anaérobies facultatifs, capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 °C et 37 °C (**Hamed et al., 2012**).

### **❖ Coliformes fécaux**

Il s'agit des coliformes possédant les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux mais à 44 °C. Ils remplacent dans la majorité des cas l'appellation coliformes thermo-tolérants) ? On cite l'exemple d'*E. coli* qui produit de l'indole à partir de tryptophane, fermente le lactose ou le mannitol avec production d'acide et de gaz. Elle ne peut pas en

général se reproduire dans les milieux aquatiques, leur présence dans l'eau indique une pollution fécale récente (Leyrel et al., 2002) .

#### ❖ Streptocoques fécaux

Dans la famille des *Streptococcaceae* bactéries Gram+, catalase -, aérobies-anaérobies facultatifs. Ils se distinguent par leur forme coccoïde, leur mode de groupement en paires ou en chaînettes et leur caractère homofermentaire (Moumouni, 2005).

Les streptocoques fécaux (ou streptocoques du groupe D) sont des témoins de contamination fécale (Gaujous, 1995).

#### ❖ Anaérobies Sulfito-Réducteurs

En dehors des streptocoques fécaux et *E. coli* qui sont des indices de contamination fécale récente, du fait que leur survie dans l'eau peut être très courte, les anaérobies sulfito-réducteurs(ASR) représentent l'indice d'une contamination fécale ancienne. Ce sont des bactéries anaérobies strictes, sporulés, gram positif réduisent les sulfites en sulfures dont la plupart des espèces est mobile. (Gregorio et Pierre, 2007)

#### ❖ Salmonelles

Les salmonelles (genre *salmonella*) sont classées dans la famille des *Enterobacteriaceae* et ont les propriétés générales des bactéries de cette famille (Gaujous, 1995).

Les salmonelles engendrent deux types principaux d'infection Typhoïdes et paratyphoïdes. Les typhoïdes sont dues à *salmonella typhi* tandis que les paratyphoïdes sont liées à *salmonella paratyphi A* et à certaines souches de *salmonella paratyphi B* (Gaujous, 1995).

Ces maladies sont contractées lors de la consommation d'eaux ou d'aliment contaminés (Gaujous, 1995).

#### ❖ *Vibrion cholérique*

Ce sont des bâtonnets incurvés en virgule ou droits, mobiles et aérophiles, Gram<sup>-</sup> et oxydase<sup>+</sup>. Ils sont plus ou moins basophiles (pH 8.5 à 9), halophiles suivant les espèces ; ces propriétés sont d'ailleurs utilisées pour leur isolement à partir des eaux ou aliments. Ce germe extrêmement pathogène provoque des diarrhées et des vomissements constants avec mort possible en 48 à 72 heures (Gaujous, 1995).

Le *vibron cholérique* est responsable des épidémies de choléra. (**Gaujous, 1995**)

## **II.3-INDICES DE POLLUTION**

### **❖ Indice de Pollution Organique**

Le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 5 classes, puis de déterminer, à partir de ses propres mesures, le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre puis d'en faire la moyenne (**Leclercq et Maquet, 1987**).

**Tableau N°I :** Grille de l'Indice de Pollution Organique.

Classe	DBO <sup>5</sup> Mg/l	Ammonium Mg/l	Nitrite µg/l	Phosphate µg/l	Pollution organique
5	<2	<0.1	5	15	Nulle
4	2 – 5	0.1 – 0.9	6 – 10	16 - 75	Faible
3	5.1 - 10	0.9 – 2.4	11 – 50	76 - 250	Modérée
2	10.1 - 15	2.5 - 6	51 – 150	251 - 900	Forte
1	> 15	>6	>150	>900	Très forte

(Leclercq et Maquet, 1987).



### Indice de Qualité Microbiologique

Le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 05 classes et de déterminer à partir de ses propres mesures le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre pour en faire la moyenne. Les limites des classes ont été établies par **Bovesse et Depelchin (1980)**.

**Tableau N°II :** Grille de l'IQM

Classe n°	Bact. tot. /ml	colif. f. /ml	strepto. f. /ml	Contamination fécale
5	<2000	<100	<5	Nulle
4	2000-9000	100-500	5-10	Faible
3	9000-45000	500-2500	10-50	Modérée
2	45000-360000	2500-20000	50-500	Forte
1	>360000	>20000	>500	Très forte

(Bovesse et Depelchin, 1980).

## **I. MATÉRIEL ET MÉTHODES**

Notre étude expérimentale a porté sur l'évaluation de la qualité physico- chimique et microbiologique des échantillons d'eau brute prélevés dans deux stations situées au niveau de l'oued Beni Aza (Ouled Yaich ; Wilaya de Blida).

Elle a été réalisée durant une période s'étalant du mois de Février jusqu'au mois de Juin 2015 à raison de deux prélèvements par mois. Les analyses ont été réalisées au niveau de la station de traitement Mazafran Reguigue Kadour de Mahalma (SEAAL).

### **I.1. Présentation de la zone d'étude et des stations de prélèvements**

L'oued Beni Aza se situe au nord de l'Algérie dans la wilaya de Blida (Figure 1). Il prend naissance sur les hauteurs de chréa et traverse la wilaya de Blida au niveau des communes d'Ouled Yaich et Beni Mered puis celle d'Ouled Alleug. Il se réunit avec l'oued Mazafran au niveau de lieu dit Magtaa Keira et se diverse dans le littoral Algériennes après un parcours de 33.80Km (**Bengherbia et al., 2014**).



## **I.2- Matériel**

On a utilisé deux types de matériel :

- Un matériel biologique : représenté par des eaux provenant de deux stations situées sur l'oued Beni Aza.
- Un matériel non biologique représenté par les verreries, les milieux de cultures, les réactifs, les appareillages ... (Voir Annexe).

## **I.3.Méthodes**

### **❖ Mode de prélèvement**

On a effectué deux types de prélèvement :

- Prélèvement pour analyse physico-chimique en utilisant des bouteilles en plastiques.
- Prélèvement pour analyse bactériologique, en utilisant des flacons en verre stérilisés à l'autoclave avant chaque prélèvement.

## **I.3.1-Paramètres physico-chimiques**

### **❖ Température**

La mesure de la température s'effectue sur le terrain par un thermomètre. On met l'appareil dans l'eau, au bout de quelques minutes, la température se stabilise et permet d'obtenir une valeur exprimée en °C.

### **❖ Détermination du potentiel chimique d'hydrogène ((NF T90 -008, ISO 10523)**

Nous avons suivi le mode opératoire suivant :

- Mettre environ 25 ml d'eau à analyser dans un bûcher.
- Tremper l'électrode dans le bûcher
- Laisser stabiliser un moment.
- Noter le pH.

### **❖ Mesure de la Turbidité**

La détermination de la turbidité est réalisée à l'aide d'un turbidimètre (Hach 2100N) (NF T 90- 033, ISO 7072) suivant ce protocole:

- Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser.
- Bien homogénéiser.
- Effectuer rapidement la mesure.

### **Lecture des résultats**

Les résultats sont exprimés en NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

### **❖ Détermination de la conductivité électrique (CE) et le Taux des Sels Dissous (TDS)**

La mesure de la conductivité électrique et le nombre total des sels dissous s'effectue grâce à un conductimètre étalonné (NF T90-031, ISO7888).

Le mode opératoire est le suivant:

- Préparer l'appareillage selon les instructions du fabricant et S'assurer qu'il est équipé d'une cellule de mesure en platine.
- Prendre un échantillon conservé dans de bonnes conditions.
- Remplir un bêcher avec une quantité d'eau.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée avant et après chaque utilisation et bien l'égoutter.
- Mettre l'électrode dans le bêcher, puis appuyer sur la touche READ/ La valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil avec une unité de microSiemens par centimètre. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ou bien Ms/cm) milli siemens par centimètre. Idem pour la salinité et le TDS (mg/l).

### **❖ Détermination de la dureté totale**

La détermination de la teneur en calcium et en magnésium est réalisée par la méthode titrimétrique à l'EDTA (ISO N°6058 ou NF T90-003). Le mode opératoire est le suivant:

Pour le calcium

- Avec une fiole de 50 ml bien lavée et rincée faites une prise d'essai de 50 ml.
- Verser dans un bêcher de 100 ml.
- Ajouter 2 ml de NaOH et une pincée de Murexide.
- Mélanger et doser immédiatement.
- Verser lentement l'E.D.T.A jusqu'à la fin du virage. Celui qui est atteint lorsque la couleur devient violette et ne risque pas de virer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire.
- Noter le volume d'E.D.T.A utilisé ( $V_1$ ).

Pour la dureté totale

- Avec une autre fiole de 50 ml bien lavée et rincée, faites une prise d'essai de 50 ml
- Verser dans un bêcher de 100 ml
- Ajouter 2 ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  et une goutte de N.E.T jusqu'à la fin du virage. Le changement de couleur se fait du rose au bleu.
- Noter le volume d'E.D.T.A utilisé ( $V_2$ ).

### Lecture des résultats :

Pour la détermination de la dureté totale

$$V_2 * 5 \text{ (}^\circ\text{F)}$$

Pour la détermination de la concentration du calcium

$$C_{\text{Ca}^{2+}} \text{ (mg/l)} = \frac{V_1 \times N_{\text{(E.D.T.A)}} \times M_{\text{Ca}^{2+}} \times 1000}{\text{PE (prise d'essai)}} \times F_{\text{dilution}}$$

Pour la détermination de la concentration du Magnésium:

$$C_{\text{Mg}^{2+}} \text{ (mg/l)} = \frac{(V_2 - V_1) \times N_{\text{(E.D.T.A)}} \times M_{\text{Mg}^{2+}} \times 1000}{\text{PE}} \times F_{\text{dilution}}$$

- $M_{\text{Mg}^{2+}}$ : Masse molaire de magnésium.
- PE: Prise d'essai.
- $V_1$  et  $V_2$ : volumes d'E.D.T.A.
- $N_{\text{(EDTA)}}$ : normalité de l'EDTA.
- F : dilutions.

### ❖ Dosage de l'oxygène dissous

Nous avons déterminé la teneur en oxygène dissous de l'eau à analyser par la méthode électrochimique à la sonde.

Suivant le protocole qui suit :

- Placer l'électrode dans l'échantillon, la sonde de la température doit être immergée.

- Agiter correctement l'échantillon ou remuer l'électrode dans l'échantillon afin de retirer toute bulle d'air de la membrane.
- Le résultat de la mesure s'affiche lorsque la valeur de mesure est stabilisée. Noter ou enregistrer la valeur en mg/l.

### ❖ Détermination de l'alcalinité

La détermination de l'alcalinité de l'eau à analyser est effectuée en mesurant le titre alcalimétrique (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC) (NF T0-036).

Suivant le protocole qui suit :

- Prendre 100 ml d'eau à analyser
- Noter son pH puis titrer avec du HCL à 0.1N jusqu'à obtention d'un pH de 4.4.

**Lecture des résultats :**

$$\text{CHCO}_3^- = \frac{V_A \times N_A \times M_{\text{HCO}_3^-} \times 1000}{\text{PE}}$$

$$\text{CHCO}_3^- = \frac{V_A \times 0.1 \times 61 \times 1000}{100}$$

$$C \text{ HCO}_3^- = V_A \times 61(\text{mg/l})$$

$V_A$  : Volume d'acide versé

$N_A$  : Normalité d'acide versé

$M_{\text{HCO}_3^-}$  : masse des bicarbonates

**PE** : Prise d'essai

Si le pH de l'échantillon est supérieur à 8.3, titrer jusqu'à cette valeur (valeur d'HCL obtenu correspond au  $\text{CO}_3^-$ ) puis continuer le dosage jusqu'à  $\text{pH} = 4.4 V_A^*$

$$\text{TAC} = V \times 5(^{\circ}\text{F})$$

### ❖ Dosage des sulfates

La détermination de la concentration en sulfates de l'eau à analyser est réalisée par spectrophotométrie d'absorption moléculaire en suivant ce protocole:

- Prendre 1ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml avec de l'eau distillée. (dilution).
- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum
- Agiter énergiquement pendant 1 à 2 minutes.
- Passer au spectrophotomètre (630 nm).

### Lecture des résultats :

Les résultats sont exprimés en  $\text{mg/l SO}_4^{2-}$ .

La valeur lue sur le spectrophotomètre  $\times$  la dilution.

### ❖ Détermination du résidu sec

Détermination de la teneur en résidus secs dans l'échantillon à analyser à  $105^{\circ}\text{C}$  dans une étuve (Méthode élaborée par le laboratoire centrale), suivant le ce mode opératoire:

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillé et desséchée (**PV**).
- Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole de jaugée et déverser la dans la capsule.
- Porter cette dernière à l'étuve à  $105$  ou  $180^{\circ}\text{C}$  pendant 24 heures.
- Laisser refroidir pendant  $\frac{1}{4}$  d'heure au dessiccateur.
- Peser immédiatement et rapidement (**PP**).

### Lecture des résultats :

$$(\text{PP} - \text{PV}) \times 10 = \text{mg/l de résidus secs}$$

D'où PP : est le poids plein de la capsule.

PV : est le poids vide de la capsule.

### ❖ Détermination de la matière en suspension (MES)

La détermination de la concentration en matière en suspension de l'eau à analyser est effectuée par la méthode de filtration (**ISO11923**).

Suivant le protocole qui suit :

- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée.
- Mettre dans l'étuve pendant quelques minutes.
- Sortir le filtre, puis le mettre dans le dessiccateur pour le refroidissement.
- Puis peser le filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable.
- Prendre une fiole de 100 ml, laver abondamment avec de l'eau du robinet, puis avec de l'eau distillée.
- Prendre une prise d'essai de 100 ml, placer le filtre dans la rampe de filtration.
- Verser le volume d'eau (100 ml) jusqu'à filtration complète.
- Récupérer le filtre et le mettre à l'étuve à 150°C pendant 2 heures.
- Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total.
- Peser le filtre.

#### Lecture des résultats :

$P_r$  : poids rempli

$P_v$  : poids vide

$$\text{mg/MES} = \frac{P_r - P_v}{100} * 100000 = (P_r - P_v) * 10000$$

### ❖ Paramètres de pollution

#### • Détermination du taux des nitrates

Déterminer la teneur en nitrate dans l'eau à analyser par spectrophotométrie par la méthode de salicylate de sodium (**NF T90-012**).

Suivant le protocole qui suit :

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain Marie ou à l'étuve 75 - 88° C.
- (Ne pas surcharger Ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.

- Reprendre le résidu avec 2 ml. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> laisser reposer 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium ET de potassium.
- passer au spectrophotomètre à 415 nm.

**Lecture des résultats :**

Le résultat sera exprimé en (mg/l)

- **Détermination du taux des nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)**

Déterminer la teneur en nitrite dans l'échantillon à analyser par la méthode spectrométrique d'absorption moléculaire (**ISO N°5667**).

Suivant le protocole qui suit :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif.
- Attendre environs 20 minutes.

**Lecture des résultats :**

- Il y a apparition de la coloration rose indiquant la présence des nitrites.
- Passer l'échantillon au spectrophotomètre à une longueur d'onde  $\lambda = 543$  nm.
- La valeur indiquée par le spectrophotomètre correspond à la concentration des nitrites (mg/l).

- **Détermination du taux de l'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

Dosage de la teneur en ammonium dans l'échantillon à analyser par la méthode spectrométrique d'absorption moléculaire (**ISO N°7150**).

Suivant le protocole qui suit :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 4 ml du réactif I
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster jusqu'à 50 ml avec de l'eau distillée.
- Attendre environs 1 heure.

**Lecture des résultats :**

- Il y a apparition de la coloration verdâtre indiquant la présence de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

- On fait passer l'échantillon au spectrophotomètre à une longueur d'onde  $\lambda = 655 \text{ nm}$ .
- La valeur indiquée par le spectrophotomètre correspond à la concentration de l'azote ammoniacal (mg/l).

- **Détermination du taux d'orthophosphates ( $\text{PO}_4^{-3}$ )**

La détermination de la valeur correspond à la concentration des orthophosphates dans l'eau à analyser par spectrométrie en utilisant la méthode au molybdate d'ammonium (**ISO N°6878**).

Suivant le protocole qui suit :

- Prendre 40 ml de l'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml du réactif VI (Acide ascorbique).
- Ajouter ensuite 2 ml du mélange (I + III + II).
- Attendre environs une demi-heure.

**Lecture des résultats :**

- Il y a apparition d'une couleur bleu gris indiquant la présence des phosphates.
- Passer alors l'échantillon au spectrophotomètre à une longueur d'onde 880 nm.
- La valeur indiquée par le spectrophotomètre correspond à la concentration des phosphates (mg/l).
- 

- **Dosage de la matière organique (MO)**

La détermination de l'indice de permanganate de potassium permet d'évaluer la contamination en matière organique dans l'eau peu ou moyennement polluée (**NF T90-050**), suivant ce protocole :

- Transférer 100 ml d'échantillon dans un bécher de 250ml. Ajouter 20 ml d'acide sulfurique 2mols/l et mélangé en agitant doucement,
- Placer le bécher sur une plaque chauffante et porté à l'ébullition
- Ajouter 20 ml de la solution étalon 2millimols/l de permanganate de potassium,
- Démarrer le chronomètre et maintenir l'ébullition pendant 12 minutes.
- Après 10 mn, ajouter à l'aide d'une pipette 20 ml de la solution d'étalon d'oxalate de sodium 5 milli moles/l et attendre que la solution se décolore.
- Retirer alors le bécher de la plaque et le poser sur un agitateur après avoir au préalable placé une feuille sur ce dernier

- Titrer pendant que la solution est encore chaude avec la solution titrant de permanganate de potassium 2 milli moles/l jusqu'à une coloration rose palle persistante environ 30secondes.
- Effectuer le même mode opératoire sur 100ml d'eau distillée (essai à blanc).
- Noter le volume  $V_0$  de la solution permanganate consommée.

**Lecture des résultats :**

$$\text{MO (mg/l)} = \frac{(V1 - V0)}{V2} * F$$

**$V_0$**  = Volume de la solution de permanganate consommée dans le dosage du blanc en ml.

**$V_1$**  = Volume de la solution de permanganate consommée dans le dosage de la prise d'essai.

**$V_2$**  = Volume de la solution de permanganate consommée lors de la vérification de la solution titrant.

**F** = le facteur correctif utilisé compte tenu des unités pour exprimer le résultat en mg d'oxygène par litre.

• **DBO<sub>5</sub>**

Mesure de la demande biochimique en oxygène pendant 5 jours d'incubation, à l'aide du DBO-mètre (BODTrack, Hach), selon la méthode élaboré par le laboratoire centrale.

Suivant le protocole qui suit :

- A l'aide d'une éprouvette, verser le volume approprié d'échantillon dans le flacon de l'appareil contenant un agitateur magnétique.
- Appliquer de la graisse pour robinet sur le bord de chaque flacon et sur la lèvre de la cupule (pour assurer l'étanchéité).
- Placer la cupule contenant environ 0.4g d'hydroxyde de lithium dans le goulot de chaque flacon.
- Placer le flacon sur l'appareil BODTrack.
- Raccorder le tuyau approprié à chaque flacon et serrer soigneusement le bouchon. Chaque tuyau est étiqueté avec le n° de voie qui correspond à celui de panneau de commande.
- Placer l'appareil BODTrack dans l'incubateur réglé à 20°C.
- Mettre en marche l'appareil.
- Vérifier que les barreaux d'agitation sont en mouvement.
- Pour démarrer l'essai, presser le n° du flacon (1 à 6).
- Presser la touche ON pour sélectionner la gamme de mesure.

- Les touches < et >servent a diminuer ou à augmenter la gamme.
- Presser et maintenir la touche ON pour démarrer l'essai.

**Lecture des résultats :**

- Lire les résultats de la DBO directement à l'affichage de l'appareil BODTrack en pressant le n° de voie correspondant à chaque échantillon.

**• DCO**

Détermination de la demande chimique en oxygène dans un effluent selon la norme (ISO 6060) suivant le protocole suivant :

- Transférer 10 ml de l'échantillon dans le tube de l'appareil à reflux.
- Ajouter 5 ml de la solution de dichromate de potassium de concentration 0.04mole/l.
- Ajouter, lentement et avec précaution, 15 ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent en agitant soigneusement le contenu.
- Relier le réfrigérant aux tubes de l'appareil à reflux.
- Mettre les tubes dans l'appareil à reflux pendant 2h, la température du mélange réactionnel doit être de 150°C.
- Rincer le réfrigérant avec un petit volume d'eau distillée. enlever alors réfrigérant et compléter le contenu à 75 ml avec de l'eau distillée
- Rajouter 2 ou 3 gouttes de l'indicateur coloré (féroïne).
- Titrer l'excès de dichromate de ce contenu avec le sulfate de fer II et d'ammonium.

**Lecture des résultats :**

- Noter comme point de virage le changement brusque de couleur du bleu-vert au rouge-brun, même si le bleu-vert réapparaît au bout de quelques minutes.
- A noter qu'en parallèle, effectuer les deux essais suivants :

•Essai à blanc : Effectuer le même protocole, mais en remplaçant l'échantillon de 10 ml par de l'eau distillée.

•Essai témoin : Pour chaque série d'essais, vérifier la technique, de même que la pureté des réactifs par analyse de 10 ml de la solution étalon de référence (hydrogénéphthalate de potassium référence  $KC_8H_5O_4$  de concentration 2 ,0824 milli moles/l) en suivant le même protocole que pour la prise d'essai.

- La DCO se calculera de la manière suivante :

$$DCO = \frac{8000 * C(V2 - V1)}{V0}$$

- ✓ **C** : Concentration de sulfate de fer II et d'ammonium (0.12 moles/l).
- ✓ **V0** : Volume en ml de la PE, 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 et d'ammonium utilisé pour la détermination de l'échantillon.
- ✓ **8000** :  $\frac{1}{2}$  Masse molaire de l'oxygène par litre.
- Les résultats sont exprimés en mg d'oxygène par litre.

#### ❖ Paramètres indésirables

- **Dosage du fer par la méthode d'orthophénanthroline (ISO N° 6332).**

Le procédé opératoire est le suivant :

- Prendre 50ml d'eau à analyser dans un Erlen Meyer de 100ml.
- Ajouter 1ml d'HCL 10%.
- Ajouter 5 ml de persulfate de potassium.
- Placer l'Erlen Meyer sur la plaquette chauffante pendant 15 min.
- Retirer l'Erlen Meyer.
- Après refroidissement ajouter 1ml de chlorhydrate d'hydroxylamine.
- Ajouter 2ml acétate tampon.
- Ajouter 2ml de la solution 1.10 de phenanthroline et conserver à l'obscurité pendant 15min.

#### Lecture des résultats:

- ✓ La coloration orange foncé indique la présence du fer.
- ✓ La lecture s'effectue au spectrophotomètre à une longueur d'onde  $\lambda = 510$  nm.

- **Dosage de manganèse**

Le procédé opératoire est le suivant :

- Prendre 100 ml de l'échantillon à analyser dans un erlenmeyer.
- Ajouter 5 ml de la solution d' HNO<sub>3</sub>.
- Ajouter 1 ml de la solution d'Hg (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> Agiter.
- Ajouter 0.5 de la solution AgNO<sub>3</sub>.
- Chauffer à ébullition 5mn.
- Ajouter 1 ml de la solution H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- Ajouter 10 ml de la solution (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>.

- Chauffer à ébullition 10mn.
- Laisser refroidir.
- Compléter à 100ml.

**Lecture de résultat :**

- Lire la concentration de  $[Mn^{2+}]$  à  $\lambda = 525nm$   $[Mn^{2+}] = (mg/l)$

- **Dosage de l'aluminium**

Rechercher dans l'eau à analyser la teneur en aluminium par la méthode spectrophotométrique en suivant le protocole suivant :

- Ajouter 3 ml d'eau à analyser dans la cuve d'analyse.
- Ajouter 2 ml de thiosulfate de sodium.
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique.
- Ajouter une goutte d'acide sulfurique
- Mélanger bien la cuve.
- Laisser la cuve 30 min.
- Enfin passé au spectrophotomètre pour mesurer.

**Lecture des résultats :**

- Lire la concentration de l'aluminium en (mg/l).

### **I.3.2- Paramètres bactériologiques**

Les analyses sont effectuées sans dilution.

- **Recherche et dénombrement des coliformes totaux(CT) et des coliformes fécaux (CF)**

Déterminer le nombre de bactéries coliforme totaux dans 100ml d'eau à analyser en utilisant la méthode alternative IDEXX de recherche et dénombrement en suivant ce protocole :

- Ramener si nécessaire l'échantillon à température ambiante et l'homogénéiser.
- Prélever 100 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter le contenu d'une dosette du réactif prêt à l'emploi : Colilert18.

- Homogénéiser sans produire de mousse et attendre quelques minutes la dissolution complète du réactif.
- Verser les 100 ml de mélange réactif / échantillon dans le plateau Quanti-Try ou Quanti-Try / 2000 en prenant soin d'éviter tout contact des mains ou du flacon avec l'intérieur de la pochette.
- Sceller les plateaux dans le Quanti-Tray Sealer.
- Incuber les plateaux, puits vers le haut :
- Colilert18 :  $36^{\circ}\text{C} \pm 2$  pendant  $18 \text{ h} \pm 4$ .
- Si un échantillon inoculé au COLILERT18 est incubé au-delà de 18 heures par inadvertance, le résultat reste stable pendant 4 heures supplémentaires (durée d'incubation maximale : 22 heures).

### Lecture des résultats :

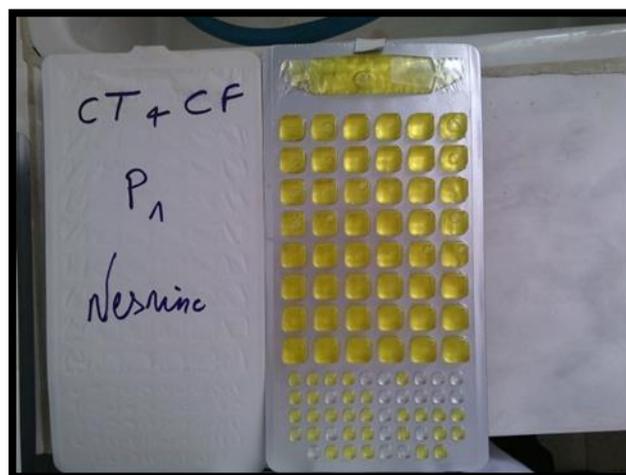
Dénombrer les puits positifs selon l'interprétation ci-dessous :

- Colilert18 :

Puits couleur jaune : coliformes totaux.

Puits couleur jaune/fluorescence bleue sous U.V : coliformes fécaux.

- ✓ reporter à la table NPP celle ci donne le nombre le plus probable des bactéries recherchées à partir du nombre de grands et de petits puits positifs.
- ✓ Le nombre trouvé sera exprimé dans 100 ml d'eau à analyser.



**Figure (03):** le plateau des CT/F après incubation.

- **Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (SF)**

Déterminer le nombre de bactéries streptocoques fécaux dans 100ml d'eau à analyser en utilisant la méthode alternative IDEXX selon le protocole suivant :

- Ramener si nécessaire l'échantillon à température ambiante et l'homogénéiser.
- Prélever 100 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter le contenu d'une dosette du réactif prêt à l'emploi : Entérolert-E.
- Homogénéiser sans produire de mousse et attendre quelques minutes la dissolution complète du réactif.
- Choisir selon la typologie de l'eau à analyser le plateau Quanti-Try / 2000 (97 puits).
  
- Verser les 100 ml de mélange réactif / échantillon dans le plateau Quanti-Try ou Quanti-Try / 2000 en prenant soin d'éviter tout contact des mains ou du flacon avec l'intérieur de la pochette.
- Sceller les plateaux dans le Quanti-Try Sealer.
- Incuber les plateaux, puits vers le haut : Enterolert-E :  $36^{\circ}\text{C} \pm 2$  pendant  $24 \text{ h} \pm 2$ .

#### **Lecture des résultats :**

Dénombrer les puits positifs selon l'interprétation ci-dessous :

Enterolert-E :

Puits bleus fluorescence bleue sous U.V : streptocoques fécaux.

- ✓ Se reporter à la table NPP celle ci donne le nombre le plus probable des bactéries recherchées à partir du nombre de grands et de petits puits positifs.
- ✓ Le nombre trouvé sera exprimé dans 100 ml d'eau à analyser.

#### **▪ Recherche et dénombrement des Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)**

Déterminer le nombre de bactéries Anaérobies sulfito-réducteurs dans 100 ml d'eau à analyser en utilisant la méthode de recherche et dénombrement par filtration sur membrane **(NF en 26461-2, ISO6461-2).**

Suivant le protocole qui suit :

- Tout d'abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec benzène.
- Le refroidir soit avec de l'eau ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de  $0.22\mu$  entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dernier avec la pince correspondante.

- Un chauffage de l'échantillon d'eau à 80°C pour détruire les formes végétatives des bactéries.
- Refroidir l'échantillon rapidement dans l'eau du robinet pendant 10 à 15 min.
- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose VF.
- Cette membrane sera incubée à 37°C pendant 48 heures.

### **Lecture des résultats :**

- Après 48 heures d'incubation, les Anaérobies sulfito-réducteurs apparaissent sous forme de petites colonies noires.
- Le nombre de colonies trouvé sera exprimé dans 100ml d'eau à analyser.

#### **▪ Recherche de *salmonella***

La recherche de germe pathogène *Salmonella* est réalisée sur milieu liquide suivant le mode opératoire :

- Mettre 100 ml d'eau à analyser dans un tube qui contient le milieu SFB (Bouillon sélénite).
- Mettre le tube dans l'étuve à 37°C pendant 18 à 24 heures.
- Si il ya un virage de la couleur vers l'orange

A partir de ce tube :

- Faire un deuxième enrichissement par quelques gouttes sur le milieu SFB.
- Faire un isolement sur le milieu Hektoen.
- Mettre les deux derniers dans l'étuve à 37°C pendant 24 heures.

### **Lecture des résultats :**

- Des cultures orange : la bactérie fermente le lactose (lactose +).
- Des cultures vertes : lactose négatif (-).

## ▪ Recherche des Vibrions cholériques

La recherche du germe vibron cholérique en utilisant le mode opératoire suivant :

- Mettre 450 ml d'eau à analyser dans un flacon qui contient le milieu EPA.
- Mettre le flacon dans l'étuve à 37°C pendant 18 à 24 heures.
- Si le milieu devient trouble
- A partir de ce flacon :
- Faire un deuxième enrichissement par 1 ml sur le milieu EPA.
- Faire un isolement sur le milieu GNAB.
- Mettre les deux derniers dans l'étuve à 37°C pendant 24 heures.

### **Lecture des résultats :**

- Le milieu trouble : positif.
- Des cultures bactériennes sur le milieu: positif.

## II. RESULTAT ET DISCUSSION

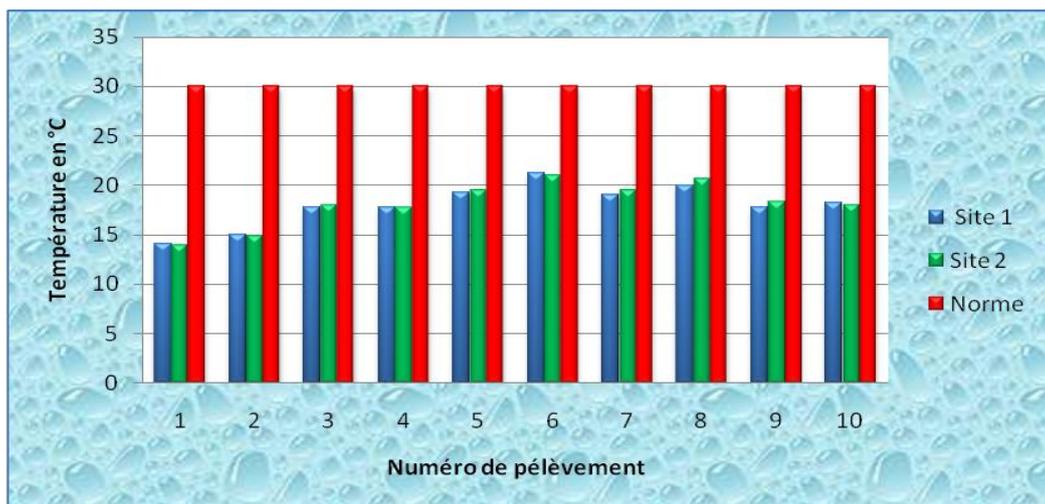
Les résultats obtenus pour les paramètres physico-chimiques et bactériologiques réalisés sur les eaux de l'oued Beni Aza sont consignés dans le Tableau VIV (annexe I). Ces résultats seront comparés aux normes des eaux superficielles du JORA (2011).

**Remarque :** pour le numéro de prélèvement (1 : Fév, 2et3 :Mar, 4.5 :Avr, 6.7et8 :Mai, 9et10 :Jui)

### II.1- Paramètres physico-chimiques

#### ✚ Température

La température enregistrée de l'eau de l'oued Beni Aza varie entre un minimum de 13.9°C au mois de Février dans le site 2 et un maximum de 20.6°C au mois de Mai dans le même site et reste en dessous de la norme des eaux de surface fixée à 30°C par le JORA (2011).



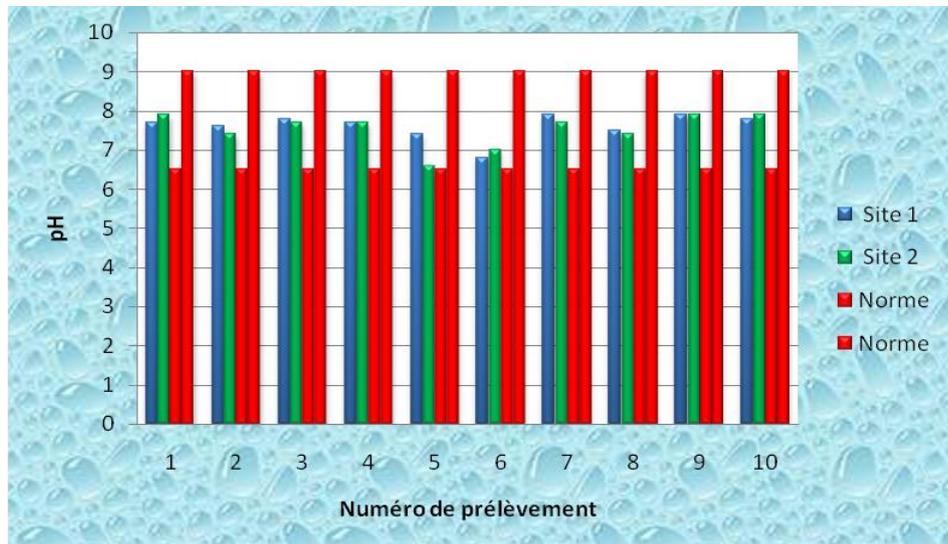
**Figure (04) :** Variation mensuelle de la Température.

Il est très important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, car elle agit sur ses caractères physiques, chimiques et bactériologiques (**Talla et Alama ,2013**).

Les variations de la température saisonnière peuvent affecter les eaux, surtout quand elles sont superficielles. Une température élevée peut favoriser des odeurs désagréables (**Monique, 1991**).

#### ✚ Potentiel d'Hydrogène

Les eaux de l'oued Beni Aza ne montrent pas de grandes variations de pH avec des moyennes de  $7,7 \pm 0,35$  dans le site 1 et une moyenne de  $7,8 \pm 0,91$  dans le site 2. Les valeurs du pH enregistrées, sont dans les normes comprises entre [6.5 et 9] (figure 05).



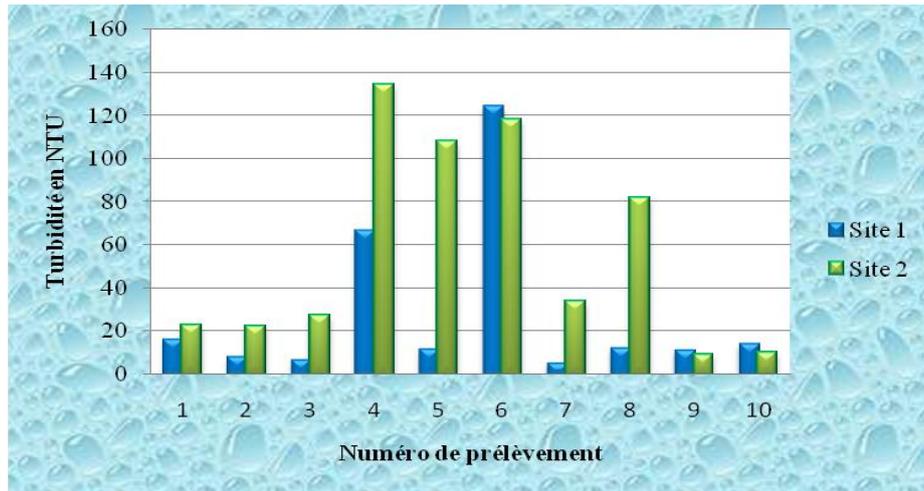
**Figure (05) :** Variation mensuelle du pH.

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif d'une eau (**Rodier et al., 1998**). Selon **Rodier et al., (2009)**, le pH de l'eau est influencé par la température, l'oxygène dissous, la minéralisation totale et bien d'autres facteurs.

#### Turbidité

Les valeurs de la turbidité obtenues pour les eaux de l'oued Beni Aza sont comprises entre un minimum de 6.17 NTU au mois de Mars et un maximum de 134 NTU au mois d'Avril (figure 06). La turbidité est influencée par les précipitations (**Talla et Alama, 2013**).

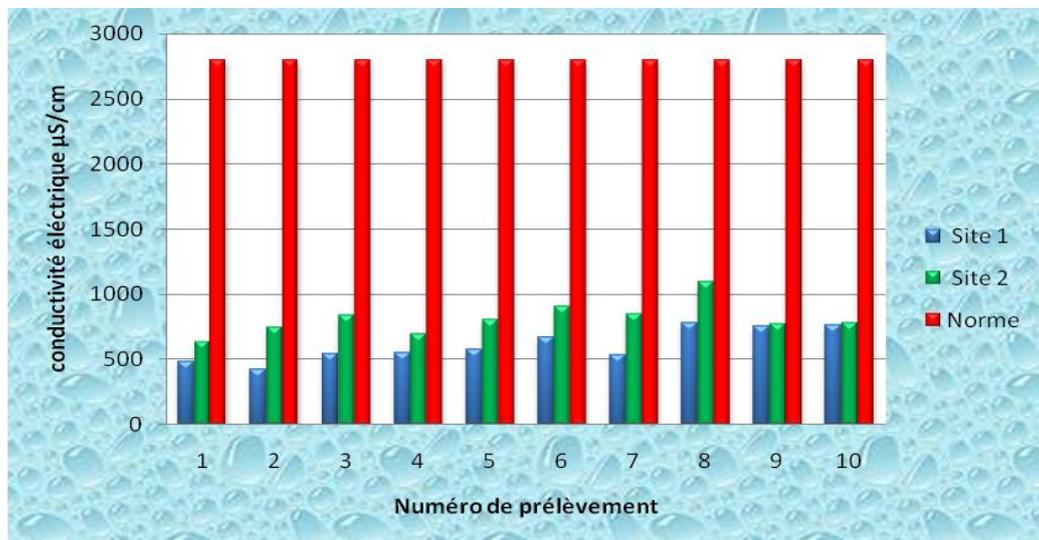
La turbidité de l'eau a pour origine la présence de MES qui donne un aspect trouble de l'eau (**Djezzar, 2008**). Selon **Emmanuel (1996)**, la turbidité est due aux particules colloïdales en suspension dans l'eau. Ces particules sont d'origine variées : érosion des sols pour les eaux de surface.



**Figure (06) :** Variation mensuelle de la turbidité.

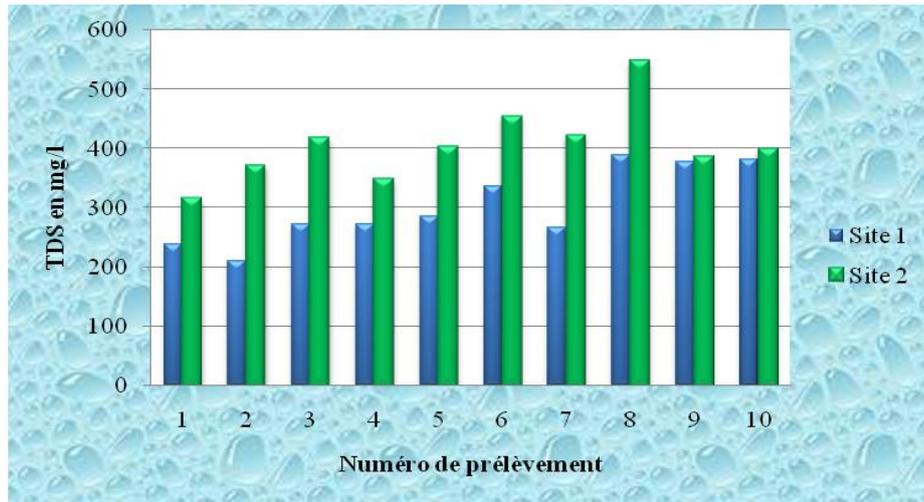
### ⚡ Conductivité électrique et TDS

Les valeurs de la conductivité présentées dans la figure 07 varient de 421  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans le site 1 à 1093  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans le site 2. Ces valeurs ne dépassent pas les normes algériennes (JORA, 2011) fixées à 2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figure (07) :** Variation mensuelle de la conductivité électrique.

Les valeurs enregistrées des TDS (Taux des Sels Dissous) sont comprises entre 211 mg/l au mois de Mars et 547 mg/l au mois de Mai (figure 08).

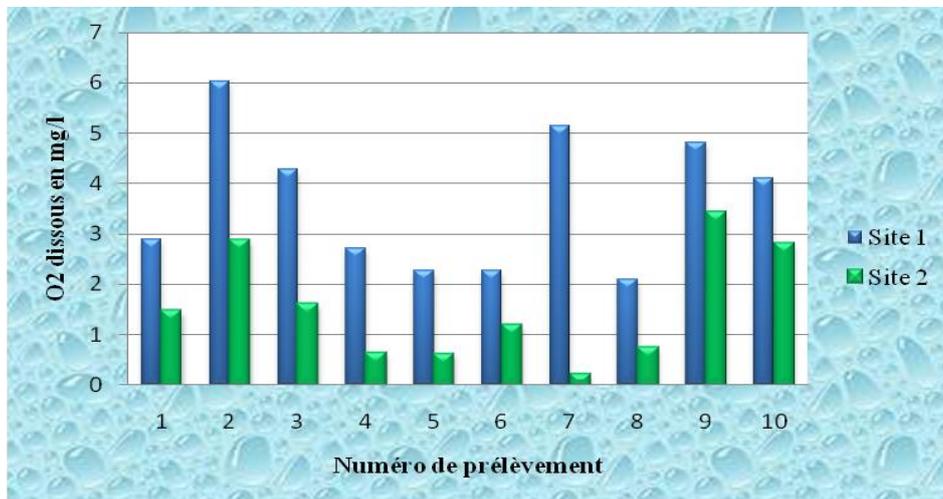


**Figure (08):** Variation mensuelle du TDS.

Les variations enregistrées de ces deux paramètres sont dues aux apports arrivés à partir des sols traversés.

#### Oxygène dissous

Toujours présent dans l'eau, les concentrations de l'oxygène dissous sont plus élevées dans le premier site avec un maximum de 6.02 par rapport au deuxième site (figure 09), à cause de la saturation en air et à la variation de la température.



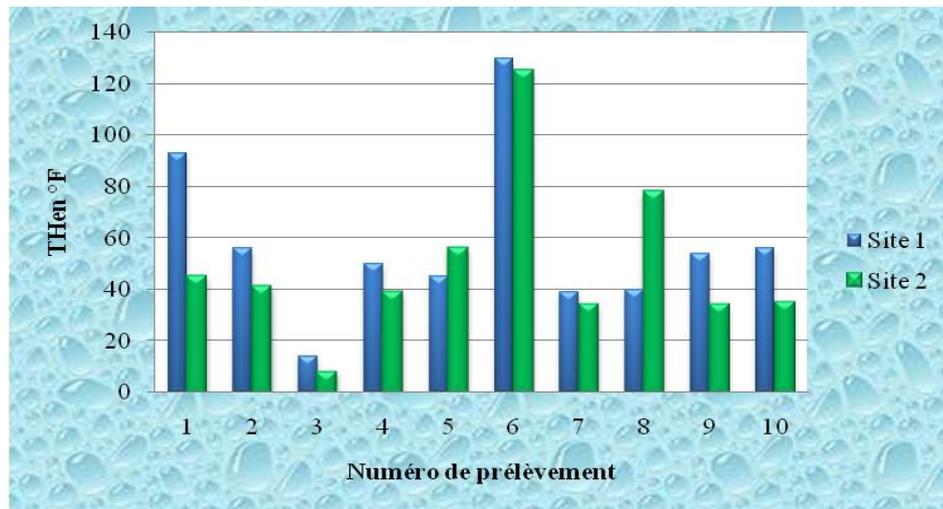
**Figure (09) :** Variations mensuelle d'oxygène dissous.

Les variations d'O<sub>2</sub> dissous sont influencées par l'atmosphère et la variation de la température. L'eau saturée d'air à 20 °C et sous pression normale contient 9.1mg/l d'oxygène (Rodier et al., 1998).

## ✚ TH

Le TH est la somme des teneurs en sels dissous de magnésium et de calcium (**Bourrellet et al ,1984**).

D'après la figure 10, les valeurs de la dureté totale de l'eau de l'oued Beni Aza varient entre un minimum de 8°F et un maximum de 130°F, indiquant ainsi une eau très dure.



**Figure (10) : Variation mensuelle du TH.**

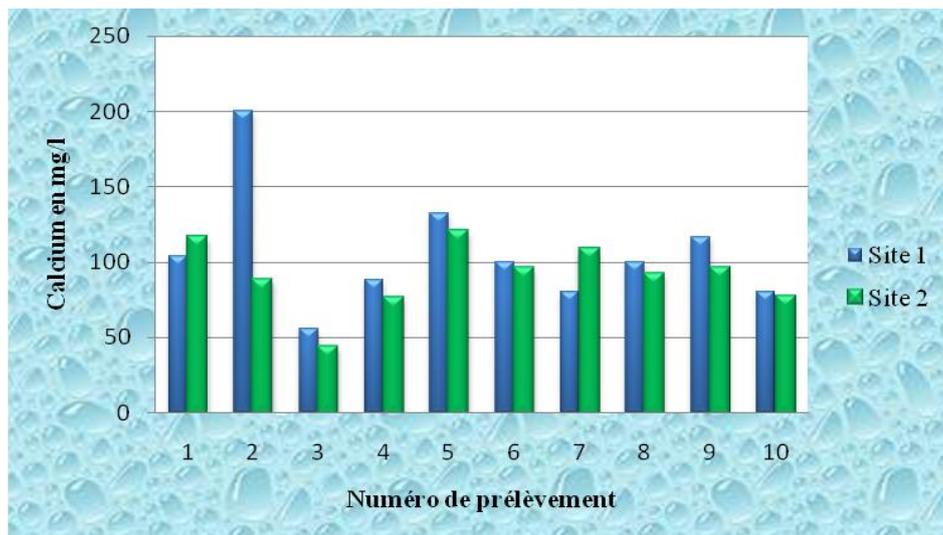
## ✚ Calcium et Magnésium

Les teneurs en calcium obtenus dans notre étude ne présentent pas de grandes variations (figure 11). Un maximum de 200.4 mg/l est enregistré au niveau du site 1 et un minimum de 44.09 mg/l est enregistré au niveau du site 2.

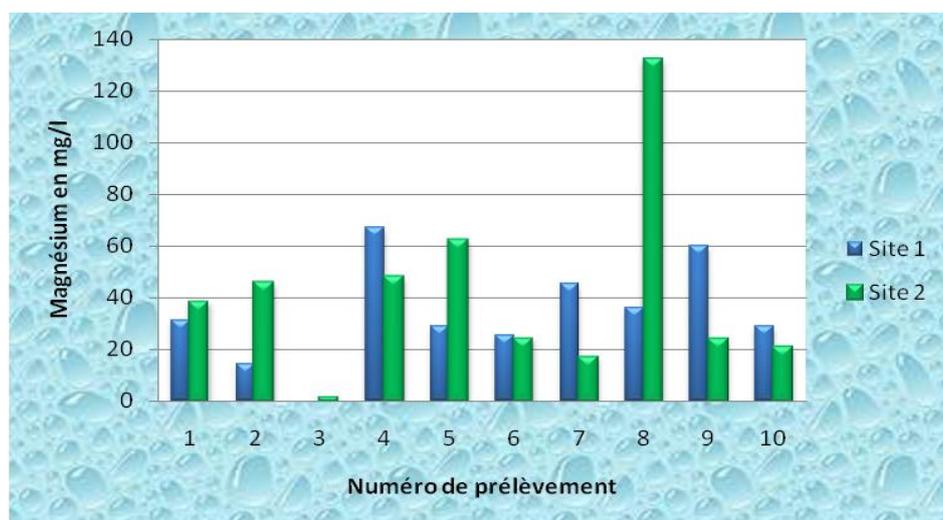
D'après la figure 12, les teneurs en magnésium sont inférieures aux teneurs en calcium avec un minimum de 0 mg/l (site 1) et un maximum de 132 mg/l (site 2).

Concernant les sels de calcium, ils se rencontrent dans presque toutes les eaux naturelles (**Rodier et al., 2009**) . **Talla et Alama (2013)** constatent que les variations enregistrées traduisent une eau à dureté calcique plus élevée que la dureté magnésienne.

La teneur en calcium est liée directement à la nature géologique des terrains traversés par l'eau (**Cherbi ,2009**). L'ion calcium joue aussi un rôle essentiel dans les écosystèmes aquatiques. En effet, il entre dans la constitution des squelettes et coquilles, et dans les phénomènes de perméabilité cellulaire.(**Gaujons, 1995**).



**Figure (11) :** Variations mensuelle du calcium.



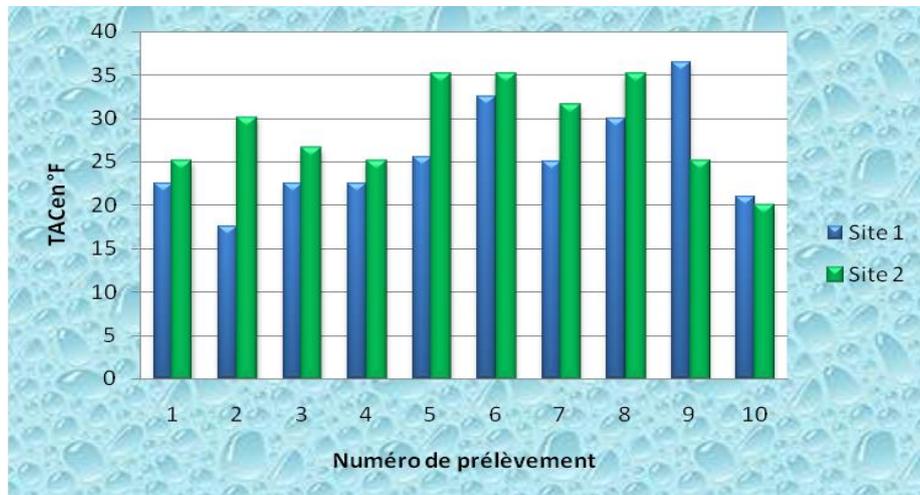
**Figure (12) :** Variations mensuelle du magnésium.

Pour le magnésium comme pour le calcium, sa concentration est en fonction de la nature géologique des terrains traversés. Ils contribuent à la dureté totale sans être l'élément majeur (Cherbi, 2009).

#### 🚦 Titre Alcalimétrique Complet

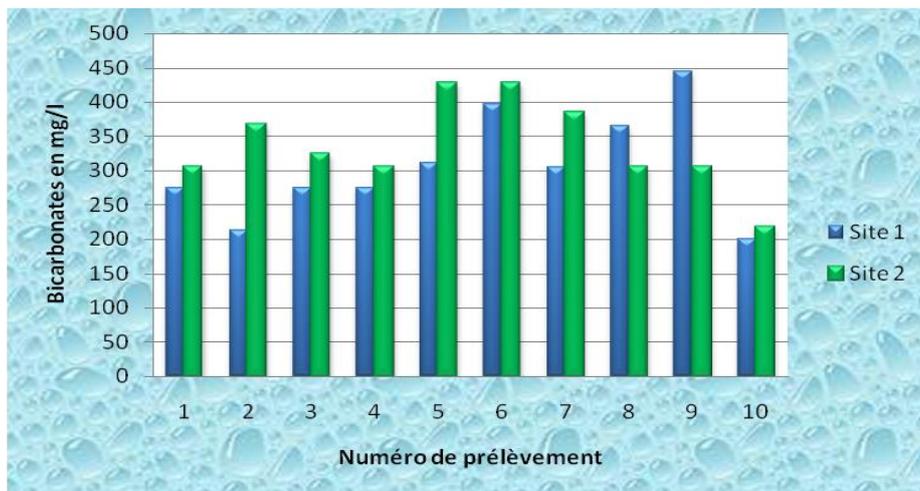
D'après la figure 13, la valeur de TAC varie entre un minimum de 17.5°F et un maximum de 36.5°F au niveau du site 1.

Les analyses de l'eau de l'oued Beni Aza révèlent que le TH > TAC et que la teneur en calcium est supérieure à la teneur en magnésium. Cette eau, est donc une eau hydrogéné-carbonaté calcique.



**Figure (13) :** Variation mensuelle du TAC.

D'après la figure 14, les concentrations en bicarbonates sont comprises entre un minimum de 201mg/l et un maximum de 445.3mg/l (site 1).



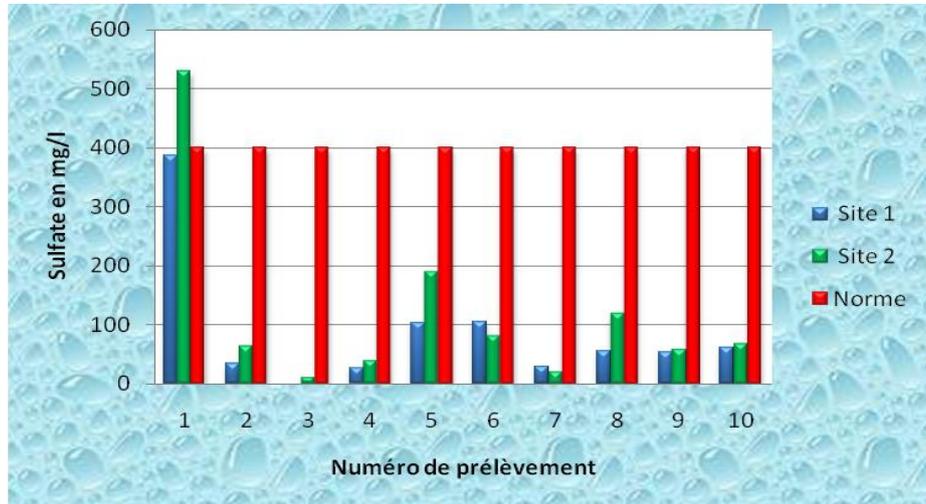
**Figure (14) :** Variation mensuelle du bicarbonate

La mesure du TAC correspond au dosage des bicarbonates seuls (**Bourrelrier et al, 1972**). La concentration des eaux en bicarbonates est en fonction du pH et de sa température (**Berne et Cordonnier, 2007**).

D'après **Cherbi (2009)** la variabilité des résultats est due au climat et la géologie de la région.

### ✚ Sulfates

Les sulfates sont naturellement présents dans les eaux de surface. Les concentrations moyennes des sulfates varient entre 118.06 mg/l (S1) et 163.7 mg/l (S2) (figure 15). La teneur maximale est de 528.9 mg/l dépassent la norme 400 mg/l fixée par la réglementation algérienne (JORA, 2011).

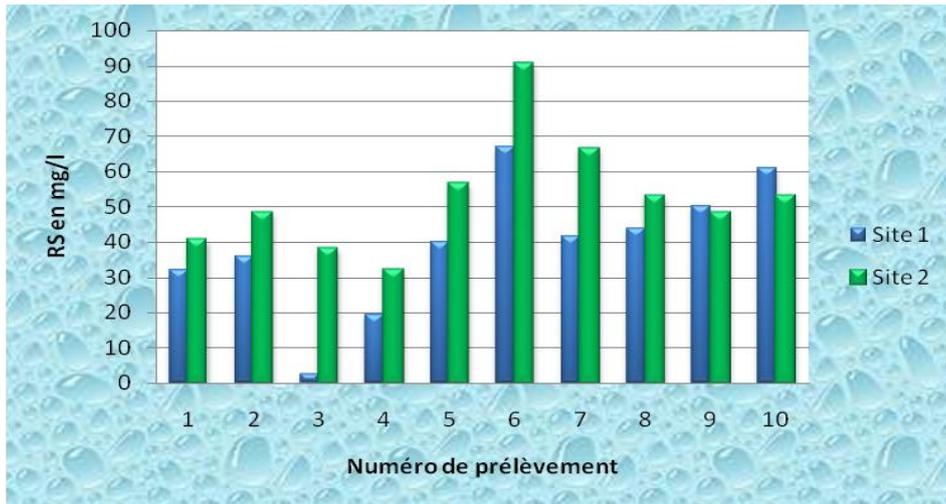


**Figure (15) :** Variations mensuelle du sulfate.

Leur origine est liée à la nature des sols traversés. D'après **Talla et Alama (2013)**, la concentration des ions de sulfate dans les eaux naturelles est variable. Leur présence résulte de la légère dissolution des sulfates de calcium des roches gypseuse, de l'oxydation des sulfates dans les roches et des matières organiques d'origine animale.

### ✚ Résidu sec

Les valeurs des résidus secs dans l'eau de l'oued Beni Aza varient entre un minimum de 2.45mg/l au mois de Mars (S1) et un maximum de 90.46mg/l au mois de mai (S2).

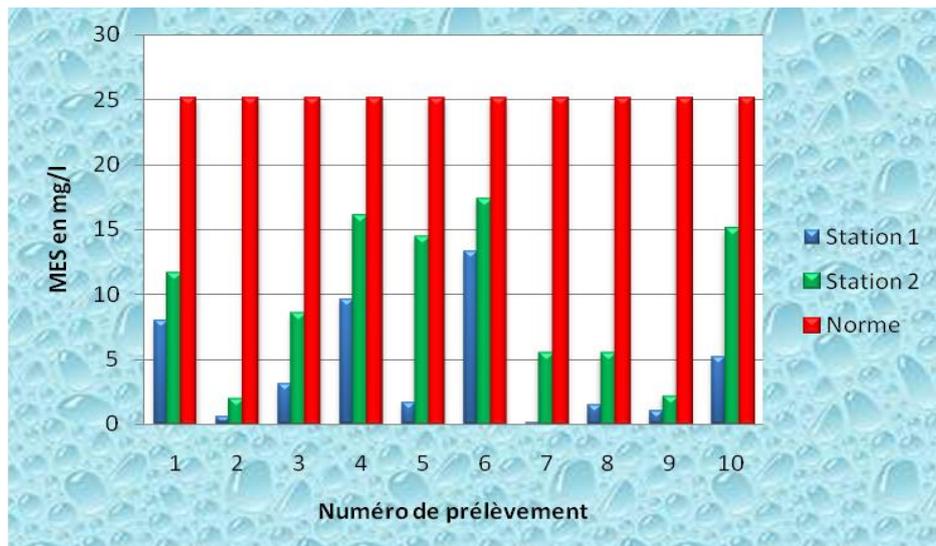


**Figure (16) :** Variation mensuelle du résidu sec.

Selon **Rodier et al ., (2009)** ,la détermination du résidu sec permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles. Les variations sont dues aux changements climatiques.

#### ✚ Matière en suspension

Les concentrations des MES durant cette étude ne présentent pas une variation importante (figure 17). Elles varient entre un maximum de 15.98mg/l au niveau du site 1 et un minimum de 0.1 au niveau du site 2, Pour les eaux de l'oued Beni Aza , la moyenne du MES est au-dessus de la norme des eaux superficielles Algérienne (25 mg/l).



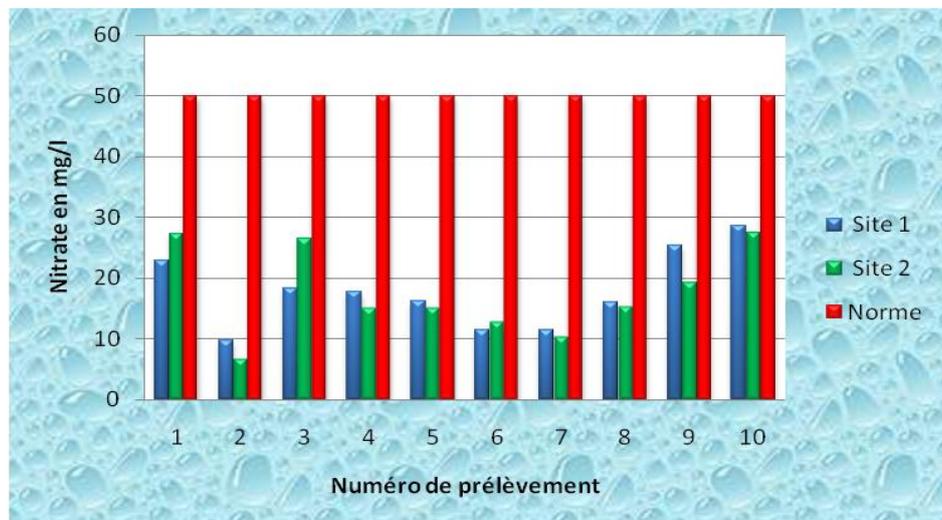
**Figure (17) :** Variations mensuelle du MES.

Cette variabilité dépend des conditions climatiques. Généralement les MES sont visibles à l'œil nu, ils génèrent la turbidité (Talla et Alama, 2013).

#### ✚ Paramètres de pollution

- Nitrates

Les concentrations en nitrates enregistrées au cours de cette étude sont toutes en dessous des normes des eaux de surface fixées à 50 mg/l (figure 18), avec un maximum de 28.6 mg/l et un minimum de 6.63 mg/l.



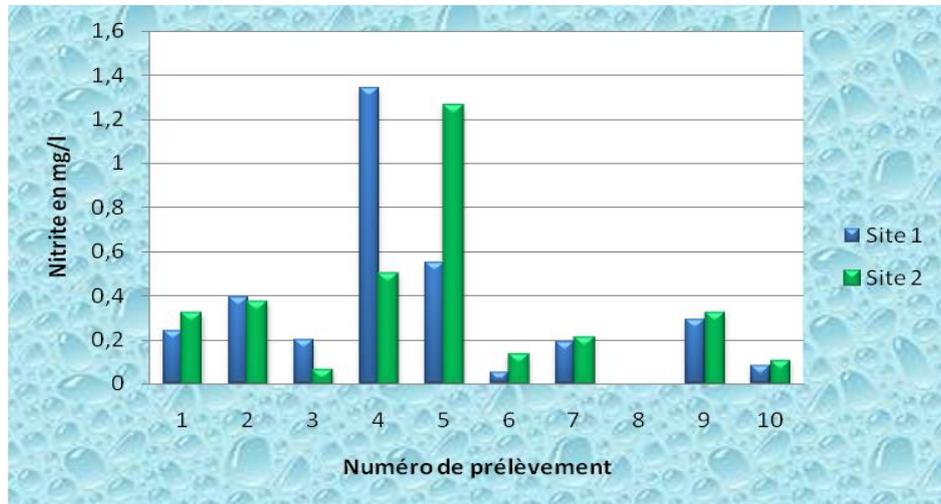
**Figure (18) : Variations mensuelle des nitrates.**

La présence excessive de nitrate dans l'eau est un signe de pollution. L'origine de cette présence est la dégradation de la matière organique biodégradable par les microorganismes (Talla et Alama, 2013).

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par la décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels (Samake, 2002).

- Nitrites

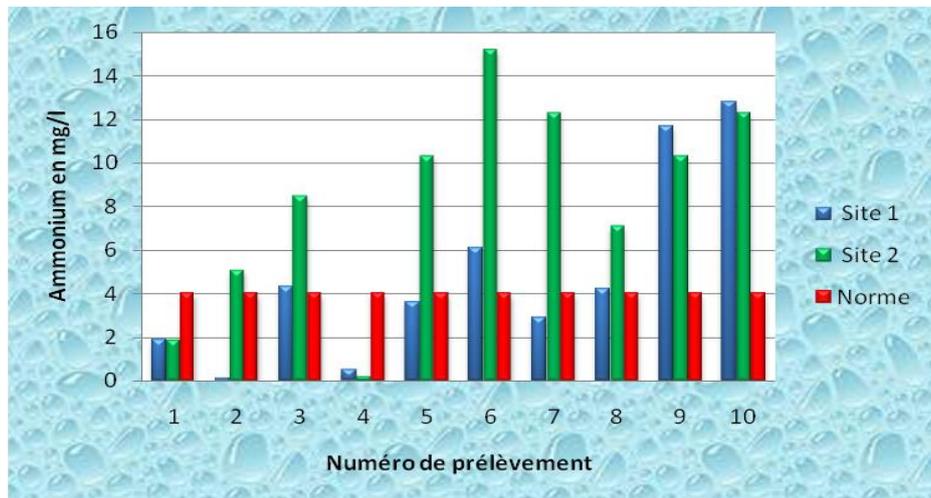
D'après la figure 19, les concentrations moyennes des nitrites sont de 0.32 mg/l  $\pm$  0.03 au niveau du site 1, et 0.36 mg/l  $\pm$  0.04 au niveau du site 2. La valeur minimale enregistrée au niveau des deux sites 1 et 2 est de 0 mg/l et la valeur maximale trouvée au niveau du site 2 est de 0.5 mg/l. Cette variabilité est expliquée par les conditions climatiques et la diminution du débit d'eau. Toutefois, les nitrites sont présents dans les eaux naturelles mais en très faible quantité (Rodier et al., 2009).



**Tableau (19) :** Variation mensuelle des nitrites.

- **Ammonium**

Les concentrations moyennes en ion ammonium au niveau des sites étudiées sont comprises entre 4.81 mg/l dans le site 1 et 8.32 mg/l dans le site 2 (figure 20), montrant un gradient croissant de l’amont vers l’aval. À propos des eaux échantillonnées de l’oued, la majorité des valeurs sont supérieures à la norme des eaux de surface, norme avec un seuil maximal de 4 mg/l.



**Figure (20) :** Variation mensuelle de l’ammonium.

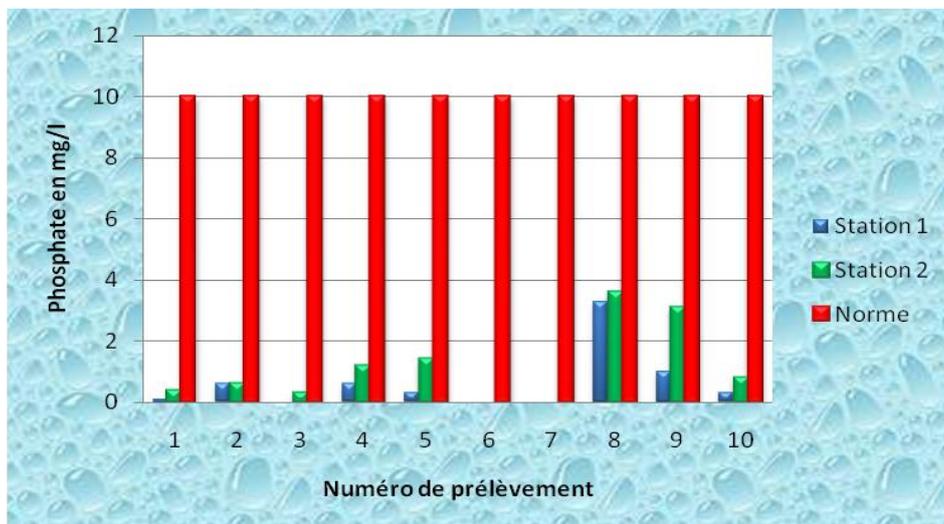
L’ammonium est une substance chimique qui dans les eaux de surface est considéré comme un indicateur de pollution (Talla et Alama, 2013).

**Cherbi (2009)** constate que la variabilité des concentrations est une conséquence de la dégradation incomplète de la matière organique par les microorganismes.

Cet élément constitue le produit de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans toutefois négliger les apports d'origine domestique, agricole et industrielle, (**Abboudi et al., 2014**).

- **Orthophosphates**

D'après la figure 21, les concentrations des orthophosphates dans les eaux de l'oued sont majoritairement inférieures à la norme des eaux de surface fixée à 10 mg/l. Les concentrations des phosphates sont variables d'un site à un autre et d'un prélèvement à un autre. Les teneurs moyennes varient entre 0,62 mg/l au niveau du site 1 et 1.14 mg/l au niveau du site 2 montrant un gradient croissant de l'amont vers l'aval.



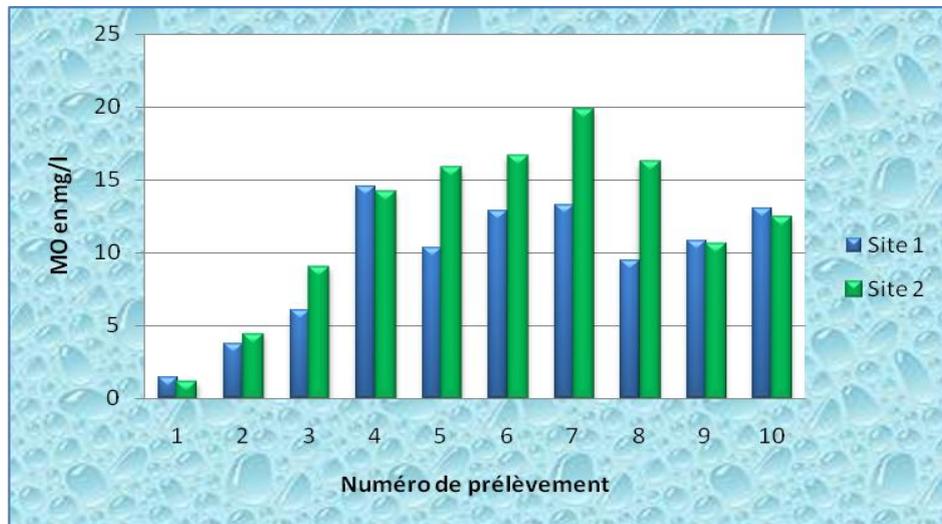
**Figure (21) :** Variation mensuelle du phosphate.

La présence de phosphate dans l'eau favorise la croissance des algues dès que l'eau exposée à la lumière, entraînant le phénomène de l'eutrophisation (**Cherbi, 2009**). Le phosphate peut s'agir d'infiltration d'eaux résiduaires industrielles ou d'eau de puits ayant traversé des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés (**Bourrelier et al., 1984**).

- **Matière organique**

La matière organique regroupe toutes les matières qui peuvent être oxydés à la température d'ébullition, par le permanganate de potassium.

D'après les valeurs enregistrées au cours de cette étude, les teneurs en matière organique varient entre un maximum de 19.8mg/l et un minimum de 1.13mg/ au niveau du site 2 (figure 22)



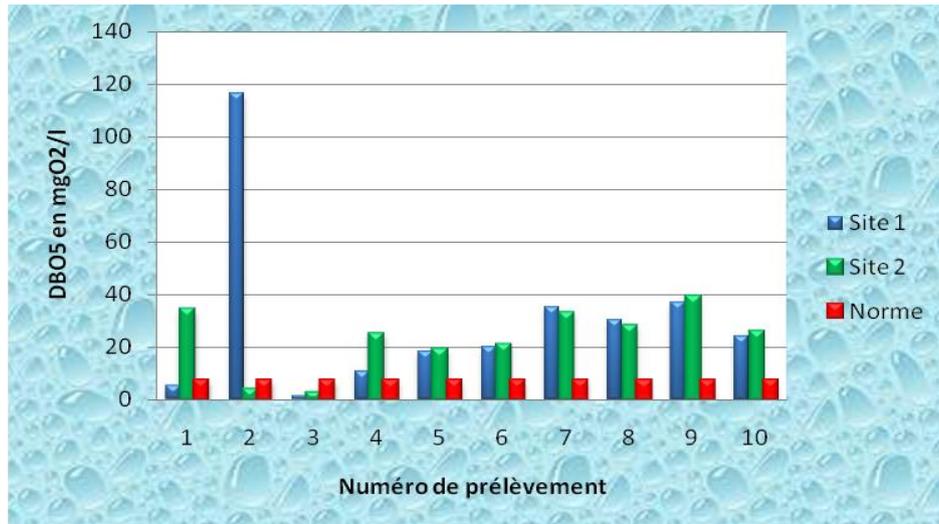
**Figure (22) :** Variation mensuelle de la matière organique.

Selon **Hamed et al., (2012)** les matières organiques (MO) susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes .

La matière organique varie selon l'importance de la pollution. La matière organique est influencée par la qualité bactériologique (**Cherbi, 2009**). Une eau riche en matières organiques doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique (**Bern et Jean, 1991**).

- **Demande Biologique en Oxygène**

La concentration de la DBO5 des eaux étudiées est majoritairement supérieure aux normes des eaux de surface qui sont de 7 mgO<sub>2</sub>/l. La valeur maximale de 116,6 mgO<sub>2</sub>/l est enregistrée dans la station 1 (figure 23).



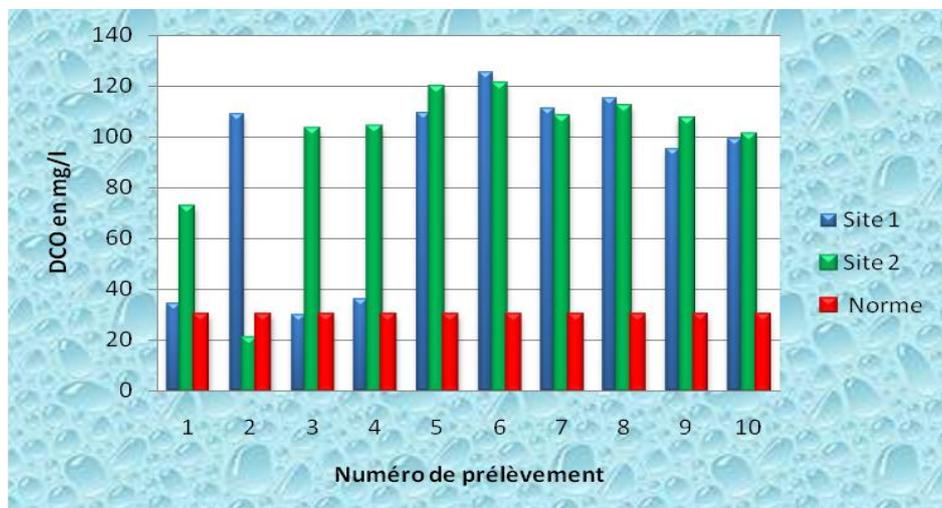
**Figure (23) :** Variations mensuelle de la DBO.

Selon **Métahri (2012)**, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie.

La variation mensuelle de la DBO est expliquée par la présence de la matière organique et inorganique biodégradable. En plus la DBO est un indice de pollution organique (**Talla et Alama, 2013**). **Leclercq et Maquet (1987)** constate que le seul paramètre en relation directe avec la pollution organique est la DBO5.

- **Demande Chimique en Oxygène**

Concernant les eaux de l'oued Beni Aza, les concentrations varient entre un minimum de 20.99 mg O<sub>2</sub>/l (S2) et un maximum de 125.56 mg O<sub>2</sub>/l (S1) (figure 24) dépassant de loin les normes des eaux de surface fixées à 30mg/l.



**Figure (24) :** Variation mensuelle de la DCO.

D'après **Hamaidi et al., (2014)** si les valeurs de la DBO et la DCO sont assez élevées , cela signifie que les eaux usées ont un potentiel de pollution élevé et devrait donc être traitées avant leur rejet dans l'environnement . **Talla et Alama (2013)** constate que l'augmentation pourrait être attribuée à une augmentation des substances organiques et inorganiques dans le milieu.

Le calcul du rapport DCO/DBO est illustré par le Tableau III. Les valeurs oscillent entre un minimum de 0.93 et un maximum de 39.72. Les valeurs < 1,5 indiquent que ces prélèvements sont fortement biodégradables. Les valeurs > 3 indique qu'ils sont non biodégradables.

**Tableau N°III : Variation mensuelle du rapport DCO/DBO.**

	S1	DCO/DBO	S2	DCO/DBO
P1	6.59	Non biodégradable	2.13	Moyennement biodégradable
P2	0.93	Fortement biodégradable	5.23	Non biodégradable
P3	22.01	Non biodégradable	39.72	Non biodégradable
P4	3.38	Non biodégradable	4.14	Non biodégradable
P5	6	Non biodégradable	6.28	Non biodégradable
P6	6.26	Non biodégradable	5.76	Non biodégradable
P7	3.16	Non biodégradable	3.27	Non biodégradable
P8	3.8	Non biodégradable	3.97	Non biodégradable
P9	2.56	Peu biodégradable	2.74	Peu biodégradable
P10	4.11	Non biodégradable	3.88	Non biodégradable

<1.5 : Effluent fortement biodégradable
1.5-2.5 : Effluent moyennement biodégradable
2.5-3 : Effluent peu biodégradable
>3 : Effluent non biodégradable

✱ **Détermination de l'IPO :**

D'après le Tableau IV, les valeurs calculées des différents indices de la pollution organique dans les deux stations, montrent une variation de l'IPO d'un site à l'autre. La valeur la plus faible 1 indique que ces prélèvements présentent une pollution organique très forte. La valeur la plus élevée 3,25 indique une pollution organique modérée.

**Tableau N° IV : Variation mensuelle de la pollution organique**

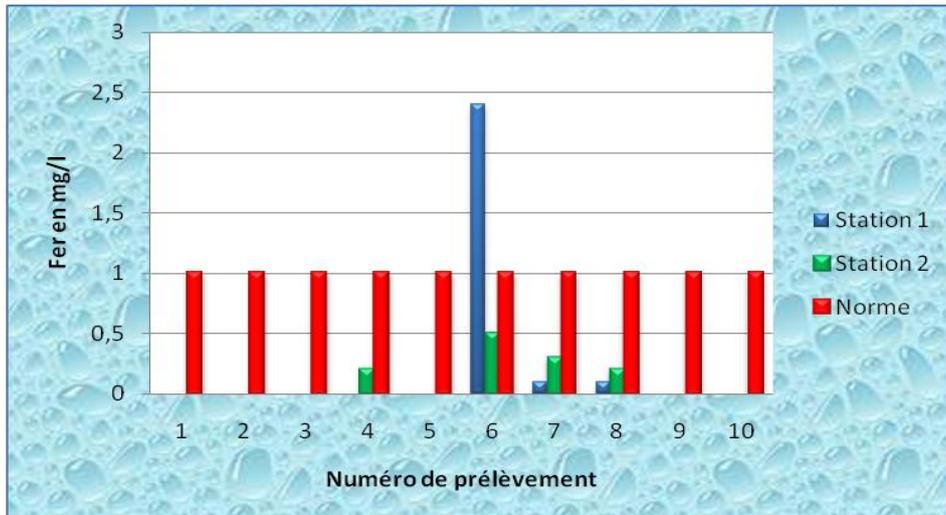
	S1	PO	S2	PO
P1	3.25	Modérée	2	organique
P2	2.25	Modérée	2.25	Modérée
P3	2.2	Modérée	1.75	Très forte
P4	2.25	Modérée	1.75	Très forte
P5	2	Organique	1	Très forte
P6	1.25	Très forte	1	Très forte
P7	1.25	Très forte	1.5	Très forte
P8	1.25	Très forte	0.75	
P9	1	Très forte	1	Très forte
P10	1.75	Très forte	1.5	Très forte

5.0 – 4.6 : pollution organique nulle
4.5 – 4.0 : pollution organique faible
3.9 – 3.0 : pollution organique modérée
2.9 – 2.0 : pollution organique
1.9 – 1.0 : pollution organique très forte

✚ **Paramètres indésirables**

➤ **Fer**

On trouve généralement le fer dans les eaux de surface. D'après la figure (25), la concentration du fer enregistrée durant cette étude varie entre un minimum de 0 mg/l au niveau des deux sites et un maximum de 2.41 mg/l au niveau du site 1 dépassant la norme algérienne fixée à 1 mg/l .



**Figure (25) : Variation mensuelle du fer.**

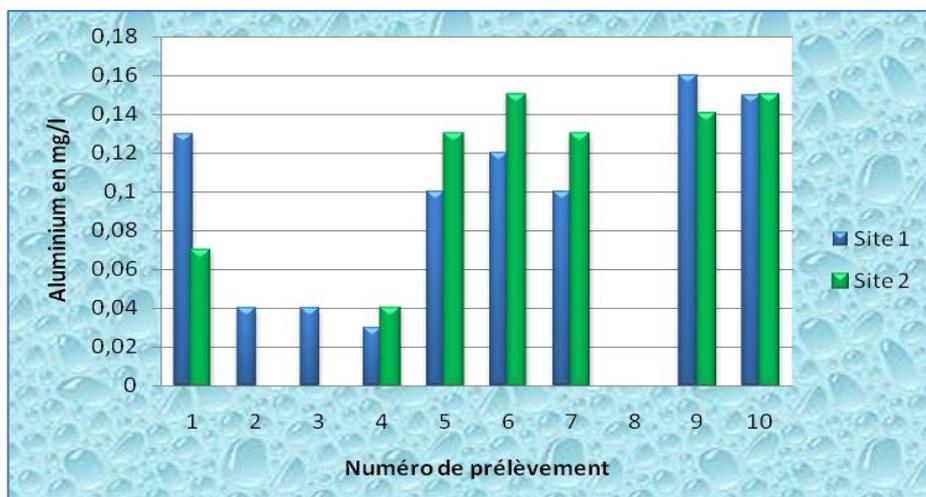
On explique la présence du fer par la nature des terrains traversés ou bien par les rejets industriels. Le fer ne présente aucun inconvénient du point de vue physiologique, mais à des teneurs très importantes, il influe la qualité organoleptique de l'eau (mauvais goût, couleur et saveur) (Rodier et al., 1996).

➤ **Manganèse**

Le manganèse se trouve en solution dans les eaux appauvris en oxygène. L'eau de l'oued Beni Aza présente de très faibles valeurs qui restent inférieures à la norme recommandée par la réglementation algérienne (1 mg/l).

➤ **Aluminium**

D'après la figure (26), les valeurs de l'aluminium dans les eaux de l'oued Beni Aza sont très faibles. Elles varient entre un minimum de 0 mg/l au niveau des deux sites et un maximum de 0.16mg/l au niveau du site 1.



**Figure (26) : Variation mensuelle de l'aluminium.**

La présence de l'aluminium dans l'eau peut être d'origine naturelle ou à des rejets industriels (Germain et al., 1976).

## II.2- Paramètres bactériologiques

- **Coliforme fécaux et coliforme totaux**

La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux et des coliformes totaux ont montré que leur nombre est élevé dans tous les prélèvements des deux sites échantillonnés.

D'après le tableau N°V, pour les coliformes fécaux, on note dans le 1<sup>er</sup> site, des concentrations de 30 jusqu'à 840 germes/100 ml, et dans le 2<sup>ème</sup> site des concentrations comprises entre 25 et 200 germes/100 ml.

Pour les coliformes totaux, on a enregistré des concentrations très élevées qui dépassent les 2419 germes/100 ml (Tableau N°VI).

**Tableau N°V: Variation mensuelle des coliformes fécaux.**

Numéro de prélèvement	Coliforme fécaux (germe/100ml) Station 1	Coliforme fécaux (germe/100ml) Station 2
1	840	200
2	30	25
3	67	85
4	51	70
5	66	97
6	66	77
7	64	85
8	50	51
9	75	88
10	96	101

**Tableau N°VI : Variation mensuelle des coliformes totaux.**

Numéro de prélèvement	Coliforme totaux (germe/100ml) Station 1	Coliforme totaux (germe/100ml) Station 2
1	950	550
2	300	205
3	>2419	>2419

<b>4</b>	1553	816
<b>5</b>	>2419	>2419
<b>6</b>	>2419	>2419
<b>7</b>	>2419	>2419
<b>8</b>	>2419	>2419
<b>9</b>	>2419	>2419
<b>10</b>	>2419	>2419

La présence de ces indicateurs fécaux s'explique par le fait que ces germes ont trouvé les conditions de milieu favorable pour se multiplier (Richesse en matière organique facilement biodégradables, Température,.....) (Haslay et Leclerc, 1993).

- **Streptocoques fécaux**

D'après le tableau N°VII, la recherche des streptocoques fécaux a montré des concentrations importantes qui dépassent les 2419 germes /100 ml. Ces résultats restent néanmoins conformes aux normes du J.O.R.A (2011) (10000 UFC/100 ml).

A la lumière de ces résultats, il ressort que, dans la totalité des cas, ces points d'eaux sont contaminés par les streptocoques fécaux. Cependant, tous les sites, présente des quantités en S.F importantes durant les mois de Mai et Juin où on assiste à une diminution du débit d'eau.

**Tableau N°VII : Variation mensuelle des streptocoques fécaux.**

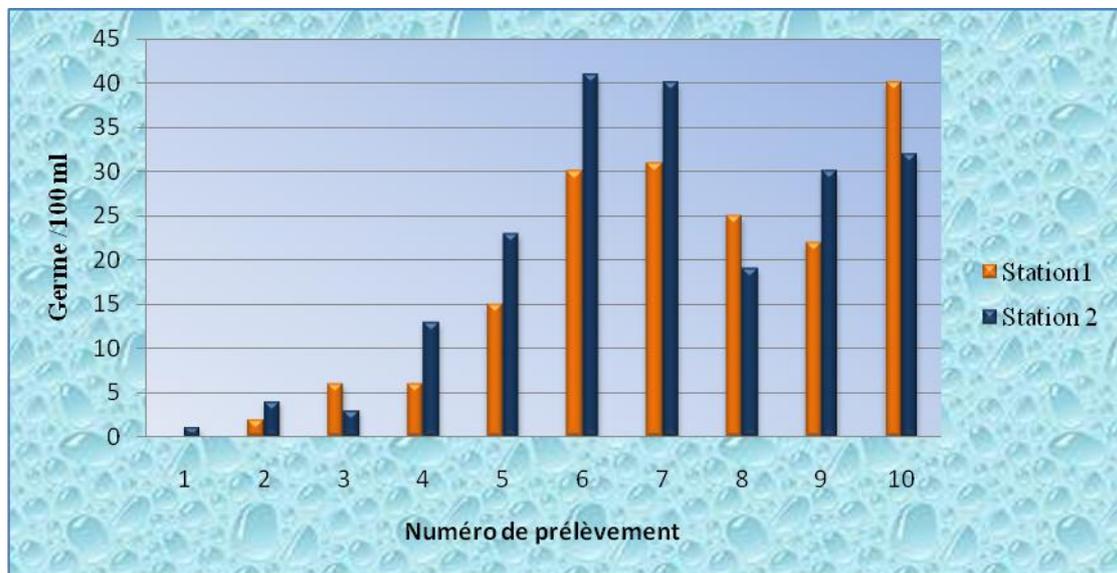
Numéro de prélèvement	streptocoques fécaux (germe/100ml)	
	Station 1	Station 2
<b>1</b>	100	120
<b>2</b>	500	666
<b>3</b>	>2419	>2419
<b>4</b>	534	>2419
<b>5</b>	>2419	>2419
<b>6</b>	>2419	>2419
<b>7</b>	>2419	>2419
<b>8</b>	1011	1011
<b>9</b>	>2419	>2419
<b>10</b>	>2419	>2419

La présence des streptocoques fécaux dans l'eau révèle de la contamination fécale car les streptocoques sont typiques de déjections animales et humaines (Farrow, 1984).

Leur prolifération est due au déversement des matières organiques et des substances nutritives azotées (Rodier et al., 2009).

- **Anaérobie sulfito-réducteur**

Les résultats de la recherche et du dénombrement des spores d'Anaérobie Sulfito-Réducteurs dans les échantillons étaient positives durant toute la période d'étude (figure 27).



**Figure (27) :** Variation mensuelle des ASR.

L'augmentation est probablement due à la diminution du débit d'eau et à la disponibilité des conditions favorables pour leur survie.

- **Salmonella et *Vibrion cholerae***

La concentration des germes pathogènes enregistrée au cours de cette étude a révélé une absence totale de salmonelles et de *vibrion cholérique*. Ceci pourrait être expliqué par l'absence des porteurs asymptomatiques de la population habitante dans cette région.

➤ Détermination de l'Indice de Qualité Microbiologique (IQM)

Le Tableau VIV indique les valeurs calculées des différents indices de contamination microbiologique. Les eaux échantillonnées présentent une contamination fécale modérée à faible.

**Tableau N°VIII :** Variation mensuelle de la contamination fécale.

	S1	CF	S2	CF
P1	3.33	Modérée	3.66	Faible
P2	4	Faible	3.66	Faible
P3	3.33	Modérée	3.33	Modérée
P4	3.66	Faible	3.66	Faible
P5	3.33	Modérée	3.33	Modérée
P6	3.33	Modérée	3.33	Modérée
P7	3.33	Modérée	3.33	Modérée
P8	3.33	Modérée	3.33	Modérée
P9	3.33	Modérée	3.33	Modérée
P10	3.33	Modérée	3	Modérée

4.3 – 5 : contamination fécale nulle
3.5 – 4.2 : contamination fécale faible
2.7 – 3.4 : contamination fécale modérée
1.9 – 2.6 : contamination fécale forte
1 – 1.8 : contamination fécale très forte

## CONCLUSION

La présente étude s'insère dans le cadre de l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux provenant de l'oued Beni Aza.

Les résultats montrent :

- ✓ Une concentration importante en ammonium dépassant parfois la norme avec des teneurs qui varient entre 11.74mg/l (S1) et 15.22mg/l (S2).
- ✓ Des valeurs maximales de la DBO<sub>5</sub> 116.61 mgO<sub>2</sub>/l (S1), et de la DCO 125.56 mgO<sub>2</sub>/l.

✓ Des teneurs en MES de 9.64 mg/l (S1), 17.31 mg/l (S2)

Les autres paramètres comme les sulfates, les nitrates, les phosphates et les paramètres indésirables (fer et manganèse) sont en conformité et ne présentent aucun risque.

Le calcul de l'Indice de Pollution Organique indique une pollution organique très forte.

Concernant, la qualité bactériologique, on note la présence d'une forte charge en coliforme fécaux et en streptocoque fécaux avec des concentrations dépassant les 2419 germe/100ml, ainsi qu'une absence de germes pathogènes comme les salmonelles et les vibrions cholériques. Cependant, le calcul de l'Indice de Qualité Microbiologique indique une contamination fécale modérée à faible.

A l'avenir, pour protéger et conserver les écosystèmes aquatiques, nous recommandons de :

- Instaurer un contrôle rigoureux des rejets industriels et domestiques.
- Construire de nouvelles stations d'épuration qui permettront de préserver la qualité d'eau de cet oued.
- Identifier et évaluer les risques.
- Appliquer les textes législatifs et réglementaires en vigueur.
- Procéder à la séparation du système de traitement des effluents industriels et celui des eaux des vannes.
- Sensibilisation des populations aux mesures de l'hygiène.
- Adopter une véritable politique de développement durable et un système de management de l'environnement.

Pour conclure, il nous paraît indispensable de poursuivre cette étude en la complétant par la détermination d'autres éléments comme les métaux lourds qui n'ont pas pu être réalisés faute de moyens.

