

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA de Bejaia
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques de l'Environnement

Mémoire de fin de cycle

En Vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et
Environnement

Option : Pathologie des Ecosystèmes

Thème

**Caractérisation physico-chimique des eaux superficielles
de l'Oued Agrioun de la région de Bejaia**

Réalisé par :

Mr. REDOUANE Amine

Mr. AOUALI Abdelmalek

Membres de jury :

Président: Mr. SIDI H.

Promoteur: Mr. BENHAMICHE N.

Co-promoteur: Mr. MERAH F.

Examineurs: Mme. OULEBSIR F.

Mr. LABIOD C.

Promotion 2012

Remerciements

Nous remercions le bon dieu pour le courage et la patience qui nous ont été utiles toute au long de notre parcours.

Nous tenons à exprimer nos hautes considérations et présenter nos vifs remerciements à notre promoteur Mr BENHAMICHE N., pour l'effort fourni, les conseils prodigués, sa patience et sa persévérance dans le suivi.

Nous remercions très sincèrement Mr SAOU A/H, pour son aide permanente, son soutien et sa compréhension.

Nous tenons à remercier aussi Mr MERAH F, pour son soutien et son aide durant ce travail.

Nous remercions également les membres de jury. Mr SIDI H, Mr LABIOD C et Mme OULEBSIR-KASSAMA F, d'avoir bien voulu accepter de faire partie de la commission d'examineur.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, tout au long de la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Toutes

Les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

l'amour, le respect, la reconnaissance.

Aussi, c'est tout simplement que :

Je dédie ce travail à.....

Mon père, de plus profond de mon cœur. Que dieu vous garde dans sa sainte miséricorde.

La personne la plus chère au monde : à toi ma mère.

Mes très chers frères : Ridha, Mourad, A/el ghani, Laid, Ahmed.

Mes très chères sœurs : Samira, Sabrina, Hassiba, Hania, Nadjima.

Tous mes cousins, cousines et leurs familles.

A mes très chers amis : Mounir, Yassine, Adel, Said, Mourad, Fares, Moh, Faouzi, Fouad, Sofiane, Seddam, Lyes et à toute la promotion Ecologie et Environnement

A mon binôme Malek ainsi que toute sa famille.

Amine

DEDICACES

La vie n'est qu'un rêve tout commence puis s'achève, il y'a toujours un salut pour faire un début, il ya aussi une fin pour finir notre chemin et on doit se quitter pour se voir demain.

C'est avec un grand plaisir que je dédie ce modeste travail :

A celle qui a été toujours à mes cotés et à la personne la plus chère au monde : à toi ma mère. A celui qui a combattu toute sa vie pour procurer tout ce dont j'avais besoin, celui qui m'a soutenu tout au long de mon parcours : à toi mon père.

« Que Dieu vous gardes et vous accordes longue vie »

A mes très chers frères : Rachid et Aziz.

A ma très chère sœur : Houria.

A tous mes cousins, cousines et leurs familles.

A mes très chers amis : Omar, Faïçel, Fahem, Saddek, Yassine, Hilal.

A mon binôme Amine et sa famille.

Malek

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

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

Partie 1: Partie théorique

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux

I-1-Définition de la pollution.....	3
I-2-Origine de la pollution.....	3
I-2-1-Pollution domestique.....	3
I-2-2-Pollution industrielle.....	3
I-2-3-Pollution agricole.....	4
I-2-4-Phénomènes naturels.....	4
I-3-Conséquences de la pollution.....	6
I-3-1-Conséquences sanitaires.....	6
I-3-2-Conséquences écologiques.....	6
I-3-3-Conséquences esthétiques.....	6
I-3-4-Conséquences industrielles.....	7
I-3-5-Conséquences agricoles.....	7

Chapitre II : Paramètres d'évaluation de la qualité des eaux

II-1-Paramètres organoleptiques.....	8
II-2-Paramètres physico-chimiques.....	9
II-3-Substances toxiques et indésirables	12
II-3-1-Les anions.....	12
II-3-2-Les cations.....	14
II-4-Appréciation de la qualité des eaux.....	16

II-4-1-Grilles multi-usages.....	16
II-4-2-Critères d’appréciation.....	16

Partie 2 : Partie pratique

Chapitre III : Matériels et méthodes

III-1-Description de la région d’étude.....	18
III-1-1-Caractéristiques naturelles et morphométriques du bassin versant de l’Oued Agrioun.....	18
III-1-1-1-Situation et limites.....	18
III-1-1-2-Délimitation du bassin versant de l’Oued Agrioun.....	18
III-1-1-3-Caractéristiques morphométriques du bassin versant de l’oued Agrioun...	19
III-1-1-4-Géologie.....	20
III-1-1-5-Lithologie de bassin.....	21
III-1-1-6-Hydrogéologie.....	22
III-1-1-7-Climatologie.....	22
III-1-1-7-1-Températures.....	23
III-1-1-7-2-Précipitations.....	23
III-1-1-7-3-Synthèse des données climatiques.....	24
III-1-1-8-Ressources et potentialité hydriques.....	28
III-1-1-9-Faune et flore.....	28
III-1-2-Caractéristiques socio-économiques.....	29
III-1-2-1-Population.....	29
III-1-2-2-Agriculture.....	30
III-2-Prélèvement et échantillonnage.....	31
III-2-1-Choix des stations de prélèvement.....	31
III-2-2-Localisation des stations de prélèvement.....	32
III-2-3-Echantillonnage.....	32
III-2-4-Mode de conservation.....	33
III-3-Les analyses physico-chimiques.....	33

III-3-1-Paramètres physiques.....	33
III-3-2-Paramètres chimiques.....	36
Chapitre IV : Résultats et interprétations	
IV-1-Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques.....	38
IV-1-1- Résultats d'analyse des paramètres physiques.....	38
IV-1-2- Résultats d'analyse des paramètres chimiques.....	40
IV-2-Interprétation des résultats des paramètres physico-chimiques.....	42
IV-2-1- Interprétations des résultats des paramètres physiques.....	42
IV-2-2- Interprétations des résultats des paramètres chimiques.....	45
IV-2-2-1-Les anions.....	45
IV-2-2-2-Les cations.....	47
IV-2-2-3-Les éléments traces.....	49
IV-3-Appréciation de la qualité des eaux de surface de l'Oued Agrioun.....	51
Conclusion	53
Références bibliographiques	
Annexes	
Glossaire	

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I-1	Origines de la pollution	5
II-1	Critères d'appréciation selon les paramètres physico-chimiques	17
III-1	Les différentes formations pédologiques du bassin versant de l'Oued Agrioun	21
III-2	Températures moyennes mensuelles corrigées de la région d'étude pour la période (1978-2010).	23
III-3	La répartition des précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la station de Bejaia et notre région d'étude (1978-2010).	24
III-4	Répartition de la population du bassin versant de l'Oued Agrioun par commune	29
III-5	Occupation des sols (HA) par communes	30
III-6	Détails des campagnes de prélèvement	31
IV-1	Résultats d'analyse des paramètres physiques de la première campagne	38
IV-2	Résultats d'analyse des paramètres physiques de la deuxième campagne.	39
IV-3	Résultats d'analyse des paramètres chimiques de la première campagne	40
IV-4	Résultats d'analyse des paramètres chimiques de la deuxième campagne	41
IV-5	Appréciation de la qualité des eaux de l'Oued Agrioun	51

Liste des figures

Figure	Titre	Page
N°1	Carte de délimitation du bassin versant de l'Oued Agrioun	19
N°2	Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de notre zone d'étude (Oued Agrioun) (1978-2010)	26
N°3	Situation bioclimatique de la région d'étude sur le climagramme d'Emberger modifié par Stewart, 1969.	27
N°4	Carte de localisation des stations de prélèvement	32
N°5	Le colorimètre (HACH HD/890)	34
N°6	Le multiparamètre (inoLAB* pH/ION/Cond 750)	35
N°7	Schéma du principe d'un photomètre de flamme	37
N°8	Courbe d'étalonnage des nitrites	Annexe II
N°9	Courbe d'étalonnage des nitrates	Annexe II
N°10	Courbe d'étalonnage des phosphates	Annexe II
N°11	Courbe d'étalonnage du sodium	Annexe II
N°12	Courbe d'étalonnage du potassium	Annexe II
N°13	Courbe d'étalonnage du calcium	Annexe II
N°14	Courbe d'étalonnage du magnésium	Annexe II
N°15	Courbe d'étalonnage du fer	Annexe II
N°16	Courbe d'étalonnage du cuivre	Annexe II
N°17	Courbe d'étalonnage du zinc	Annexe II

Liste des abréviations

μs/cm : Micro siemens par centimètre.

AEP : Alimentation en eau potable

D.P.A.T : Direction de planification et de l'aménagement de territoire.

EC : Conductivité électrique.

FAU : Formazine attenuation Unit.

HC : Hors classe.

Max : Maximum.

mg/l : Milligramme par litre.

Min : Minimum.

Moy : Moyenne.

NGL : Azote globale.

NPK : Sodium, phosphore et potassium

NT : Azote total

OD : Oxygène dissous

OMS : Organisation mondiale de la santé

P : précipitation

P_{an} : Précipitation annuelle

pH : Potentiel d'hydrogène

ppm : Partie par millièème

S : Station

SAA : Spectrométrie d'absorption atomique.

SAU : Superficie agricole utile

T : Température

TDS : Total des solides dissous

Introduction

L'une des grandes contradictions de la nature humaine est, que nous n'accordions aux choses toute leur valeur qu'à partir du moment où elles deviennent rares (**Khiati, 2009**). Ainsi, nous n'apprécions l'eau qu'une fois le puits tari. Or, les puits ne tarissent plus seulement dans les zones de sécheresse, mais également dans des régions, qui jusqu'ici, ne connaissaient pas ce genre de problème (**Khiati, 2009**).

Nous savons également que l'eau donne la vie et qu'elle sustente notre environnement et notre culture. Pourtant, la demande mondiale d'eau grimpe en flèche en même temps que la démographie. La qualité des ressources en eaux existantes baisse à cause de la pollution. La nécessité de répondre aux besoins toujours plus importants de notre industrie et de notre agriculture, provoque la destruction des écosystèmes hydriques à un rythme inquiétant. Le réchauffement climatique que connaît la planète ces dernières décennies, contribue à la diminution de la quantité de la ressource en eau (**Gaagai, 2009**).

On estime que la terre pourrait compter 8 milliards d'habitants à l'horizon 2025 (**Gaudin, 2008**). Un tiers de la population mondiale connaîtra une pénurie d'eau chronique. Les conséquences de ces pénuries seront surtout ressenties dans les régions arides ou semi-arides, mais aussi dans les régions côtières en expansion rapide et dans les mégapoles du monde en développement (**Khiati, 2009**).

Les pays méditerranéens apparaissent donc particulièrement vulnérables aux conséquences du changement climatique sur les ressources en eau et leurs usages, en raison notamment d'une dégradation croissante de ces ressources (surexploitation, pollution, salinisation, irrégularité de la pluviométrie et augmentation des températures) et d'un accroissement des demandes dans les secteurs agricole, urbain et énergétique (**Simonet, 2011**).

Au Maghreb et particulièrement en Algérie, la demande en eau pour l'AEP, l'agriculture ou l'industrie ne cesse de croître. Elle devient de plus en plus difficile à satisfaire à cause de l'accroissement de la population et l'insuffisance de l'eau. Ceci mène les décideurs à prévoir des ouvrages hydrauliques pour stocker les eaux des précipitations et satisfaire ainsi les besoins des différents secteurs. Néanmoins et vu l'état de dégradation du couvert végétal, ces ouvrages sont confrontés à des problèmes d'érosion et d'envasement. Il est impératif donc, de protéger cette eau contre toutes formes de pollution (industrielle, agricole....) (**Gaagai, 2009**).

La région de Bejaia était alimentée jusqu'à une date récente par les eaux souterraines provenant des nappes alluviales. Elle n'échappe pas à ce problème de rareté de l'eau et au développement sans cesse croissant de l'activité anthropique sous toutes ses formes. Ceci a conduit à l'altération de la qualité de ces eaux.

Pour ce, nous avons été chargé de mener une étude sur la caractérisation des eaux superficielles de l'Oued Agrioun, affluent important situé à l'Est de Bejaia sur le littoral méditerranéen et de déterminer l'origine anthropique ou naturelle de la qualité de ses eaux.

Pour ce, nous avons adopté la démarche suivante

La première partie qui est consacrée à une étude bibliographique, subdivisée en deux chapitres. Le premier chapitre comporte des généralités sur la pollution des eaux et le deuxième présente les paramètres d'évaluation de la qualité de ces eaux.

La deuxième partie qui est subdivisée en deux chapitres. Le premier porte sur une présentation de la région d'étude, ses caractéristiques naturelles, morphométriques, socio-économiques et aux analyses effectués. Le deuxième est consacré aux résultats obtenus des eaux prélevées de la zone d'étude et à leurs discussions. Ce dernier chapitre fera l'objet d'une appréciation des eaux de l'Oued Agrioun selon les normes Algériennes de la qualité des eaux de surface.

Nous terminons par une synthèse des différents résultats obtenus sous forme de conclusion et de recommandations utiles pour les travaux futurs.

Chapitre I : Généralités sur la pollution des eaux**I-1-Définition :**

La pollution de l'eau est due à sa contamination par des corps étrangers tels que des microorganismes, des produits chimiques, des déchets industriels ou autres. Ces substances et corps étrangers dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités.

La pollution des eaux se traduit par des effets très spécifiques dus aux particularités écologiques propres aux milieux aquatiques. L'eau est capable de dissoudre peu ou prou, mais souvent avec facilité, la plupart des substances chimiques minérales ou organiques ; de plus, elle met en suspension les matières entraîné par le jeu du cycle hydrologique fort loin en aval de la source de contamination (**Ramade, 1984**).

I-2-Origine de la pollution

Suivant l'origine des substances polluantes, nous distinguons :

I-2-1- La pollution domestique

Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration (si elle existe).

La pollution domestique se caractérise par des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux (azote, phosphore) et des détergents.

En sortie des stations d'épurations, nous retrouvons les mêmes éléments en quantités moindre (50 à 90% éléments) mais concentrés au point du rejet (**Gaujous, 1995**).

I-2-2-Pollution industrielle

Les industries, en particulier chimiques, métallurgiques et même électroniques, constituent une cause essentielle de la pollution des eaux. Celle-ci prend place non seulement au niveau des usines mais aussi au niveau de l'utilisation des substances produites et au niveau des objets manufacturés, en fin de cycle du produit, avec les déchets (**Ramade, 1984**).

Elle est caractérisée par une très grande diversité, selon l'utilisation de l'eau dans les processus (refroidissement, lavage, extraction, mise en solution...etc.). Nous pouvons donc retrouver dans l'eau, qui est un bon solvant, tous les sous-produits possibles de l'activité humaine : Des matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, abattoirs et

équarrissage), Hydrocarbures (raffineries), acides, bases et produits chimiques divers (industries chimiques et pharmaceutiques) (**Gaujous, 1995**).

I-2-3-Pollution agricole

Elle dépend de plusieurs types d'activités : agricoles, d'élevages et liée à l'habitat.

L'agriculture est devenue une cause importante de pollution des sols et des eaux par suite de l'usage systématique des engrais chimiques et des pesticides.

L'élevage traditionnel abouti au fumier qui constitue des litières souillées de déjections animales (fertilisant naturel). Il présente de fortes charges organiques.

Aux activités précédemment décrites s'ajoutent une pollution de type domestique liée à l'habitat du monde rural (**Viala & Botta, 2005**).

Certaines de ces pollutions ont un effet cumulatif et retardé (cas des nitrates dans les nappes phréatiques). Ce qui ne facilite pas l'étude de ces phénomènes et la lutte contre leurs effets (**AFNOR, 1992**).

I-2-4-Phénomènes naturels

Certains auteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de pollution : par exemple, une éruption volcanique, un épanchement sous-marin d'hydrocarbures, le contact avec des filons géologiques (métaux lourds), une source thermominéraleetc (**Gaujous, 1995**).

Ces origines sont récapitulées dans le tableau N°1

Tableau I-1: Origines de la pollution (Ramade, 1984)

	Rejets agricoles	Rejets industriels	Rejets urbains
Matières organiques	Essentiellement engrais et déjection animale	Rejets de l'industrie agroalimentaire et des papeteries.	Essentiellement dans les eaux usées
Nutriments	1/3 des phosphates 2/3 des nitrates (engrais azotés, épandage de lisiers)		2/3 des phosphates 1/3 des nitrates (rejets d'eaux usées)
Produits toxiques	Herbicides, pesticides, insecticides.	Très variables selon le type d'industries et le procédé de fabrication utilisé ; en réduction sensible depuis 20 ans.	Essentiellement dans les urbains de temps de pluie : métaux lourds, hydrocarbures.
Rejets bactériens ou viraux	Lessivage des surfaces polluées par les déjections des animaux.		Essentiellement les rejets urbains de temps de pluie.
Matières en suspension	En augmentation du fait de la modification des pratiques culturales (remembrement, modification du sens des labours, etc.)	Industries chimiques.	Essentiellement les rejets urbains de temps de pluie.
Eau chaude		Rejets des centrales électriques, qu'elles soient thermiques ou nucléaires.	
Déchets visibles	plastiques	Colorants	Irisations dues aux hydrocarbures, sacs plastiques, etc. Proviennent surtout des rejets urbains temps de pluie

I-3-Conséquences de la pollution

Les conséquences d'une pollution peuvent être classées en trois catégories principales.

I-3-1-Conséquences sanitaires

Les conséquences sanitaires sont celles à prendre en compte en priorité, Elles peuvent être liées à l'ingestion d'eau, de poisson etc., mais aussi au simple contact avec le milieu aquatique (cas de nombreux parasites).

Les germes bactériens et les parasites transmissibles à l'homme, rejetés dans le milieu, occasionnent les problèmes sanitaires.

Des problèmes d'intoxication graves sont parfois rencontrés pour le bétail (abreuvement en rivières polluées) (**AFNOR, 1992**).

La conséquence sanitaire d'une pollution est variable dans le temps en fonction de l'usage de l'eau : par exemple, la pollution d'une nappe non exploitée n'a aucune conséquence sanitaire immédiate. Elle peut en avoir longtemps après si on utilise cette eau pour l'alimentation en eau potable (**Gaujous, 1995**).

I-3-2-Conséquences écologiques

Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état du milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait pu être sans pollution.

Ceci n'a rien d'évident, la pollution se traduit parfois uniquement par l'accentuation d'un phénomène naturel.

D'une manière générale, les conséquences écologiques sont à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu (pêche, aquaculture, tourisme, promenade....), à court et à long termes.

Dans certains cas, la conservation du milieu à l'état naturel peut être aussi choisie comme objectif en soi (notion de réserve : exemple Antarctique) (**Gaujous, 1995**).

I-3-3-Conséquences esthétiques

Cette troisième catégorie de conséquence, pour être la plus subjective, n'en est pas moins importante.

Il s'agit de la pollution n'ayant pas de conséquences sanitaires ou écologiques importantes. Mais elles perturbent l'image d'un milieu (par exemple, des bouteilles plastiques ou du goudron rejeté sur une plage).

On peut inclure dans cette catégorie les problèmes de goût de l'eau (Hypochlorite de sodium). Les flottants et débris solides divers qui occasionnent des nuisances esthétiques. Dans la plupart des cas sans réel danger pour le milieu (carcasses de véhicules abritant des populations animales qui sont beaucoup plus riches que le milieu environnant) (**AFNOR, 1992**).

Les conséquences esthétiques sont, par définition, les plus perceptibles. C'est donc celles dont les riverains et le grand public auront, en premier conscience (**Gaujous, 1995**).

On peut également distinguer deux autres conséquences liées à l'utilisation de l'eau comme produit :

I-3-4-Conséquences industrielles

L'industrie est un grand consommateur d'eau : il faut par exemple 1m^3 d'eau pour produire 1kg d'aluminium (**Gaujous, 1995**).

La qualité requise pour les utilisations industrielles est souvent très élevée, tant sur le plan chimique (minéralisation, corrosion, entartrage), que biologique (problème de biofouling, c'est-à-dire d'encrassement des canalisations par des organismes).

Le développement industriel peut donc être stoppé par la pollution (c'est une des raisons pour laquelle la préoccupation "pollution" est apparue d'abord dans les pays industrialisés) (**Gaujous, 1995**).

I-3-5-Conséquences agricoles

L'eau dans certaines régions est largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation, souvent sous forme brute (non traitée).

La texture du sol (complexe argilo-humique), sa flore bactérienne, les cultures et les bétails, sont sensibles à la qualité de l'eau.

De même, les boues contenant des toxiques (métaux lourds), issues du traitement des eaux usées pourraient être à l'origine de la pollution des sols (**Gaujous, 1995**).

Chapitre II : Paramètres d'évaluation de la qualité des eaux**II-1-Paramètres organoleptiques**

Ces différents paramètres doivent être appréciés au moment des prélèvements et essentiellement par les sens (la vue, le goût et l'odorat).

Leur détermination est subjective car elle fait appel aux sens qui sont différents d'un individu à un autre.

➤ La couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution.

Elle est dite apparente quand la substance en suspension y ajoute leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et des eaux de faible turbidité.

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle (éléments métalliques, matières humiques, microorganismes liés à un épisode d'eutrophisation etc), soit associée à la pollution (composés organiques colorés). Elle est donc très souvent synonyme de la présence des composés dissous (**Thomas, 1995**).

➤ L'odeur et la saveur

Ces deux paramètres sont regroupés et font appel au même type de traitement. L'odeur et la saveur sont dues à des molécules organiques contenues en très faibles quantités dans les eaux. Ces molécules peuvent être soit d'origine naturelle (métabolites d'algues, etc.), soit d'origine de pollutions domestiques ou industrielles (**Mebarki & Smahi, 2006**).

L'eau doit être inodore. Généralement les odeurs désagréables de l'eau résultent de la présence excessive de substances volatiles d'origine biologiques comme H₂S ou industrielles comme le chlore libre actif.

La saveur et le goût peuvent être définis comme des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique comme perçus lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucré, aigre et amère (**Gamrasni, 1986**).

➤ **La turbidité**

La turbidité est le caractère trouble de l'eau. Elle est causée par les matières en suspension, telles que l'argile, le limon, les particules organiques, le plancton et les autres organismes microscopiques. Elle est également due à la présence des matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Une turbidité trop élevée empêche la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau et peut ainsi diminuer la croissance des algues et des plantes aquatiques (**Vilagines, 2003**).

La variabilité de la turbidité dépend des facteurs locaux et des conditions spécifiques :

-L'état des sols avant les chutes de pluies et le degré de cohésion des particules.

-La fréquence et l'intensité des pluies.

-L'arrivée d'une grande quantité de boue liée au rôle du ruissellement de surface et celle ramenée par les Oueds affluents et les effondrements locaux des berges en périodes de hautes-eaux se qui augmente la turbidité des eaux (**Garet. Garet & al, 2005**).

➤ **Les matières en suspension**

Les matières en suspension (MES) constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou les eaux pluviales très riches en MES, d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues). Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon. L'abondance des matières en suspension dans l'eau favorise la réduction de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse (**Bouanani, 2005**).

II-2-Paramètres physico-chimiques

Il s'agit des paramètres facilement mesurables et qu'il est généralement utile de connaître. Ces paramètres peuvent être mesurés en continu par des sondes installées dans des stations d'observation de la qualité des eaux (**Gaujous, 1995**).

➤ **La température**

La température est un facteur important dans la réparation de la vie végétale dans les eaux courantes. Ses variations ont une grande influence sur la vie aquatique, en particulier sur les

phénomènes respiratoires (les eaux froides étant plus riches en oxygène que les eaux chaudes). Ses variations peuvent tuer certaines espèces, mais également, elles en favorisent le développement d'autres (**Arrigon, 1991**).

Une élévation de température peut perturber fortement le milieu (pollution thermique). Elle peut aussi être un facteur d'accroissement de la productivité biologique, qui peut être mis en valeur par l'aquaculture (**Gaujous, 1995**).

➤ **Potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH est une échelle logarithmique qui varie de 0 à 14. Il traduit l'acidité, alcalinité ou la neutralité d'une eau et mesure l'activité des ions H^+ contenus dans cette eau.

Le pH a une influence majeure sur les formes physico-chimiques du métal et des composants métalliques dans l'environnement aquatique, du fait qu'il contrôle la solubilité et la concentration des métaux (**Gendronneau, 2006**).

➤ **La conductivité électrique**

La conductivité est la mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle varie en fonction de la présence d'ions, de leur concentration, de leur mobilité et de la température de l'échantillon. Elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. En général, les sels minéraux sont de bons conducteurs par opposition à la matière organique et colloïdale, qui conduit peu. Par conséquent, dans le cas des eaux usées fortement chargées en matière organique, la conductivité ne donnera pas forcément une idée immédiate de la charge du milieu. Dans les autres cas, elle permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation de l'eau et d'estimer le volume d'échantillon nécessaire pour certaines déterminations chimiques.

La mesure de la conductivité électrique est l'une des plus simples. Elle est importante pour le contrôle de la qualité des eaux résiduaires. Valeur inverse de la résistivité, paramètre très largement utilisé en hydrogéologie, la conductivité est en fonction de la concentration en espèces ionisés, principalement la matière minérale (**Gaagai, 2009**).

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est facile et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau (**Lapegue & Ribstien, 2006**).

D'après **Rodier, 1984** il existe une relation entre la minéralisation et la conductivité :

- Conductivité < 100 $\mu\text{s/cm}$: minéralisation très faible,
- 100 < conductivité < 200 $\mu\text{s/cm}$: minéralisation faible,
- 200 < conductivité < 333 $\mu\text{s/cm}$: minéralisation moyenne,
- 333 < conductivité < 666 $\mu\text{s/cm}$: minéralisation moyenne accentuée,
- 666 < conductivité < 1000 $\mu\text{s/cm}$: minéralisation importante,
- Conductivité >1000 $\mu\text{s/cm}$: minéralisation excessive.

➤ **Le total des solides dissous (TDS)**

Le TDS signifie le total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Il est composé de sels inorganiques tels que (calcium, magnésium, potassium et sodium) et des carbonates (nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates) ainsi que quelques matières organiques. Des sources d'eau minérales contiennent de l'eau avec un taux élevé de solides dissous parce qu'elles ont coulé au travers des régions où les roches contiennent beaucoup de sel (**Bouchebbah & Ayache, 2011**).

L'eau dans les prairies contient beaucoup de solide dissous dus aux fortes quantités de calcium et magnésium dans le sol. Ces minéraux peuvent aussi provenir d'activités humaines. Les eaux de ruissellements agricoles et urbains peuvent provoquer un surplus de minéraux dans les sources d'eaux comme les bassins d'eaux usées, eaux industrielles et le sel qui est utilisé pour dégivrer les routes (**Bouchebbah & Ayache, 2011**).

➤ **La salinité**

Elle est définie comme la somme des matières solides en solution contenues dans une eau, après conversion des carbonates en oxyde, après oxydation de toutes les matières organiques et après remplacement des iodures et bromures par une quantité équivalente de chlorure (**Bentekhici & Zebbar, 2008**).

➤ **L'oxygène dissous (OD)**

C'est un constituant vital de tous les tissus vivants, végétaux et animaux. Ils ont besoin, pour vivre de dioxygène à l'état libre ou combiné. La présence de matière organique réduit la

➤ **Nitrates (NO_3^-)**

Les nitrates représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les nitrates constituent la composante principale de l'azote inorganique (N inorganique) ou minéral, lui-même inclus majoritairement dans l'azote globale (NGL) ou azote total (NT) avec une autre composante, l'azote organique (N organique).

L'ion nitrate est un composé important entrant dans le cycle de l'azote comme un support principal de la croissance du phytoplancton (**Rodier, 2009**).

- **Origine**

Les nitrates proviennent de la minéralisation de la matière organique, des engrais azotés et des résidus d'animaux (fumier, purin), ainsi que les eaux usées domestiques (**Gaujous, 1995**).

- **Effets écologiques**

Les nitrates stimulent la flore aquatique, c'est la forme d'azote la plus utilisée par les végétaux qui peuvent toutefois utiliser également les nitrites, l'azote organique (*Ulva*, *Enteromorpha*), voir l'azote gazeux (algues bleues). Cette dernière possibilité fait que l'azote n'est pas dans l'eau un vrai facteur limitant de l'eutrophisation.

Chez les nourrissons, la réduction en nitrite peut provoquer une méthémoglobinémie (inaptitude du sang à transporter l'oxygène) (**Gaujous, 1995**).

➤ **Phosphates (PO_4^{3-})**

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol. Leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Il n'y a pas de norme limitant la teneur des phosphates dans l'eau (**Rodier, 1984**).

- **Origine**

Les phosphates ont des origines naturelles (phosphates calciques) et anthropiques (contamination fécale, détergents, engrais, industrie chimique) (**Gaujous, 1995**).

- **Effets écologiques**

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération des phénomènes d'eutrophisation dans les lacs ou les rivières. Ils peuvent avoir un effet bénéfique comme sel nutritif, notamment en mer où ils sont présents à faible dose (50 à 100µg/l). Ils ne sont pas toxiques vis-à-vis des poissons.

Ils contribuent à la prolifération des germes, goûts, coloration, turbidité (**Gaujous, 1995**).

- **Chlorures (Cl)**

Les ions chlorures, dont la plus grande partie se trouve dans les océans, constituent environ 0,05 % de la lithosphère (partie solide de la sphère terrestre). De façon générale, l'ion chlorure est présent dans toutes les eaux, à des concentrations variables. Dans les eaux de surface, il est présent en faible concentration. Dans les eaux souterrains, la teneur en ion chlorure peut atteindre quelques grammes par litre au contact de certaines formations géologiques (**Lapegue & Ribstein, 2006**).

- **Origine**

L'origine des chlorures peut être naturelle (mer : 27g/l de NaCl, terrains salés), humaine (10 à 15 g de NaCl dans les usines/jours) et industrielle (potasse, industrie pétrolière, galvanoplastie, agroalimentaire.....etc).

- **Effets écologiques**

Les chlorures provoquent des maladies rénales et cardiovasculaires.

Limite l'utilisation de l'eau en agriculture (irrigation → salinisation des terres, abreuvement des animaux) (**Gaujous, 1995**).

II-3-2-Les cations

- **Calcium**

Le calcium est un élément (métal) alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature, et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates surtout à l'état d'hydrogéné-carbonate et en quantité moindre sous forme de sulfate et de chlorure. Il est le composant majeur de la dureté de l'eau et l'élément dominant des eaux naturelles. Lorsque sa teneur dans l'eau dépasse la norme, il provoque l'entartrage dans les canalisations. Les eaux minérales contiennent plusieurs centaines de grammes par litre. L'organisation mondiale de la santé

(OMS) recommande pour l'eau destinée à la consommation humaine une valeur limite de 500 mg/l, exprimée en CaCO₃. Le calcium est dosé généralement par la méthode complexométrique (**Belkhiri, 2011**).

➤ **Magnésium**

C'est un élément dominant dans l'eau qui représente le 7^{ème} élément le plus abondant à l'état naturel. Il constitue un élément significatif de la dureté. Sa teneur dépend du terrain traversée. Il dépasse rarement 15 mg/l dans les eaux naturelles. Par contre, dans les eaux minérales, il peut largement dépasser cette valeur. Au même titre que le calcium, le magnésium est dosé par la méthode complexométrique. Le magnésium est un élément essentiel pour la photosynthèse des plantes (**Belkhiri, 2011**).

➤ **Sodium**

C'est le 6^{ème} élément le plus abondant à l'état naturel. Il est toujours présent dans l'eau en proportion très variable. Aucune norme ne limite la concentration en sodium dans les eaux potables. Le sodium joue un rôle important en agriculture du fait de son action sur la perméabilité des sols. Il peut présenter des inconvénients pour certains malades en cas de grandes quantités. Le sodium est, après le chlore, le deuxième élément dissous le plus abondant dans l'eau de mer (**Belkhiri, 2011**).

Il est nécessaire à l'homme pour maintenir l'équilibre hydrique de l'organisme. Le sodium est aussi nécessaire pour le fonctionnement des muscles et des nerfs. Trop de sodium peut endommager nos reins et augmenter les risques d'hypertension artérielle (**Belkhiri, 2011**).

➤ **Potassium**

C'est le 7^{ème} élément le plus abondant à l'état naturel. Beaucoup moins abondant que le sodium, il est rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l. Il ne représente aucun inconvénient particulier. La teneur globale de Na et de K dans l'eau est souvent estimée comme la différence entre la somme de tous les cations présents obtenus par échange ionique et la dureté (**Belkhiri, 2011**).

II-4-Appréciation de la qualité des eaux**II-4-1-Grille multi-usages :**

D'après **Bontoux, 1983** la grille fixe 5 classes de qualité selon les usages que doivent satisfaire les rivières, chaque classe regroupe les valeurs de plusieurs paramètres.

- **Classe 1A** : Elle caractérise les eaux considérées comme exemptes de pollution, aptes à satisfaire les usages les plus exigeants en qualité.
- **Classe 1B** : D'une qualité légèrement moindre, ces eaux peuvent néanmoins satisfaire tous les usages.
- **Classe 2** : Qualité passable suffisante pour l'irrigation, les usages industriels et la production de l'eau potable après un traitement poussé. L'abreuvement des animaux est généralement toléré. Le poisson y vit normalement mais sa production peut être aléatoire. Les loisirs liés à l'eau y sont possibles lorsqu'ils ne nécessitent que des contacts exceptionnels avec elles.
- **Classe 3** : La qualité de l'eau est médiocre. Elle est juste apte à l'irrigation, au refroidissement et à la vie piscicole. Cette qualité médiocre peut subsister dans ces eaux mais cela est aléatoire en période de faible débit ou de fortes températures par exemple.
- **Hors classe (HC)** : Eau dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres. Elle est considérée comme inapte à la plupart des usages et peut constituer une menace pour la santé publique et l'environnement.

II-4-2-Critères d'appréciation

Dans le tableau N°2 ci-dessous, sont donnés les critères permettant de situer les différentes classes. La classification est basée sur les paramètres physico-chimiques dont les valeurs maximales et minimales sont fixées pour chaque classe.

Tableau II-1 : Critères d'appréciation selon les paramètres physico-chimiques (Bontoux, 1983)

Paramètres	Classes				
	1A	1B	2	3	HC
Température (°C)	≤20	20 à 22	22 à 25	25 à 30	<30
pH	6.5 à 8.5	6.5 à 8.5	6 à 9	5.5 à 9.5	<5.5 ou >9.5
Conductivité (µs/cm)	≤400	400 à 750	750 à 1500	1500 à 3000	>3000
Dureté totale en °F	≤15	15 à 30	30 à 50	50 à 100	>100
Nitrates (mg/l)	≤44	-	44	44 à 100	>100
Nitrites (mg/l)	≤0.1	0.1 à 0.5	0.5 à 2	2 à 8	>8
Phosphates (mg/l)	≤0.001	≤0.001	≤0.001	<0.001	-
Chlorures (mg/l)	≤100	100 à 200	200 à 400	400 à 1000	>1000
Oxygène dissous (OD) (mg/l)	≥7	5 à 7	3 à 5	-	-
Zn (mg/l)	≤0,5	0,5 à 1	1 à 5	>5	-
Cd (mg/l)	≤0,001	≤0,001	≤0,001	<0,001	-
Fe (mg/l)	≤0,5	0,5 à 1	1 à 1,5	>1,5	-
Pb (mg/l)	≤0,05	-	-	> 0,05	-

Chapitre III : Matériels et méthodes**III-1-Description de la région d'étude****III-1-1-Caractéristiques naturelles et morphométriques du bassin versant de l'Oued Agrioun****III-1-1-1-Situation et limites**

L'Oued Agrioun est formé par la réunion de trois affluents. Oued EL Berad, Oued Atteba et Oued Embarek.

L'Oued Agrioun franchit la chaîne des BABORS dans les gorges dites Chabet EL Akhra, par un trajet sud-nord perdant en 10 Km près de 400 m d'altitude, pour enfin gagner le golf de Bougie au niveau de la commune de Souk EL Tenine.

Le plan d'équipement de 1944 a choisi l'Oued Agrioun comme le premier Oued à aménager en petite Kabylie. Son aménagement a été réalisé suivant un schéma classique qui comporte à l'amont une retenue importante de régularisation (barrage Ighil Emda), alimentant à volonté un bassin de prise situé au niveau des gorges de Chabet EL Akhra (**Anonyme, 1955**).

III-1-1-2- Délimitation du bassin versant de l'Oued Agrioun

Pour délimiter le bassin versant de l'Oued Agrioun, nous avons choisi d'utiliser la méthode de digitalisation (Map info). Ce logiciel nous a permis de superposer deux cartes (la carte de Ziama et la carte de Kherrata) après les avoir calées. Sur ces deux cartes topographiques, nous avons superposé une nouvelle couche de dessin sur laquelle nous avons retracé le cours d'eau principal puis ses affluents tout en faisant ressortir le réseau hydrographique. Une fois le réseau ressorti, nous avons tracé ces limites pour obtenir à la fin la limite du bassin versant.

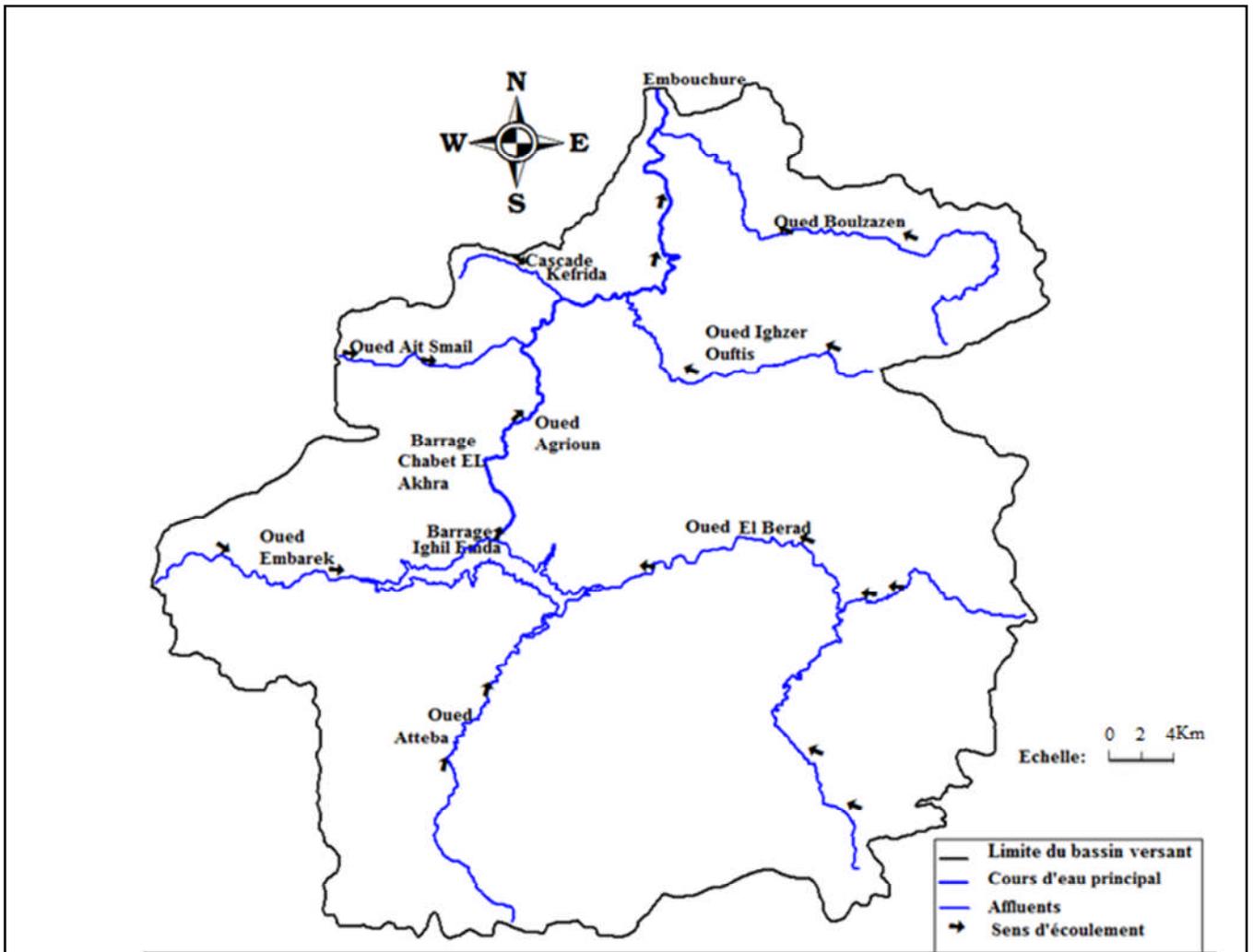


Figure N°1 : Carte de délimitation du bassin versant de l'Oued Agrioun

III-1-1-3- Caractéristiques morphométriques du bassin versant de l'Oued Agrioun

➤ La surface :

Le bassin versant étant l'air de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eaux. Les débits vont être en partie reliés à sa surface. La surface du bassin versant peut être mesurée par superposition d'une grille dessinée sur papier transparent, par l'utilisation d'un planimètre ou, mieux, par des techniques de digitalisation que nous avons utilisées. (Mapinfo).

La surface (A) du bassin versant de l'Oued Agrioun est de $A = 662 \text{ Km}^2$.

➤ **Le périmètre :**

Le périmètre d'un bassin versant se mesure à l'aide d'un curvimètre sur une carte topographique à 1/50000, ou par la technique de digitalisation que nous avons utilisée (Mapinfo).

Nous avons estimé le périmètre du bassin versant de l'oued Agrioun par une moyenne de trois mesures successives à **P= 112 Km**.

➤ **Indice de compacité :**

La forme du bassin versant influe directement sur le temps de réponse à une averse quelconque. Un bassin versant allongé aura un temps de réponse plus long que celui d'un bassin versant ramassé ayant une même superficie et soumis à une averse. La notion de l'indice de compacité selon GRAVELIUS consiste à comparer le périmètre (P) du bassin versant à celui d'un cercle de même surface (A) (Djellout & Djellas, 2006).

L'indice de compacité se calcule selon la formule suivante :

$$C = 0,28 P / \sqrt{A}$$

$$C = 0,28 \times 112 / \sqrt{662}$$

$$C = 1,21$$

Avec : C=indice de compacité

P=Périmètre

A=Surface

L'indice de compacité est proche de 1 pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin versant est de forme allongée.

Dans le cas de notre bassin, l'indice de compacité calculé est de l'ordre de **1,21** ce qui nous renseigne que sa forme est allongée.

III-1-1-4-Géologie

La chaîne des BABORS dessine une limite franche entre le bassin amont de l'Oued Agrioun à Kherrata et les bassins versants des affluents situés au Nord.

Le bassin amont de l'Oued Agrioun occupe des formations caractéristiques de la nappe de Djemila. Ces formations sont dominées par la présence de marnes noires, de calcaires et de calcaires marneux qui façonnent un relief mou. On y retrouve par ailleurs des formations d'âge Eocène formées de roches tendres (schistes et calcoschistes). Les versants sont couverts de terres arables, de formations de pentes et d'alluvions anciennes.

A l'extrémité méridionale du bassin, les massifs du Djebel Megris et du Djebel Chouf Karoun présentent des formations typiques de la nappe Numidienne formées d'alternances de grès et d'argiles à kaolinite.

Au niveau de Kherrata, les massifs de BABOR, de Mellal et de Takoucht sont constituées de calcaires jurassiques qu'entaillent profondément les gorges du Chabet EL Akhra. Ces formations, où l'on retrouve des calcaires marneux-schisteux, des calcaires massifs et dolomies, occupent une grande étendue de la partie septentrionale du bassin de l'Oued Agrioun.

Le bassin d'Ait Smail est quant à lui majoritairement recouvert de marnes schisteuses et d'éboulis de pentes en contrebas des sommets calcaires dolomitiques.

Le bassin d'Ighzer Oufdis est recouvert de formations à dominante de schistes (**Anonyme, 2007**).

III-1-1-5-Lithologie de bassin

Tableau III-1: Les différentes formations pédologiques du bassin versant de l'Oued Agrioun (**Anonyme, 2007**)

FORMATION	SURFACE (Km²)	%
Marnes seules	124.55	19.3
Marnes+terres arables+alluvions	243.85	38.1
Argiles seules	12.1	1.77
Terres arables+alluvions	24.40	3.68
Eboulis	14.07	2.18
Grés	15	2.32
Calcaires	211.02	32.71

Les faciès peuvent être classés en deux catégories :

- ✓ Faciès résistant : roches massives ou fissurée 30%
- ✓ Faciès plastique : roches friables et déformable 70%

III-1-1-6-Hydrogéologie

Les nappes d'eau souterraine de la plaine côtière de Bejaia se trouvent pratiquement et exclusivement dans les formations alluvionnaires de la plaine. Ces nappes sont ainsi au nombre de trois se rapportant aux trois unités suivantes :

- La plaine de Tichy, limitée à l'Ouest par la vallée de la Soummam, à l'Est par le Cap Tichy.
- La plaine de l'embouchure de l'Oued Djemaa située entre le Cap Tichy et le Cap Aokas.
- La plaine de Souk EL Tenine située entre le Cap Aokas et la plaine de l'Oued Agrioun inclue (**Anonyme, 2007**).

III-1-1-7-Climatologie

La seule station qui existe au niveau de notre zone d'étude est celle du barrage d'Ighil Emda. Cette station n'a pas fonctionné de façon continue (jusqu'à 2001). Pour les besoins de notre étude nécessitant des données récentes permettant d'expliquer l'interaction entre les variations climatiques et les caractéristiques de l'eau, nous avons utilisées les données provenant de la station météorologique de Bejaia (**1,76 m**) que nous avons corrigé en utilisant la méthode de **Seltzer, 1946** (le climat de l'Algérie).

D'après **Seltzer, 1946**, l'abaissement des températures maximales est de **0,7°C** pour une élévation de **100m** d'altitude et celle des minimales est de l'ordre de **0,4°C** pour la même élévation d'altitude se qui correspond à un abaissement de **0,55°C** par **100m** d'altitude pour les températures moyennes mensuelles. Pour les précipitations, une élévation de **100m** d'altitude va engendrer un gradient pluviométrique de l'ordre de **40mm**.

L'altitude maximale de notre zone d'étude est de l'ordre de **462m** et l'altitude minimale est de **3m** au niveau de l'embouchure. Ce qui signifie que l'altitude moyenne de notre zone d'étude est d'environ **230m**.

III-1-1-7-1-Les températures

Tableau III-2: Températures moyennes mensuelles corrigées de la région d'étude pour la période (1978-2010).

Mois T°C	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
T° _{Max}	14,8	15,5	17	18,6	21,2	24,7	27,9	28,5	26,4	23,6	19	15,9
T° _{Min}	6,5	6,8	8,1	9,8	13	16,7	19,4	20,3	18,1	14,8	10,8	7,8
T° _{Moy}	10,6	11,1	12,5	14,2	17,1	20,7	23,6	24,4	22,2	19,2	14,9	11,8

T°_{Max} : Température maximale.

T°_{Min} : Température minimale.

T°_{Moy} = (M+m)/2 : Température moyenne.

A partir du tableau N°4, nous constatons que le mois d'Août est le mois le plus chaud avec une température maximale d'ordre de **28,5°C** et que le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une température minimale de l'ordre de **6,5°C**.

III-1-1-7-2-Les précipitations

➤ Correction de la pluviométrie

Les précipitations moyennes annuelles de Bejaia ($P_{an}=775\text{mm}$).

Les précipitations moyennes annuelles corrigées du site de l'Oued Agrioun ($P'_{an}=775-92=683\text{mm}$).

Donc, le rapport $K = P'_{an} / P_{an}$ est égal à 0,9 ($K=0,9$)

Les précipitations mensuelles du site de l'Oued Agrioun sont le résultat du produit des données brutes de la station de Bejaia par le coefficient $K=0,9$.

Tableau III-3: La répartition des précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la station de Bejaia et notre région d'étude (1978-2010).

Mois	J	F	M	A	M	JU	JT	A	S	O	N	D	P(mm)
Bejaia	112,3	80,1	80,5	67,4	41,6	12	5,6	10,1	51,1	73,5	103,1	137,3	775
Oued Agrioun	101	72,1	72,5	60,6	37,5	10,8	5	10	50	66,1	92,8	123,6	683

- ✓ D'après le tableau N°5, la pluviométrie minimale est enregistrée durant le mois de juillet, elle est de **5mm**.
- ✓ La pluviométrie maximale est enregistrée durant le mois de décembre, elle est de **123,6mm**.

III-1-1-7-3-Synthèse des données climatiques

➤ Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls

Le diagramme de Gaussen permet de distinguer les mois secs de l'année en utilisant la relation $P \leq 2T$. Le diagramme est conçu de telle sorte que la pluviométrie (P) exprimée en millimètre est égale au double de la température moyenne mensuelle (T) exprimée en degré Celsius (**Dajoz, 1985**).

D'après Gaussen et Bagnouls il y'a sécheresse lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous (**Dajoz, 1985**).

Le diagramme ombrothermique de la région d'étude (Oued Agrioun) pour la période (1978-2010) montre l'existence d'une période humide et d'une période sèche. La période humide s'étale de la fin du mois du septembre jusqu'à la fin du mois de mai. Par contre la période sèche s'étend sur quatre mois. Elle va de la fin du mois de mai jusqu'à la fin de septembre. (Figure N°2)

➤ Climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet de classer une région donnée en étages bioclimatiques en tenant compte du quotient pluviométrique d'Emberger. Il est exprimé par la formule suivante :

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

P : Précipitations annuelles exprimées en mm,

M : Moyennes des températures Max du mois le plus chaud (°K),

m : Moyennes des températures Min du mois le plus froid (°K),

Ce quotient a été simplifié par **Stewart, 1969** pour l'Algérie et le Maroc, les températures sont exprimées en degrés Celsius. Il se calcule par la formule suivante :

$$Q_2 = 3,43P / (M - m)$$

P : Précipitation annuelle moyenne.

M : Maximum annuel moyen de la température.

m : Minimum annuel moyen de la température.

Calcul de Q_2 pour notre région d'étude (Oued Agrioun) :

$$P = 683 \text{ mm} \qquad M = 28,5 \text{ °C} \qquad m = 6,5 \text{ °C}$$

$$Q_2 = 3,43 \times 683 / 28,5 - 6,5$$

$$Q_2 = 107$$

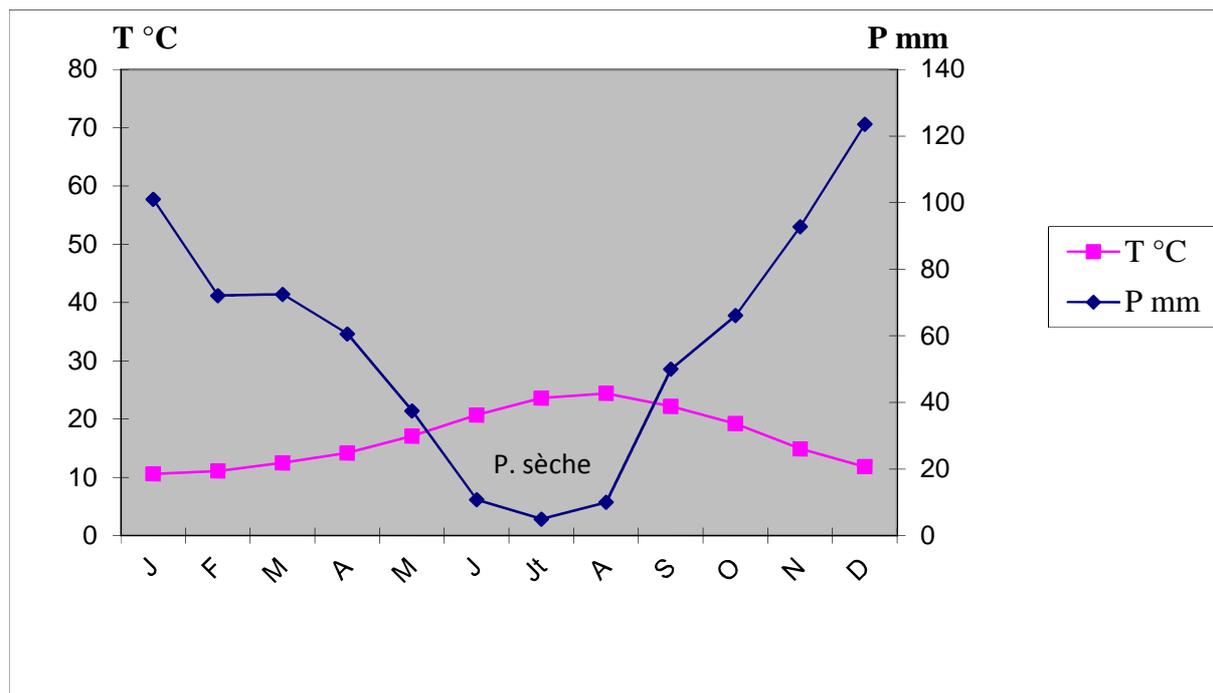


Figure N°2 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de notre zone d'étude (Oued Agrioun) (1978-2010)

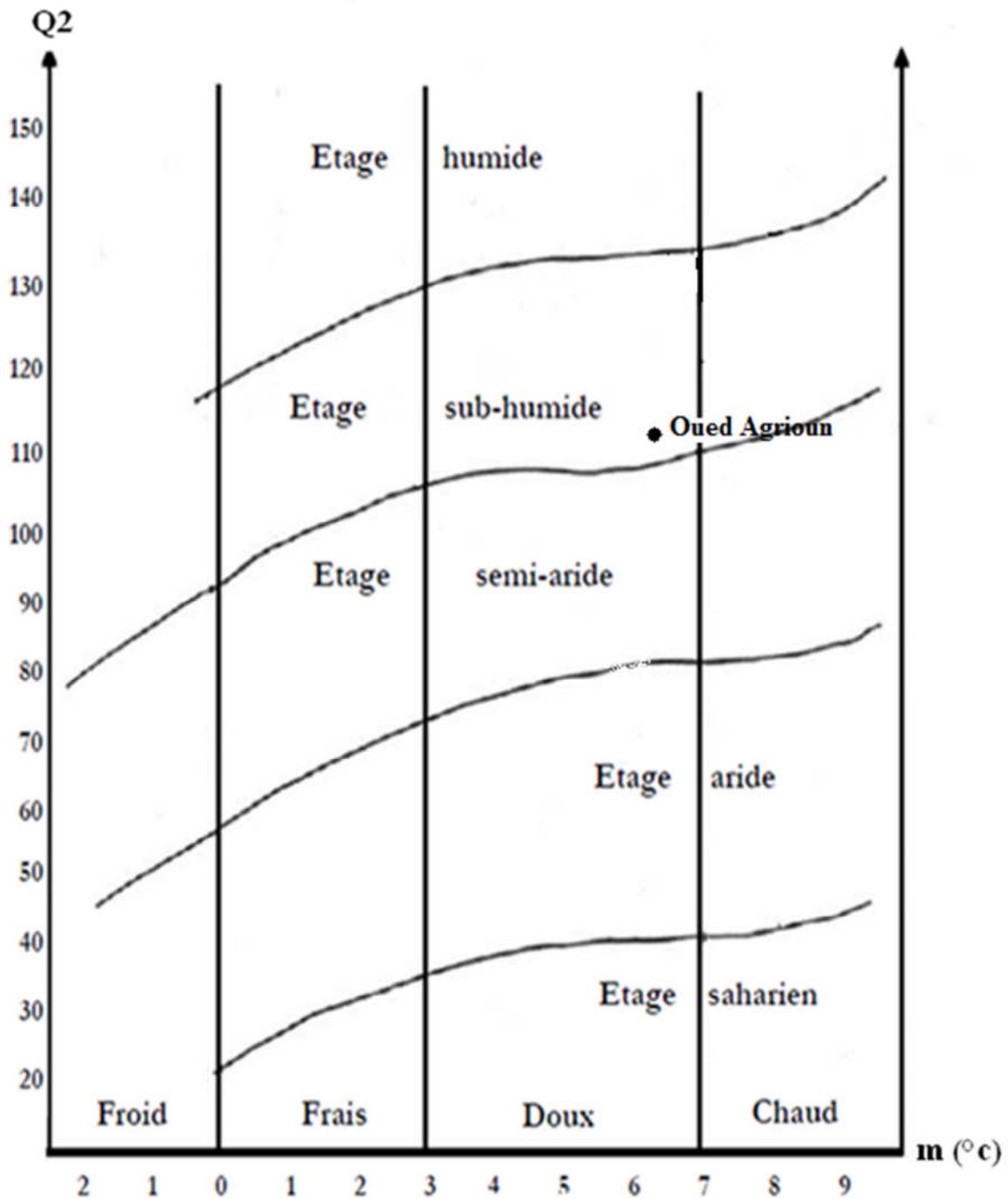


Figure N°3 : Situation bioclimatique de la région d'étude sur le climagramme d'Emberger modifié par Stewart, 1969 (Khanfouci, 2008).

III-1-1-8-Ressources et potentialités hydriques

La source essentielle de l'oued Agrioun au niveau de Kherrata est le barrage d'Ighil Emda. L'apport moyen entre 1968-2001 était de **151.5 millions de m³** (Anonyme, 1955).

La capacité théorique du barrage est de 160 millions de mètres cubes. Actuellement cette valeur a probablement diminué à cause des problèmes d'érosions et d'envasements (Anonyme, 1955).

III-1-1-9-Faune et flore

➤ La flore

-La végétation forestière

La flore forestière comporte un certain nombre d'essences de premier ordre. Les feuillées sont plus nombreuses que les résineux.

Selon l'ordre proposé par Maire 1962, on peut trouver trois types de formations forestières :

- Formation forestière d'arbres résineux (Gymnospermes) :
 - Le pin d'Alep (*Pinus halpensis*)
- Formation forestière d'Angiospermes à feuilles persistantes :
 - Chêne liège (*Quercus suberis*)
 - Olivier sauvage et lentisque (*Oleo lentiscus*)
- Formation forestière d'Angiospermes à feuilles Caduques :
 - L'ormeaie-frêne (*Ulmo fraxinetum*)
 - La peupleraie (*Populetum albae*) ou (peuplier blanc).

-La végétation rare

Dans ce domaine on parlera des plantes et des arbustes qui se trouvent dans la région comme par exemple : les phillyria, le romarin, la lavande, le ciste blanc et le ciste de Montpellier ainsi que le genévrier et la bruyère qui est une espèce qui vient coloniser des sols acides (généralement après les incendies).

On note aussi la présence du Caroubier et l'Eucalyptus qui a des origines australiennes. Il a la capacité de changer son écorce après les incendies. Nous rencontrons également le rosier

sauvage et le rosier des montagnes. Nous avons remarqué la présence d'une végétation caractérisant les lits de l'oued Agrioun comme les Joncs et les Roseaux.

➤ Faune

La région est d'une richesse faunistique importante on trouve des mammifères comme les singes de type magot, porc épic qui existe dans toute la région de Bejaia ainsi que la perdrix, les lapins, les sangliers et certains oiseaux comme les cigognes et beaucoup d'autres types qui construisent leurs nids dans les arbres et les toits des maisons.

III-1-2-Caractéristiques socio-économiques

III-1-2-1-Population

Le total de la population pour les huit (8) communes appartenant à la limite du bassin versant est égal à 142025 habitants réparti sur une superficie de 488,72 km². Elle représente une densité d'environ 290 habitants/km². Cette répartition est représentée dans le tableau N°6. (D.P.A.T 2008/2009)

Tableau III-4: Répartition de la population du bassin versant de l'Oued Agrioun par commune (D.P.A.T 2008/2009)

Communes	Population 31/12/2009	Superficies (km ²)	Densité Habitants/km ²
KHERRATA	35 530	97,69	364
DRAA EL -GAID	29 595	123 ,34	240
DARGUINA	14 325	82,53	174
AIT-SMAIL	11 935	27,08	441
TASKRIOUT	16 350	31,06	526
SOUK EL-TENINE	14 225	26,28	541
MELBOU	11 540	47,47	243
TAMRIDJET	8 525	53,27	160

III-1-2-2-Agriculture

La superficie agricole utile (S.A.U) est de 16415 ha pour les communes du bassin versant et elle se répartie selon le tableau N°7. **(D.P.A.T 2008/2009)**

Tableau III-5 : Occupation des sols (HA) par communes (D.P.A.T 2008/2009)

Communes	Céréales	Légumes	Fourrages	Agrumes	Cultures maraîchères	vigne de table	oliviers	Figuiers	cultures industrielles
KHERRATA	500	50	237	0	123	7	512	65	4
DRAA EL - GAID	1970	145	1431	0	292	28	746	98	45
DARGUINA	0	10	102	11	67	0	308	110	8
AIT-SMAIL	80	10	273	1	60	2	314	100	23
TASKRIOUT	50	10	37	11	93	2	104	40	20
SOUK EL- TENINE	200	0	305	55	61	1	316	33	0
MELBOU	3	5	103	24	94	3	253	10	0
TAMRIDJET	0	1	2	12	68	0	150	70	0

III-2-Prélèvement et échantillonnage

III-2-1-Choix des stations de prélèvement

Dans le cadre de notre travail, les stations de prélèvements ont été choisies là, où les variations sensibles sont probables. Ces stations sont représentées dans le tableau N°8:

Tableau III-6: Détails des campagnes de prélèvement

Stations	Nom des stations	Campagne I	Campagne II
		28/04/2012	12/05/2012
S ₁	Barrage de Chabet El Akhra	08h50	07h43
S ₂	Amont de la source bleue	09h48	08h25
S ₃	La source bleue	09h55	08h33
S ₄	Aval de la source bleue	10h13	08h46
S ₅	Amont de l'Oued Ait Smail	10h25	09h03
S ₆	Oued Ait Smail	10h38	09h07
S ₇	Aval de l'Oued Ait Smail	10h55	09h26
S ₈	Amont de la Cascade Kefrida	11h33	10h00
S ₉	Cascade Kefrida	11h15	09h45
S ₁₀	Aval de la Cascade Kefrida	11h53	10h17
S ₁₁	Amont de l'Oued Ighzer Oufdis	12h48	10h41
S ₁₂	Oued Ighzer Oufdis	13h05	10h52
S ₁₃	Aval de l'Oued Ighzer Oufdis	13h19	11h09
S ₁₄	Amont du canal	14h06	11h59
S ₁₅	Canal des rejets de la centrale Hydroélectrique	14h20	12h10
S ₁₆	Aval du canal	14h44	12h31
S ₁₇	Amont de l'Oued Boulzazen	15h57	13h25
S ₁₈	Oued Boulzazen	15h47	13h20
S ₁₉	Aval de l'Oued Boulzazen	16h15	13h39
S ₂₀	Embouchure	16h56	14h18

III-2-2-Localisation des stations de prélèvement

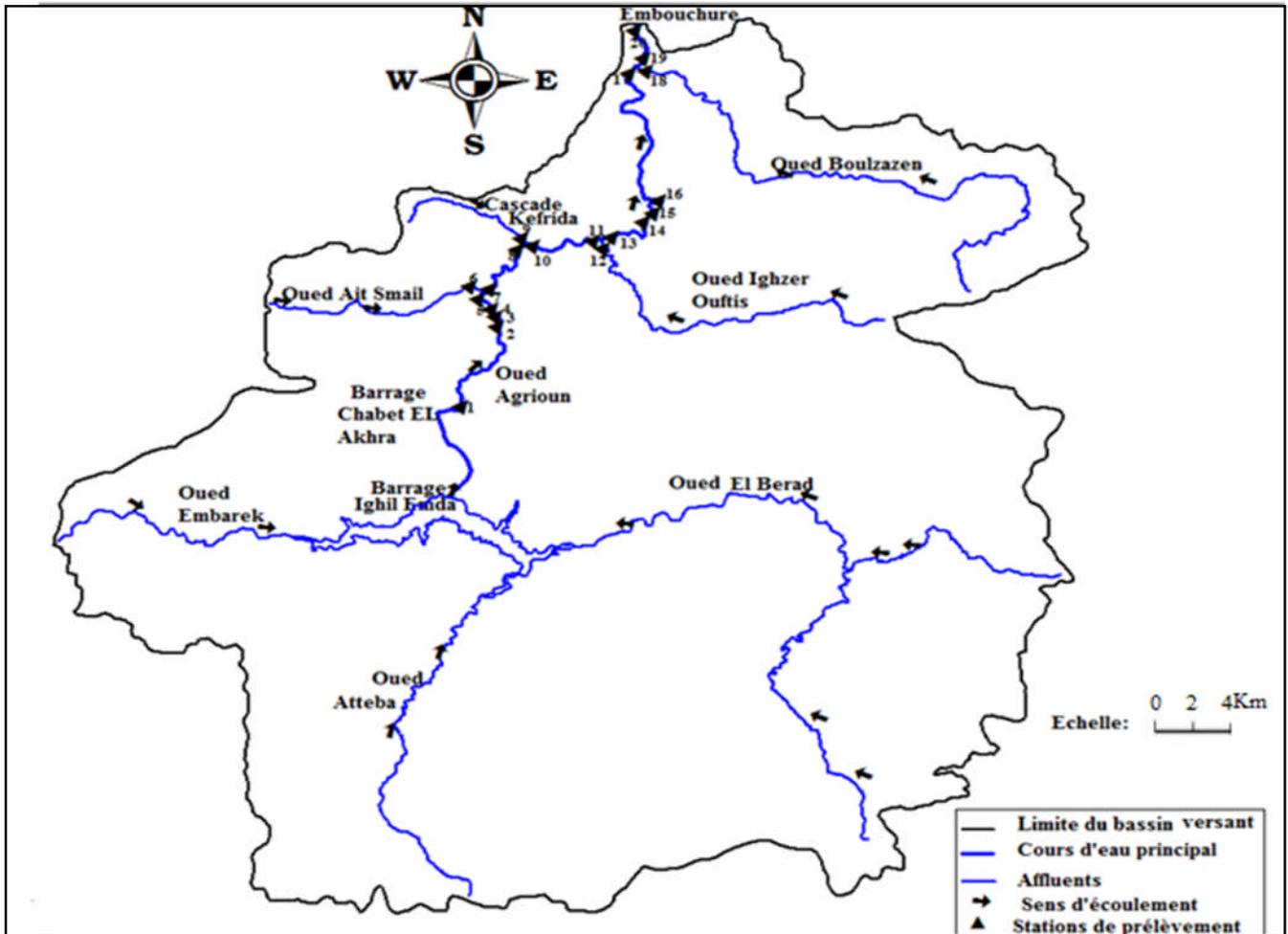


Figure N°4 : Carte de localisation des stations de prélèvement

III-2-3-Echantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matière en suspension, etc.). (RODIER, 2009)

Pour cela l'échantillonneur doit respecter certaines recommandations qui sont :

- ✓ Les mesures sur le terrain (température, pH, conductivité électrique,... etc.) ne doivent jamais être faites à partir d'un échantillon qui sera expédié au laboratoire. Il faut prendre ces mesures directement dans le cours d'eau ou à partir d'un échantillon que l'on jettera une fois l'opération terminée.

- ✓ Les échantillons pour laboratoire doivent être prélevés de préférence dans des flacons en verre ou des flacons en polyéthylène.
- ✓ Les bouteilles utilisées pour l'échantillonnage doivent être rincées au moins cinq fois avec de l'eau à prélever.
- ✓ Les prélèvements se font à une profondeur de 5cm à 10cm de la surface de l'eau, en évitant la pénétration de l'air et de ne pas touché le fond du cours d'eau avec les bouteilles, afin d'éviter de mettre en suspension des particules de sédiment qui risquent de contaminer l'échantillon.
- ✓ Les bouteilles doivent être remplies à ras et bouchées avec précaution.
- ✓ Les bouteilles sont désignées par une étiquette ou est indiquée l'origine de l'échantillon.
- ✓ Le transport des échantillons depuis le point de prélèvement jusqu'au laboratoire se fait dans une glacière à 4°C.
- ✓ Les échantillons sont mis au réfrigérateur après leurs conservations.

Pour des raisons météorologiques, nous n'avons effectué que deux campagnes de prélèvement sur 20 stations de surface.

III-2-4-Mode de conservation

Le processus de conservation permet de préserver les échantillons prélevés entre le moment de l'échantillonnage et celui de l'analyse en laboratoire. Cette étape est nécessaire puisque plusieurs paramètres peuvent subir des modifications physiques ou des réactions chimiques dans le récipient. Ce qui altère la qualité originale de l'échantillon. Afin d'obtenir des analyses qui représentent le plus fidèlement possible les conditions du cours d'eau, une conservation physique ou chimique des échantillons doit être effectuée.

Le mode de conservation est conforme aux normes recommandées (**Rodier, 1996**). (Annexe III)

III-3-Les analyses physico-chimiques

III-3-1-Paramètres physiques

➤ La couleur

La couleur des eaux a été estimée par un simple examen visuel des échantillons.

➤ **L'odeur et la saveur**

L'odeur et la saveur ont été mises en évidence par un simple examen sensoriel lors du prélèvement.

➤ **La turbidité**

La turbidité a été mesurée à l'aide d'un colorimètre de marque **HACH HD/890** (Figure N°5).



Figure N°5 : Le colorimètre (HACH HD/890)

• **Principe de la méthode**

La détermination de la turbidité mesure une propriété optique de l'échantillon d'eau qui résulte de la dispersion et de l'absorption de la lumière par les particules de matières en suspension présentes dans l'échantillon. La quantité de la turbidité mesurée dépend des variables telles que la taille, la forme et les propriétés de réfraction des particules.

➤ **Les matières en suspension**

Les matières en suspension ont été mesurées de la même manière que la turbidité mais en changeant le programme de mesure.

• **Principe de la méthode**

La méthode photométrique de détermination des matières en suspension est une mesure directe qui ne nécessite ni filtration, ni séchage, ni pesée.

➤ **Mesure de la température**

La température est mesurée sur le terrain à l'aide d'un multiparamètre de type EXTECH Instruments. Elle est exprimée en degré Celsius.

➤ **Mesure de potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH est mesuré sur le terrain à l'aide d'un multiparamètre de type EXTECH Instruments.

➤ **Mesure de la conductivité électrique**

La conductivité est mesurée in situ avec un multiparamètre de type EXTECH Instruments. Elle est exprimée en micro siemens/ cm.

➤ **Total des solides dissous (TDS)**

Le TDS est mesuré in situ grâce à un multiparamètre de type EXTECH Instruments. Il est exprimé en mg/l.

➤ **La salinité**

La salinité est mesurée in situ à l'aide d'un multiparamètre de type EXTECH Instruments. Elle est exprimée en ppm.

➤ **Mesure de l'oxygène dissous (Méthode électrochimique)**

Pour la mesure de l'oxygène dissous nous avons utilisé la méthode électrochimique grâce à un multiparamètre de type (inoLAB* pH/ION/Cond 750) (**Figure N°6**)



Figure N°6 : Le multiparamètre (inoLAB* pH/ION/Cond 750)

• **Principe de la méthode**

La méthode consiste à calibrer la sonde de l'oxymètre, la calibration de la sonde s'effectue à l'air saturé en vapeur d'eau. Pour notre cas, nous avons utilisé le bêcher **Oxical^R -SL** (pour la calibration dans l'air).

III-3-2-Paramètres chimiques**➤ Dosage des chlorures par la méthode de « MOHR »****• Principe de la méthode**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

➤ Dosage des nitrites (Méthode au réactif de ZEMBELLI)**• Principe de la méthode**

L'acide sulfanilique, en milieu chlorhydrique et en présence d'ion ammonium et de phénol, forme avec les ions NO_2^- un complexe coloré jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en Nitrite.

➤ Dosage des nitrates (Méthode au salicylate de sodium)**• Principe de la méthode**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalisylate de sodium, coloré en jaune susceptible d'un dosage colorimétrique.

➤ Dosage des phosphates**• Principe de la méthode**

Les ions orthophosphates peuvent être dosés avec précision par colorimétrie. Ils réagissent avec le molybdate d'ammonium pour donner de l'acide molybdophosphorique. Cet acide donne lieu à diverses réactions colorées. La réaction au chlorure stanneux ou à l'acide ascorbique donne du molybdène qui développe une coloration bleu susceptible d'un dosage spectrophotométrique à une longueur d'onde de 690 nm.

➤ Dosage du Sodium, Potassium et Calcium (Méthode par spectrométrie d'émission de flamme)**• Principe de la méthode**

Le photomètre de flamme est principalement utilisé pour le dosage du sodium, du potassium, du lithium et du calcium. En raison de la facilité et de la rapidité de son utilisation ainsi que du peu d'interférences. Cette méthode est largement utilisée pour ces éléments qui sont difficiles à doser autrement. Lorsque le cation, préalablement nébulisé, arrive dans la flamme, il est alors excité. Il se désexcite alors en émettant des photons, c'est-à-dire une

émission lumineuse. Cette intensité émise est proportionnelle à la concentration du composé. La mise au point d'un dosage par émission de flamme exige un étalonnage de l'appareil.

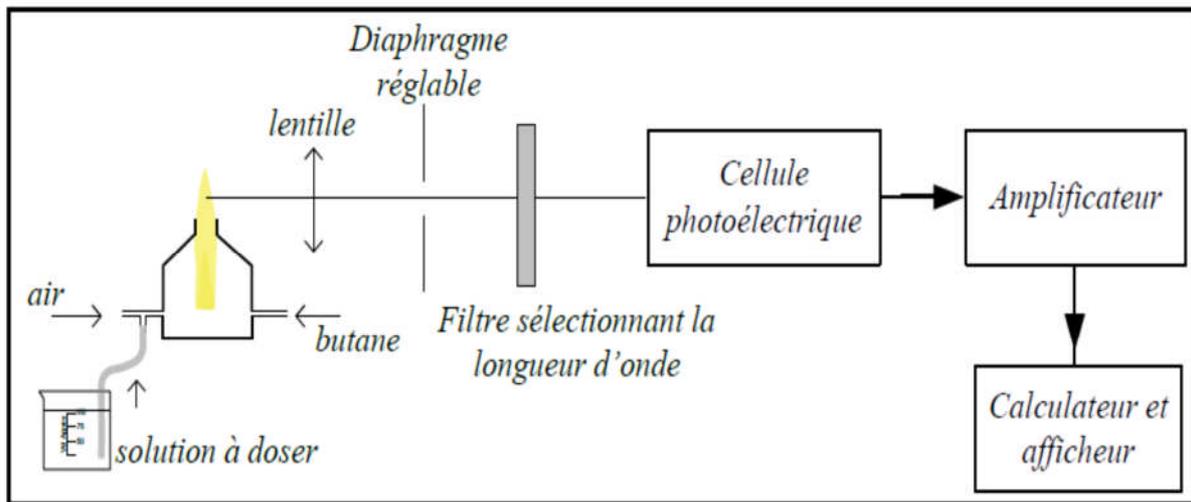


Figure N°7 : Schéma du principe d'un photomètre de flamme (Kherzi, 2011).

➤ **Dosage du Magnésium, Fer, Cuivre et Zinc par spectrométrie d'absorption atomique (SAA)**

• **Principe de la méthode**

Le principe de base de cette méthode repose sur la mesure d'absorption d'une radiation lumineuse, par une substance ramenée à l'état d'atomes libres.

Cette absorption est proportionnelle à la concentration en cations contenus dans l'échantillon d'eau.

N.B : Pour l'interprétation des résultats des analyses physico-chimiques effectués, nous avons utilisé les normes algériennes de la qualité des eaux de surface et les normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS) pour les éléments qui ne figurent pas sur la liste des normes algériennes.

IV-1-Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques

IV-1-1-Résultats d'analyse des paramètres physiques

Tableau IV-1: Résultats d'analyse des paramètres physiques de la première campagne.

Stations/Paramètres	Couleur	Odeur et saveur	Turbidité	MES	T	pH	EC	TDS	Salinité	OD
Unités	-	-	FAU	mg/l	°C	-	µs/cm	mg/l	mg/l	mg/l
Norme	-	-	-	-	20-30	6,5-8,5	1500	1200	0	□5
S ₁	Verdâtre	Absence	15	25	14	8,12	936	748	0,46	5,52
S ₂	Incolore	Absence	21	20	18,6	8,10	886	707	0,43	6,07
S ₃	Incolore	Absence	00	00	18,4	7,22	808	644	0,40	5,08
S ₄	Incolore	Absence	03	04	18,6	7,77	834	667	0,41	6,15
S ₅	Incolore	Absence	06	07	19,4	7,89	845	676	0,40	5,84
S ₆	Jaunâtre	Absence	36	38	18,8	8,30	999	796	0,49	5,49
S ₇	Incolore	Absence	24	19	18,3	8,08	919	732	0,45	7,22
S ₈	Incolore	Absence	05	04	19,8	7,96	940	748	0,46	6,36
S ₉	Incolore	Absence	21	21	17,6	8,40	451	359	0,22	6,16
S ₁₀	Incolore	Absence	10	09	20,1	8,29	768	612	0,37	6,37
S ₁₁	Incolore	Absence	12	11	21,6	8,33	855	679	0,42	6,18
S ₁₂	Incolore	Absence	02	02	19	8,11	653	522	0,32	6,31
S ₁₃	Incolore	Absence	11	08	20,8	8,09	815	648	0,40	6,47
S ₁₄	Incolore	Absence	07	11	20,1	8,14	769	615	0,38	6,35
S ₁₅	Incolore	Absence	17	13	14,3	7,96	938	749	0,46	7,57
S ₁₆	Incolore	Absence	14	14	16	8,14	908	724	0,45	6,37
S ₁₇	Incolore	Absence	19	16	18	8,11	894	711	0,44	7,30
S ₁₈	Incolore	Absence	04	03	20,3	8,06	666	531	0,33	6,50
S ₁₉	Incolore	Absence	08	04	19,3	8,11	777	616	0,38	6,54
S ₂₀	Incolore	Absence	22	15	18,2	8,15	882	705	0,44	6,43
Moyenne			12,85	12,2	16	8,06	777,2	659,45	0,40	6,31

Tableau IV-2: Résultats d'analyse des paramètres physiques de la deuxième campagne.

Stations/Paramètres	Couleur	Odeur et saveur	Turbidité	MES	T	pH	EC	TDS	Salinité	OD
Unités	-	-	FAU	mg/l	°C	-	µs/cm	mg/l	mg/l	mg/l
Norme	-	-	-	-	20-30	6,5-8,5	1500	1200	0	□5
S ₁	Verdâtre	Absence	19	14	18,4	8,48	925	748	0,46	7,53
S ₂	Incolore	Absence	08	10	18	8,24	777	781	0,48	6,62
S ₃	Incolore	Absence	00	00	16,4	7,48	827	661	0,41	6,49
S ₄	Incolore	Absence	02	05	17,2	7,76	902	729	0,45	6,86
S ₅	Incolore	Absence	06	02	18,2	8,05	908	727	0,45	7,17
S ₆	Jaunâtre	Absence	21	15	19,2	8,40	1110	890	0,55	7,09
S ₇	Incolore	Absence	12	08	19,4	8,20	969	776	0,48	6,71
S ₈	Incolore	Absence	13	09	20,8	8,38	989	791	0,49	7,10
S ₉	Incolore	Absence	06	03	17,8	8,42	494	394	0,24	6,60
S ₁₀	Incolore	Absence	09	10	21,6	8,45	886	708	0,44	7,18
S ₁₁	Incolore	Absence	07	07	21,8	8,49	921	736	0,46	7,19
S ₁₂	Incolore	Absence	02	01	21,2	8,47	758	605	0,37	6,87
S ₁₃	Incolore	Absence	05	08	22,6	8,49	890	712	0,44	6,71
S ₁₄	Incolore	Absence	04	05	23,2	8,50	842	672	0,41	7,45
S ₁₅	Incolore	Absence	05	05	19,8	8,43	860	688	0,42	7,15
S ₁₆	Incolore	Absence	08	06	23,3	8,50	841	672	0,41	7,10
S ₁₇	Incolore	Absence	03	04	24,4	8,42	830	664	0,41	7,08
S ₁₈	Incolore	Absence	04	01	22,8	8,29	742	592	0,36	6,48
S ₁₉	Incolore	Absence	04	04	24,2	8,40	776	619	0,38	7,12
S ₂₀	Incolore	Absence	06	09	24	8,39	827	661	0,41	6,97
Moyenne			6,5	6,3	20,71	8,31	853,7	691	0,42	6,97

IV-1-2-Résultats d'analyse des paramètres chimiques

Tableau IV-3: Résultats d'analyse des paramètres chimiques de la première campagne

Stations/Paramètres	Anions				Cations				Eléments traces		
	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺
Unités	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Norme	250	1	25	0,7	150	20	200	150	1,5	1	5
S ₁	85,2	0,21	4,70	0,16	38,05	1,95	56,75	26,3	0,01	0,22	0,080
S ₂	56,8	0,11	2,07	0,17	29,10	1,72	55,40	29,7	0	0,16	0,067
S ₃	56,8	0,08	2,03	0,13	24,62	1,37	56,75	32,4	0	0,26	0,073
S ₄	56,8	0,08	2,25	0,13	38,05	2,12	54,05	32	0,01	0,33	0,084
S ₅	85,2	0,08	2,32	0,11	26,86	1,89	52,70	31,4	0,02	0,31	0,075
S ₆	113,6	0,20	3,88	0,21	41,04	2,46	55,40	27,5	0,02	0,29	0,080
S ₇	85,2	0,17	1,69	0,17	35,07	2,06	54,05	28,2	0,01	0,32	0,080
S ₈	56,8	0,22	0,64	0,16	38,05	2,33	52,70	27,5	0,02	0,45	0,081
S ₉	56,8	0,12	2,37	0,17	12,68	1,54	47,29	16,4	0,02	0,44	0,078
S ₁₀	56,8	0,14	1,76	0,15	31,34	3,27	50	26,8	0,012	0,41	0,088
S ₁₁	56,8	0,15	1,25	0,16	33,58	2	50	29,4	0,031	0,43	0,077
S ₁₂	56,8	0,08	1,48	0,13	19,40	1,49	48,64	28	0,033	0,43	0,080
S ₁₃	56,8	0,17	1,60	0,13	31,34	1,77	48,64	29,4	0,03	0,58	0,074
S ₁₄	85,2	0,10	3,04	0,13	26,11	2	48,64	27,3	0,03	0,52	0,076
S ₁₅	85,2	0,20	3,82	0,16	36,56	1,83	54,05	30,4	0,031	0,48	0,081
S ₁₆	85,2	0,23	4,51	0,17	40,29	2,06	52,70	28,6	0,033	0,55	0,080
S ₁₇	85,2	0,18	3,67	0,17	38,80	1,95	55,40	26,1	0,034	0,68	0,076
S ₁₈	85,2	0,10	2,95	0,12	23,88	1,60	55,40	21,5	0,03	0,57	0,077
S ₁₉	85,2	0,13	3,86	0,16	25,37	1,77	54,05	21,5	0,029	0,68	0,078
S ₂₀	113,6	0,17	5,33	0,15	26,85	1,89	55,40	25,9	0,03	0,56	0,084
Moyenne	75,26	0,14	2,76	0,15	30,85	1,95	52,90	27,26	0,021	0,43	0,078

Tableau IV-4: Résultats d'analyse des paramètres chimiques de la deuxième campagne

Stations/Paramètres	Anions				Cations				Eléments traces		
	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺
Unités	mg/l	mg/l	mg/l	Mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Norme	250	1	25	0,7	150	20	200	150	1,5	1	5
S ₁	85,2	0,47	5,83	0,18	43,26	2,81	54,05	26,5	0,011	0,19	0,072
S ₂	56,8	0,29	2,20	0,16	37,31	2,52	50	29,4	0	0,13	0,080
S ₃	56,8	0,08	2,02	0,13	24,62	1,66	55,40	30,3	0	0,25	0,071
S ₄	56,8	0,17	2,45	0,15	30,59	1,77	56,75	29,2	0,015	0,36	0,088
S ₅	85,2	0,16	2,40	0,15	28,35	2,06	54,05	28,3	0,024	0,34	0,069
S ₆	113,6	0,22	4,49	0,25	44,77	2,69	63,51	26,9	0,018	0,30	0,076
S ₇	85,2	0,19	1,83	0,20	32,83	2,29	54,05	28,5	0,011	0,31	0,075
S ₈	85,2	0,17	0,77	0,13	33,58	2,23	52,70	28,3	0,018	0,44	0,072
S ₉	56,8	0,17	2,43	0,21	11,94	1,66	45,94	18,3	0,029	0,40	0,076
S ₁₀	85,2	0,18	1,82	0,16	32,83	2	54,05	26,6	0,015	0,42	0,073
S ₁₁	85,2	0,18	1,46	0,16	32,08	2,06	55,40	27,4	0,035	0,44	0,075
S ₁₂	56,8	0,09	1,58	0,13	17,91	1,54	58,10	24,3	0,034	0,44	0,074
S ₁₃	85,2	0,17	1,50	0,16	27,61	1,95	58,10	26,7	0,040	0,56	0,054
S ₁₄	56,8	0,14	3,13	0,18	26,86	2	50	25,5	0,032	0,53	0,071
S ₁₅	56,8	0,13	4,45	0,13	26,11	1,83	52,70	25,6	0,033	0,46	0,071
S ₁₆	56,8	0,14	3,85	0,13	26,11	1,49	54,05	25,4	0,034	0,53	0,068
S ₁₇	85,2	0,11	3,71	0,13	26,86	1,72	50	25,6	0,037	0,69	0,069
S ₁₈	56,8	0,12	2,85	0,13	20,89	1,43	55,40	21,6	0,035	0,56	0,068
S ₁₉	56,8	0,10	4,14	0,13	23,13	1,49	52,70	21,7	0,025	0,66	0,070
S ₂₀	113,6	0,13	5,46	0,15	26,86	1,26	51,35	23,5	0,040	0,57	0,066
Moyenne	73,84	0,19	2,91	0,15	28,72	1,92	53,91	25,83	0,025	0,42	0,071

IV-2-Interprétations des résultats des paramètres physico-chimiques**IV-2-1-Interprétations des résultats des paramètres physiques****➤ La couleur**

Durant notre période d'étude des eaux superficielles de l'Oued Agrioun, lors des deux prélèvements, nous avons constaté que les eaux des stations S₁ et S₆ sont colorées, alors que les autres stations sont incolores.

Les eaux de la station S₁ (barrage de Chabet El Akhra) ont une couleur bleu-verdâtre qui pourrait être dû à la présence des algues.

Les eaux de la station S₆ (Oued Ait Smail) ont une couleur jaunâtre qui pourrait être dû au débit élevé chargé de matière en suspension (érosion et activité anthropique).

➤ L'odeur et la saveur

D'après **Rodier, 2005**, l'odeur provient, soit des produits chimiques, soit de matières organiques en décomposition, soit d'organismes aquatiques ou d'algues planctoniques en période de floraison.

Dans notre cas, lors des deux prélèvements, les eaux des vingt stations étaient inodores et sans goût.

➤ La turbidité et les matières en suspension

Les concentrations en matières en suspension fluctuent entre 0 mg/l et 38 mg/l et celles de la turbidité atteignent 36 FAU (Formazine Attenuation Unit).

Les plus fortes teneurs en MES et turbidité se localisent au niveau de la station S₆ (Oued Ait Smail). Cette variation pourrait être expliquée par les rejets des activités exercées à la périphérie de l'Oued (unité de production de carrelage, commercialisation des matériaux de construction.....etc).

➤ La température

Lors de la première campagne, nous avons remarqué que les variations des températures sont très faibles sauf pour les stations S₁ et S₁₅. La deuxième campagne présente des variations de températures très faibles.

Une légère variation des températures apparaît entre les deux campagnes de prélèvement.

La température minimale et maximale varie entre 14°C et 20,8°C. La moyenne est de 16°C pendant la première campagne (tableau IV-1) or que lors de la deuxième campagne, elle varie entre 16,4°C et 24,4°C. La moyenne est de 20,71°C (tableau IV-2).

Les températures des eaux enregistrées durant la période de prélèvement ne dépassent pas la norme algérienne requise pour les eaux de surface (25 à 30 °C).

Plusieurs facteurs pourraient expliquer ces différences : L'heure à laquelle les mesures ont été prises. Le changement d'altitude, de pente et de largeur du cours d'eau pourraient être la cause de cette différence.

➤ **Le pH**

Lors des deux campagnes de prélèvement, nous avons remarqué que les variations du pH entre les stations sont très faibles sauf pour la station S₃ (la source bleue, destinée à l'alimentation en eaux potables de la région de Bejaia).

Une légère différence apparait entre les deux campagnes de prélèvement.

Les valeurs mesurées sont comprises entre 7,22 et 8,40. La moyenne est de 8,06 pour la première campagne (tableau IV-1). Pour la deuxième, les valeurs oscillent entre 7,48 et 8,50. La moyenne est de 8,31 (tableau IV-2).

Les valeurs enregistrées sont conformes à la norme algérienne (6,5 à 8,5).

Le pH dépend en grande partie des terrains traversés qui sont en majorité des terrains calcaires et dépend également de la nature des rejets qui y sont déversés.

➤ **La conductivité électrique (EC)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, la variation de la conductivité entre les stations est faible sauf pour la station S₉ (cascade kefrida ; minéralisation moyenne accentuée).

La variation de la conductivité entre les deux campagnes de prélèvement est faible.

La conductivité électrique des eaux analysées lors de la première campagne varie entre 451 et 999µs/cm. La moyenne est de 777,2 µs/cm (tableau IV-1). Lors de la deuxième campagne, elle varie entre 494 et 1110µs/cm. La moyenne est de 853,7µs/cm (tableau IV-2).

Les valeurs de la conductivité répondent à la norme exigée (1500 µs/cm).

La valeur la plus élevée de la conductivité est enregistrée au niveau de la station (S₆). Cette élévation pourrait être liée à la géologie du terrain traversé riche en sels minéraux, induisant une forte minéralisation de l'eau.

Les résultats obtenus montrent une forte minéralisation des eaux, en général. (666 µs/cm <conductivité <1000 µs/cm). Cette minéralisation pourrait provenir des rejets d'eaux usées, des engrais utilisés par les agriculteurs (origine anthropique).

➤ **Le total des solides (TDS)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, la variation du TDS est faible sauf pour la station S₉ (cascade kefrida). Le TDS évolue dans le même sens que la conductivité électrique.

La variation du TDS entre les deux campagnes de prélèvement est faible.

Les teneurs enregistrés pour le TDS lors de la première campagne varient entre 359 et 796 mg/l. La moyenne est de 659,45 mg/l (tableau IV-1). Lors de la deuxième campagne, elles varient entre 394 et 890 mg/l. La moyenne est de 691 mg/l (tableau IV-2).

Les valeurs du TDS sont conformes à la norme fixée par l'OMS qui est de 1200 mg/l.

Le TDS pourrait provenir de la dissolution des roches carbonatées (origine naturelle), ou des eaux usées et industrielles (origine anthropique).

➤ **La salinité**

Lors des deux campagnes de prélèvement, la variation de la salinité est très faible sauf pour la station S₉ (cascade kefrida).

La variation de la salinité entre les deux campagnes de prélèvement est très faible.

Les valeurs de la salinité enregistrées lors de la première campagne varient de 0,22 à 0,49 mg/l. La moyenne est de 0,40 mg/l (tableau IV-1). Lors de la deuxième campagne, elles varient de 0,24 à 0,55 mg/l. La moyenne est de 0,42 mg/l (tableau IV-2).

Les valeurs de la salinité sont toutes supérieures à la norme fixée par l'OMS qui est de 0 mg/l.

La variation de la salinité pourrait être due aux rejets des eaux usées domestiques et/ou industrielles (origine anthropique). Elle pourrait également provenir de la dissolution des terrains salifères (origine naturelle).

➤ **L'oxygène dissous (OD)**

Lors des deux campagnes de prélèvements, les teneurs en oxygène dissous entre les stations varient faiblement.

La variation de l'oxygène dissous entre les deux campagnes de prélèvement est faible.

Les teneurs en oxygène dissous varient de 5,08 à 7,57 mg/l. La moyenne est de 6,31 mg/l pour la première campagne (tableau IV-1). Lors de la deuxième campagne, elles varient de 6,48 à 7,53 mg/l. La moyenne est de 6,97 mg/l (tableau IV-2).

Les valeurs enregistrées lors des deux campagnes sont conformes à la norme algérienne requise pour les eaux de surface qui est (≥ 5 mg/l) et indiquent une bonne saturation en oxygène.

IV-2-2-Interprétations des résultats des paramètres chimiques

IV-2-2-1-Les anions

➤ **Les chlorures (Cl⁻)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, la variation des teneurs en chlorures entre les stations est importante.

La variation des teneurs en chlorures entre les deux campagnes de prélèvement est faible.

Les résultats du tableau IV-3 et IV-4 montrent que la teneur en chlorures pour les deux campagnes est comprise entre 56,8 et 113,6 mg/l. La moyenne est de 75,26 mg/l lors de la première campagne. Elle est de 73,84 mg/l lors de la deuxième campagne.

Les teneurs en chlorure enregistrées lors des deux campagnes de prélèvement sont conformes à la norme algérienne qui est de 250 mg/l.

La plus forte teneur en chlorures a été enregistrée au niveau des stations S₆ et S₂₀. Cela pourrait être expliqué par les rejets des activités exercés à la périphérie de la station S₆ et à l'influence de la mer pour la station S₂₀.

Les chlorures peuvent avoir une origine multiple. Ils peuvent provenir d'une action anthropique (déversement des eaux usées) et également de la dissolution des sels par lessivage des terrains salifères (origine naturelle).

➤ **Les nitrites (NO_2^-)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, la variation des teneurs en nitrites entre les stations est faible.

La variation des teneurs en nitrites entre les deux campagnes est très faible.

Les résultats des analyses montrent que les concentrations des nitrites lors de la première campagne varient de 0,08 à 0,23 mg/l. La moyenne est de 0,14 mg/l (tableau IV-3). Lors de la deuxième campagne elles varient entre 0,08 et 0,47 mg/l. La moyenne est de 0,19 mg/l (tableau IV-4).

Les valeurs enregistrées lors des deux campagnes de prélèvement sont conformes à la norme algérienne qui est de 1 mg/l.

Les nitrites pourraient provenir de la réduction des nitrates.

➤ **Les nitrates (NO_3^-)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, nous avons remarqué une faible variation des teneurs en nitrates entre les stations.

La variation des teneurs en nitrates entre les deux campagnes de prélèvements est faible.

Les résultats des analyses montrent que les teneurs en nitrates lors de la première campagne varient entre 0,64 et 5,33 mg/l. La moyenne est de 2,76 mg/l (Tableau IV-3). Elles varient de 0,77 à 5,83 mg/l lors de la deuxième campagne. La moyenne est de 2,91 mg/l (tableau IV-4)

Les concentrations enregistrées sont toutes conformes à la norme algérienne qui est de 25 mg/l.

Les nitrates pourraient provenir de la minéralisation de la matière organique (origine naturelle), des activités agricoles (engrais azotés) et des eaux usées domestiques (origine anthropique).

➤ **Les phosphates (PO_4^{3-})**

Lors des deux campagnes de prélèvement, nous avons remarqué une faible variation des teneurs en phosphates entre les stations.

La variation des teneurs en phosphates entre les deux campagnes de prélèvement est très faible.

Les résultats du tableau IV-3 montrent que les teneurs en phosphates varient de 0,11 à 0,21 mg/l. La moyenne est de 0,15 mg/l lors de la première campagne. Elles varient de 0,13 à 0,21 mg/l lors de la deuxième campagne. La moyenne est de 0,15 mg/l (tableau IV-4).

Les valeurs sont conformes à la norme exigée qui est de 0,7 mg/l (norme algérienne).

Les phosphates pourraient avoir une origine naturelle (phosphate calcique) et/ou anthropique (engrais, détergents).

IV-2-2-2-Les cations

➤ **Le sodium (Na)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, nous avons remarqué une faible variation des teneurs en sodium entre les stations.

Une légère variation des teneurs en sodium apparaît entre les deux campagnes de prélèvement.

D'après le tableau IV-3 les teneurs en sodium varient de 12,68 à 41,04 mg/l. La moyenne est de 30,85 mg/l lors de la première campagne. Elles varient entre 11,94 et 44,77 mg/l lors de la deuxième campagne. La moyenne est de 28,72 mg/l (tableau IV-4).

Les teneurs en sodium dans les échantillons d'eaux sont nettement inférieures à la norme algérienne (150 mg/l). Ces faibles concentrations pourraient être expliquées par l'appauvrissement des sols et des terrains traversés par ces eaux.

L'entraînement des sels par lessivage des terrains salifères pourrait augmenter la teneur en sodium dans les cours d'eaux (origine naturelle).

➤ **Le potassium (K)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, nous avons remarqué une faible variation des teneurs en potassium entre les stations.

Une faible variation des teneurs en potassium entre les deux campagnes de prélèvement.

Les teneurs en potassium lors de la première campagne varient entre 1,37 et 3,27 mg/l. La moyenne est de 1,95 mg/l (Tableau IV-3). Elles varient de 1,26 à 2,81 mg/l lors de la deuxième campagne. La moyenne est de 1,92 mg/l (Tableau IV-4).

Les teneurs en potassium sont inférieures à la norme fixée par l'OMS qui est de (20 mg/l).

Le potassium pourrait résulter de la dissolution des engrais chimique (NPK) qui sont utilisés massivement par les agriculteurs. La présence de cet élément pourrait être également liée au déversement des eaux usées domestiques (origines anthropiques).

➤ **Le calcium (Ca)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, nous avons remarqué une variation faible des teneurs en calcium entre les stations.

Une faible variation des teneurs en calcium est remarquée entre les deux campagnes de prélèvement.

D'après le tableau IV-3, les teneurs en calcium lors de la première campagne varient de 47,29 à 56,75 mg/l. La moyenne est de 52,90 mg/l. Elles varient de 45,94 à 63,51 mg/l lors de la deuxième campagne. La moyenne est de 53,91 mg/l (tableau IV-4).

Les teneurs en calcium sont inférieures à la norme algérienne qui est de 200 mg/l.

Cet élément pourrait provenir essentiellement de la dissolution des roches carbonatées suite à la présence du gaz carbonique. Le calcium pourrait provenir également des formations gypsifères ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), qui sont facilement solubles selon l'équation suivante :



➤ **Le magnésium (Mg)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, nous avons remarqué que la variation des teneurs en magnésium est très faible entre les stations.

Une faible variation des teneurs en magnésium est remarquée entre les deux campagnes de prélèvement.

Les teneurs en magnésium lors de la première campagne varient entre 16,4 et 32,4 mg/l. La moyenne est de 27,26 mg/l (tableau IV-3). Elles varient de 18,3 à 30,3 mg/l lors de la deuxième campagne. La moyenne est de 25,83 mg/l (tableau IV-4).

Les teneurs en magnésium sont inférieures à la norme algérienne qui est de 150 mg/l.

Le magnésium est l'élément qui accompagne souvent le calcium, et provient de la dissolution des formations carbonatées (dolomite).

IV-2-2-3-Les éléments traces

➤ **Le fer (Fe)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, nous avons remarqué que les variations des teneurs en fer ont tendance à augmenter à partir de la station S₁₁.

Une très faible variation des teneurs en fer est remarquée entre les deux campagnes de prélèvement.

Les résultats représentés dans le tableau IV-3 montrent que les teneurs en fer varient entre 0 et 0,034 mg/l. La moyenne est de 0,021 lors de la première campagne. Elles varient de 0 à 0,040 mg/l lors de la deuxième campagne. La moyenne est de 0,025 mg/l (tableau IV-4).

Les teneurs en fer sont inférieures à la norme algérienne qui est de 1,5 mg/l.

Nous avons remarqué une augmentation des concentrations en fer à partir de la station S₁₁ jusqu'à la station S₂₀. Cela pourrait être expliqué par la présence d'une mine anciennement exploitée (mine de Tadargount).

➤ **Le cuivre (Cu)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, nous avons remarqué que la variation des teneurs en cuivre est faible entre les stations.

La variation des teneurs en cuivre entre les deux campagnes est très faible.

D'après le tableau IV-3, les concentrations en cuivre varient de 0,16 à 0,68 mg/l. La moyenne est de 0,43 mg/l pour la première campagne. Elles varient de 0,13 à 0,69 mg/l lors de la deuxième campagne. La moyenne est de 0,42 mg/l (tableau IV-4).

Les teneurs en cuivre sont inférieures à la norme algérienne qui est de 1 mg/l.

Ces variations pourraient être d'origine naturelle, car les stations sont localisées dans une région qui a été le lieu d'activités minières importantes anciennement exploitées (mine de Tadargount, mine de Brademah).

➤ **Le zinc (Zn)**

Lors des deux campagnes de prélèvement, la variation des teneurs en zinc est très faible entre les stations.

La variation des teneurs en zinc entre les deux campagnes est très faible.

D'après les résultats du tableau IV-3, les teneurs en zinc varient de 0,067 à 0,088 mg/l. La moyenne est de 0,078 mg/l pour la première campagne. Elles varient de 0,054 à 0,088 mg/l lors de la deuxième campagne. La moyenne est de 0,071 mg/l (tableau IV-4).

Les teneurs en zinc sont nettement inférieures à la norme algérienne qui est de 5 mg/l.

IV-3-Appréciation de la qualité des eaux de surface de l'Oued Agrioun

Tableau IV-5 : Appréciation de la qualité des eaux de l'Oued Agrioun

Paramètres	Classe	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₁₄	S ₁₅	S ₁₆	S ₁₇	S ₁₈	S ₁₉	S ₂₀
T°C	Moyenne	16,2	18,3	17,4	18,4	18,8	19	18,85	20,3	17,7	20,85	20,95	20,1	21,7	21,65	17,05	19,65	21,2	21,55	21,75	21,1
	Classe	1A	1B	1A	1B	1B	1B	1B	1B	1A	1A	1B	1B	1B							
pH	Moyenne	8,3	8,17	7,35	7,76	7,97	8,35	8,14	8,17	8,41	8,37	8,41	8,29	8,29	8,32	8,19	8,32	8,26	8,17	8,25	8,27
	Classe	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B									
Conductivité (µs/cm)	Moyenne	630	831	817	868	876	1054	944	964	472	738	888	705	852	805	899	874	862	704	776	854
	Classe	1B	2	2	2	2	2	2	2	1B	1B	2	1B	2	2	2	2	2	1B	2	2
MES (mg/l)	Moyenne	19,5	15	00	4,5	4,5	26,5	13,5	6,5	12	9,5	09	1,5	08	08	09	10	10	02	04	12
	Classe	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A									
OD (mg/l)	Moyenne	6,52	6,34	5,78	6,50	6,50	6,29	6,96	6,73	6,38	6,77	6,68	6,59	6,59	6,90	7,36	6,73	7,19	6,49	6,83	6,70
	Classe	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1A	1B	1A	1B	1B									
Nitrates (mg/l)	Moyenne	5,26	2,13	2,02	2,35	2,36	4,18	1,76	0,70	2,4	1,79	1,35	1,53	1,55	3,08	4,13	4,18	3,69	2,90	04	5,39
	Classe	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A									
Nitrites (mg/l)	Moyenne	0,34	0,2	0,08	0,12	0,12	0,21	0,18	0,19	0,14	0,16	0,16	0,08	0,17	0,12	0,16	0,18	0,14	0,11	0,11	0,15
	Classe	1B	1B	1A	1B	1B	1A	1B													
Phosphates (mg/l)	Moyenne	0,17	0,16	0,13	0,14	0,13	0,26	0,18	0,14	0,19	0,14	0,16	0,13	0,14	0,15	0,14	0,15	0,15	0,12	0,14	0,15
	Classe	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A									
Chlorures (mg/l)	Moyenne	85,2	56,8	56,8	56,8	85,2	113,6	85,2	71	56,8	71	71	56,8	71	71	71	71	85,2	71	71	113,6
	Classe	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A									
Fer (mg/l)	Moyenne	0,01	00	00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
	Classe	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A									
Cuivre (mg/l)	Moyenne	0,2	0,14	0,25	0,34	0,32	0,29	0,32	0,44	0,42	0,41	0,43	0,43	0,57	0,52	0,47	0,54	0,68	0,56	0,67	0,56
	Classe	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Zinc (mg/l)	Moyenne	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07
	Classe	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A									

Dans le tableau IV-5, nous avons donné quelques paramètres physico-chimiques des eaux des vingt stations de prélèvement. Pour chaque paramètre nous avons pris la moyenne des deux campagnes de prélèvement.

En se référant au décret N° 2001- 1220, 2001 de classification des eaux de surface (Annexe IV) et aux appréciations de la qualité des eaux de l'Oued Agrioun, nous avons classé les eaux de ce dernier comme des eaux de bonne qualité de point de vue physico-chimique.

Les eaux de l'Oued Agrioun est une ressource qui pourrait être utilisée en agriculture, pour la production d'eau potable, loisirs et sports aquatiques, irrigation, abreuvement et aquaculture. Il constitue par ailleurs, un milieu récepteur des rejets urbains et industriels.

Conclusion

Le présent travail nous a permis de caractériser les eaux superficielles de l'Oued Agrioun.

Les paramètres physico-chimiques déterminés tels que la température, le pH, la turbidité et les matières en suspension, la conductivité, le TDS, l'oxygène dissous, les chlorures, les nitrites, les nitrates, les phosphates, le sodium, le potassium, le calcium et le magnésium, montrent que les eaux de l'Oued Agrioun répondent aux normes algériennes de la qualité des eaux de surface et aux normes fixées par l'organisation mondiale de la santé (OMS).

Les valeurs de la salinité enregistrées lors des campagnes de prélèvement varient de 0,22 à 0,55 mg/l. Elles sont toutes supérieures à la norme fixée par l'organisation mondiale de la santé (OMS) qui est de 0 mg/l.

L'eau de l'Oued Agrioun est caractérisée par une teneur élevée en chlorure avec une valeur de 113,6 mg/l. Cette valeur est enregistrée au niveau des deux stations S₆ et S₂₀.

Le dosage du fer et du zinc par SAA a montré que ces éléments ne se trouvent que sous forme de traces. Néanmoins, les eaux de l'Oued Agrioun sont relativement beaucoup plus riches en cuivre. La teneur la plus élevée en cuivre est de 0,69 mg/l au niveau de la station S₁₇.

Au cours de notre travail, nous avons procédé à l'appréciation de la qualité des eaux superficielles de l'Oued Agrioun. Notre étude a montré que ces eaux pourraient servir aux usages un peu variés tels que l'utilisation industrielle, abreuvement des animaux et l'irrigation. Néanmoins, ces eaux sont une source potentielle pour la production de l'eau potable.

L'état global de la qualité des eaux de surface n'est pas alarmant au niveau de l'Oued Agrioun mais nécessite une vigilance et une attention permanente.

Des recommandations sont utiles pour préserver le bassin de l'Oued Agrioun. Il est souhaitable de :

- ✓ Etudier l'emplacement des décharges ménagères des agglomérations en les installant loin des zones vulnérables à la pollution, et ce, pour éviter leurs effets sur les ressources hydriques.
- ✓ Un travail d'information et d'éducation est indispensable par l'encouragement et la mobilisation de l'action des associations de la protection de l'environnement (caravane de sensibilisation, films, dépliants de sensibilisation, conférences).

- ✓ Surveiller en permanence la qualité des eaux par la contribution des collectivités locales, des services techniques et des centres de recherches universitaires.
- ✓ Compléter notre travail par une étude des eaux souterraines pour connaître les mécanismes de transfert des polluants, ce qui peut aider à la protection de la nappe contre la pollution.

En guise de perspective, en vue d'enrichir cette analyse, nous proposons la détermination d'autres paramètres physico-chimiques tels que la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), car elles donnent une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Effectuer les analyses bactériologiques pour mettre en évidence les contaminations fécales.

- **AFNOR, 1992** : Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association française de normalisation : NF T 90-350, 12p.
- **AFNOR, 2000** : Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique diatomées (IBD)-Norme NF T90-354, p63.
- **Anonyme, 1955** : « aménagement de l'Oued Agrioun. Dossier 1. S/Dossier A » (document SONELGAZ, DARGUINA, SOGIE), 125p.
- **Anonyme, 2007** : Protection du couloir KHERRATA Souk EL Tenine contre les crues de l'Oued Agrioun, Mission C : Etude hydrologique. Bureau d'ingénieurs conseils, 55p.
- **Arrigon J., 1991** : Aménagement piscicole des eaux douces, 7^{ème} édition Lavoisier. Paris, 639p.
- **Baziz N., 2008** : Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé cas de la ville de Batna. Mémoire magistère aménagement du territoire. Option : dynamique des milieux physiques et risque naturels. Université. EL Hadj Lakhdar-Batna, p34.
- **Belhadj M-Z, 2006** : Etude de la pollution du barrage de ZIT EMBA (ALGERIE). Magistère en hydraulique. Option: Mobilisation des ressources hydriques. Université Labida Mohamed Tahar dite el hadj lakhdar-Batna, p33.
- **Belkhiri L., 2011**: Etude de la pollution des eaux souterraines : cas de la plaine d'Ain Azel-Est Algérien. Thèse de doctorat d'état en Sciences, option hydraulique : Université Hadj Lakhdar BATNA, 121p.
- **Bentekhici N. & Zebbar Z-d., 2008** : Utilisation d'un SIG pour l'évaluation des caractéristiques physiques d'un bassin versant et leurs influences sur l'écoulement des eaux (Bassin versant d'Oued EL MALEH, Nord-Ouest d'Algérie). 1^{ère} conférence international sur le Web et l'information Technologie. Sidi Bel Abbes, ALGERIE, 147p.
- **Bontoux M., 1983** : Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. CEBEDOC édition. Lavoisier, p7.
- **Bouanani A., 2005** : Etude de quelques sous bassins de la TAFNA (NW-ALGERIE). Thèse de doctorat d'état en géologie appliquée : Université. ABOU BEKR BELKAID TLEMEN, ALGERIE, 250p.

Références bibliographiques

- **Bouchebbah S. & Ayache K., 2011** : Caractéristique des eaux de surfaces de l'Oued Djemaa de la région de Bejaia. Mémoire d'ingénieur en écologie et environnement. Université de Bejaia, 54p.
- **Dazoz R., 1985** : Précis d'écologie. 5^{ème} édition. DUNOD, université paris, p472.
- **Djellout N. & Djellas D., 2006** : Evaluation de la vulnérabilité à la pollution de la région de Tichy (Bejaia), mémoire de fin de cycle en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en écologie et environnement, Université de Bejaia, 84p.
- **Gaagai A., 2009** : Etude hydrologique et hydrochimique du bassin versant du barrage de BABAR sur Oued EL ARAB région Est de l'ALGERIE. Mémoire de magistère en hydraulique, Université de BATNA, 108p.
- **Gamrasni M., 1986** : Le goût de l'eau : étude de synthèse. Association française pour l'étude des eaux, 60p.
- **Garet A., Garet J. & Garcia C., 2005** : Dégradation spécifique et transport des solides dans le bassin de l'Oued LEBENE (pré rif central, Maroc septentrionale), Université de MURCIA, 16p.
- **Gaudin T., 2008**: The world in 2025, a challenge to raison, September 2008, 81p.
- **Gaujous D., 1995** : La pollution des milieux aquatique : Aide mémoire 2^{ème} édition Lavoisier TEC & DOC, 220p.
- **Gendronneau M., 2006** : Etude des secteurs du Croisic et de Pen-Bé : Estimation des apports continentaux et évaluation des stocks conchylicoles. Programme de surveillance et évaluation de l'état des eaux littorales. Edition IFREMER, 267p.
- **Kherzi S., 2011** : Etude hydro-chimique des eaux de l'Oued Djemaa Wilaya de Bejaia. Mémoire magistère en hydraulique. Option hydraulique générale, université de Bejaia, 147p.
- **Khiati M., 2009** : L'agriculture Algérienne de l'air précolonial au reforme libérales actuelle, Editeur : Alger ; Anep, 258p.
- **Lapegue P. & Ribstein P., 2006** : La qualité et les analyses d'eaux : Action contre la Faim Espagne en Mali. Master 2 en Sciences de l'Univers, Environnement, écologie. Université Pierre et Marie Curie, Ecole des Mines de paris & Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forets, pp22-23.
- **Mebarki K. & Smahi A., 2006** : Analyses physico-chimiques et appréciation des eaux de l'Oued Agrioun. Mémoire de fin d'étude, Université de Bejaia, 56p.

Références bibliographiques

- **Ramade F., 1984** : Eléments d'écologie-écologie fondamentale. Ed Mac Graw-Hill. Paris, 397p.
- **Rejseck F., 2002** : Analyse des eaux : aspect réglementaire et technique édition CRDP AQUITAINE. Collection biologique technique, p64.
- **Rodier J., 1984** : Analyse de l'eau : Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 7^{ème} édition DUNOD Paris, 1353p.
- **Rodier J., 1996** : Analyse de l'eau : eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 8^{ème} édition, 1400p.
- **Rodier J., 2005** : Analyse de l'eau : eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 8^{ème} édition DUNOD Paris, 1023p.
- **Rodier J., 2009** : Analyse de l'eau : Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 9^{ème} édition DUNOD Paris, 1573p.
- **Sacchi & Testard., 1971** : Ecologie animale (organismes et milieu). Edition Doin, p480.
- **Seltzer R., 1946** : Le climat de l'Algérie. int. Ephys du globe, Uni. D'Algérie, p219.
- **Simonet S., 2011**: Les cahiers du plan bleu 10. Adaptation au changement climatique dans le secteur de l'eau en méditerranée : situation et perspective, 67p.
- **Thomas O., 1995** : Métrologie des eaux résiduaires. Edition CEBEDOC sprl, pp53-56.
- **Viala A. & Botta A., 2005** : Toxicologie. 2^{ème} édition TEC & DOC. p248, 1096p.
- **Vilagines R., 2003** : Eau, environnement et santé publique : Introduction à l'hydrologie. 2^{ème} édition, médicales Internationales, Lavoisier, pp71-75-183.

Annexe I : Les modes opératoires

1-Turbidité (Méthode d'atténuation de radiation (lecture directe))

➤ **Mode opératoire :**

Pour effectuer la lecture de l'échantillon, il faut :

- Entrer le N° du programme mémorisé pour la turbidité.
- Presser PRGM ; l'affichage indique : PRGM ?
- Presser 95, Enter. L'affichage indique FAU.
- Homogénéiser 500 ml d'échantillon dans un homogénéisateur à grande vitesse pendant 02 minutes, et le verser dans un bêcher de 600 ml
- Ramener l'appareil à (0 FAU) en effectuant la lecture avec le blanc (Eau distillé).
- Verser 25 ml de l'échantillon dans une autre cuvette colorimétrique, l'agiter pour éliminer les bulles de gaz et obtenir une suspension uniforme, le placer dans le puits de mercure.
- Placer le capot de l'appareil (Pare-lumière) sur la cuvette d'échantillon et presser la touche READ. Après une courte pause, les résultats sont affichés. On trouve les valeurs en unité FAU.

2-Matière en suspension (Méthode photométrique) :

➤ **Mode opératoire :**

Entrer le N° du programme mémorisé pour les MES.

- presser PRGM ; l'affichage indique : PRGM ?
- Presser 94, enter. L'affichage indique mg/l.
- Homogénéiser 500 ml d'échantillon dans un homogénéisateur à grande vitesse pendant 02 minutes, et le verser dans un bêcher de 600 ml.
- Ramener l'appareil à (0 mg/l) en effectuant la lecture avec le blanc (Eau distillé).
- Verser 25 ml de l'échantillon dans une autre cuvette colorimétrique, l'agiter pour éliminer les bulles de gaz et obtenir une suspension uniforme, le placer dans le puits de mercure.
- Presser READ, le résultat en mg/l des matières en suspension s'affiche.

3-Dosage des chlorures (méthode de Mohr)

➤ Mode opératoire

Introduire 25 ml d'eau à analyser dans un bécher contenant un barreau aimanté, et complétés à 100ml avec de l'eau distillée dans un erlen, puis 1ml de la solution de chromate de potassium à 5% jouant le rôle d'un indicateur coloré est ajouté.

Remplir la burette de la solution de nitrate d'argent à 0,2N et titrer ensuite goutte à goutte la solution du départ contenant l'eau à analyser et le chromate de potassium en prenant soin de bien entretenir assez vigoureuse la solution de façon à briser les grumeaux qui se forment au fond de l'erlen.

Aux approches du point d'équivalent, la couleur de la solution passe du vert-jaune au jaune, mais celui-ci est atteint lorsque la couleur jaune foncé vire vers l'orange, couleur qui doit persister 1 minute.

Retenir le nombre de millilitres de nitrate d'argent utilisés (Cb).

➤ Expression des résultats :

Pour une prise d'essai de 100ml :

$$[Cl] = \frac{N(AgNO_3) \times V'(AgNO_3)}{V \text{ échantillon}} \times 35,5 \times 1000$$

Avec :

N : Normalité de Ag NO₃ = 0,01

V' : Volume d'Ag NO₃ (ml)

V: Volume de l'échantillon

4-Dosage des nitrites (méthode au réactif de ZEMBELLI)

➤ Mode opératoire

-prélever 50 ml d'eau à analyser ajouter 2 ml de réactif de ZEMBELLI, agiter et laisser au repos 10 minutes, ajouter ensuite 2 ml d'ammoniaque pure.

-Effectuer la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 435 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin, se reporter à la courbe d'étalonnage. (J. RODIER, 1984)

➤ **Réactifs**

-Ammoniaque pure : $d=0,925$

-Réactif de ZEMBELLI :

-Acide chlorhydrique pure ($d= 1,19$) 260 ml.

-Acide sulfalique 5 g.

-phénol cristallisé 7,5 g.

-Chlorure d'ammonium 135 g.

-Eau distillée 625 ml.

Introduire dans une fiole jaugée d'un litre, l'acide chlorhydrique et l'eau distillée, puis dissoudre l'acide sulfalique et le phénol en chauffant légèrement au bain-marie, après dissolution complète, ajouter le chlorure d'ammonium et agiter jusqu'à dissolution. Après refroidissement ajuster s'il y a lieu le volume de la solution à 1 litre avec de l'eau distillée.

-Solution mère étalon de NO_2 à 0,23 g/l

-Nitrite de sodium 0,345 g.

-Eau fraîchement distillée 1000 ml.

Cette solution se conserve mieux si l'on prend la précaution d'y ajouter 1 ml de chloroforme.

-solution fille étalon d'ion NO_2 à 0,0023 g/l

-Amener 1 ml de la solution mère à 100 ml avec de l'eau distillée.

5-Dosage des nitrates (méthode au salicylate de sodium)

➤ **Mode opératoire**

Introduire 10 ml d'eau à analyser dans un erlen meyer de 100 ml (pour des teneurs en azote nitrique supérieur à 10 mg/l opérer à une dilution).

Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium.

Ajouter 1 ml de la solution de salicylate de sodium pour suivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage.

Préparer de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau distillée.

Tenir compte de la valeur lue pour le témoin, se rapporter à la courbe d'étalonnage. (J. RODIER, 1984)

➤ Réactifs

- Solution de salicylate de sodium à 0,5% à renouvelable toutes les 24 heures.
- Acide sulfurique concentré (d= 1,84).
- Solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium :
 - Hydroxyde de sodium 400g.
 - Eau distillée 1000 ml.
 - Tartrate double de sodium et de potassium 60 g.
- Faire dissoudre les sels dans l'eau, laisser refroidir et compléter à 1000 ml.
- A conserver dans un flacon en polyéthylène.
- Solution mère étalon d'azote nitrique à 0,1 mg/l :
 - Nitrate de potassium anhydre 0,722 g.
 - Eau distillée 1000 ml.
 - Chloroforme (pour conserver) 1ml.
- Solution fille étalon d'azote nitrique à 0,005 g/l.
- Amener 50 ml de la solution mère à 1000 ml de l'eau distillée.

6-Dosage des phosphates

➤ Mode opératoire

Introduire 40 ml de l'eau à analyser dans une fiole jaugée de 50 ml, ajouter 4 ml de solution d'acide molybdate et 10 gouttes de la solution de chlorures stanneux, ajouter jusqu'au trait de jauge avec l'eau distillée et bien mélanger, laisser reposer 5 minutes puis effectuer les mesures au spectrophotomètre a la longueur d'onde de 690 nm

➤ Réactifs

- Solution mère de phosphate à 0,5 mg/l

Dissoudre 0,07615g d'hydrogénophosphate de potassium (KH_2PO_4) dans 10 ml d'eau distillée (dans un bêcher, transférer la solution dans une fiole jaugée de 100 ml et rincer le bêcher avec 1 ml de CHCl_3 puis compléter au trait de jauge avec l'eau distillée.

- Solution standard de phosphate à 0,05 mg/l:
 - Solution mère de phosphate (0,5mg/l) 1 ml.

- Eau distillée 100 ml.

-Solution de Molybdate d'ammonium:

-Acide sulfurique concentré 25 ml.

-Eau distillée 40 ml.

(1)-Ajouter l'acide sulfurique à l'eau distillée, mélanger la solution et laisser refroidir.

-Molybdate d'ammonium $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7 \text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2,5 g.

-Eau distillée 7,5 ml.

(2)-Dissoudre le Molybdate d'ammonium dans l'eau distillée.

Mélanger les solutions (1) et (2), laisser refroidir et diluer à 100 ml.

-Solution de chlorure stanneux :

-Chlorure stanneux $(\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ 0,25 g.

-Glycérol 10 ml.

Chauffer le mélange dans un bain-marie jusqu'à dissolution complète du chlorure stanneux.

➤ **Expression des résultats :**

Tenir compte de la valeur lue pour le témoin et tracer la courbe d'étalonnage, des concentrations des échantillons en phosphates sont obtenues à partir de la courbe d'étalonnage.

$$X \text{ (mg/l)} = \frac{C}{V_{\text{échantillon}}} \times 50$$

Avec:

C: Concentration obtenue à partir de la courbe d'étalonnage.

$V_{\text{échantillon}}$: Volume de l'échantillon.

7-Dosage du Sodium, Potassium et Calcium (Méthode par spectrométrie d'émission de flamme)

➤ **Mode opératoire**

-Pulvériser de l'eau distillée et faire le réglage de zéro (Afficher 0 à l'aide du bouton "Blank").

-Placer le filtre sur Na, K ou Ca selon le dosage.

- Faire passer les solutions étalons filles, noter l'indication correspondante à chaque solution.
- Faire passer les solutions à doser (Eau diluée si nécessaire), noter la graduation.
- Entre chaque mesure, rincer le dispositif de pulvérisation à l'eau distillée.

8- Dosage des éléments (Mg, Cu, Zn, Fe) par spectrométrie d'absorption atomique (SAA)

➤ Mode opératoire

Avant de commencer le dosage par l'absorption atomique il faut introduire les conditions expérimentales de l'analyse pour chaque cation dosé.

-Mettre d'abord en marche le micro-ordinateur et introduire les données (la méthode de dosage de flamme ou au four, élément à doser, la longueur d'onde de résonance de l'élément, nombre et concentrations des étalons, l'unité de concentration).

-Ouvrir les bouteilles de gaz carburant et combustible (Air + Acétylène)

-Allumer la flamme

-Sélectionner la lampe qui correspond à l'élément à doser

-Attendre quelques minutes pour chauffer la lampe après en passe l'échantillon à blanc.

-Puis, on fait appel à des données en mémoires des mesures effectués sur des étalons contenant l'élément à doser. Si la courbe d'étalonnage n'est pas mémorisée, on pourra préparer d'autres étalons correspondant au domaine de concentrations déterminées au préalable. Puis on mesure leurs absorbances, en faisant passer les étalons l'un après l'autre par le capillaire qui aspire le liquide de la solution et sera pulvérisé puis atomisé à la flamme. On note l'absorbance et la concentration. Les résultats sont consignés dans un tableau puis sont mémorisés sous forme de fichier dans une disquette.

-Après établissement de toutes ces conditions, l'appareil est prêt pour le dosage.

Pour les expériences que nous avons réalisées, nous avons commencé par l'injection de l'eau distillée dans la flamme (blanc), ensuite les échantillons d'eau acidifiées par HNO_3 concentré (1ml/l d'échantillon).

Annexes II : Les courbes d'étalonnages

1- Dosage des nitrites :

Etablissement de la courbe d'étalonnage ($\lambda = 435$)

Numéro des fioles	T	I	II	III	IV	V
Solution fille étalon à 0,0023g/l de NO_2^- (ml)	0	1	5	10	15	20
Eau distillée (ml)	50	49	45	40	35	30
Réactif de Zambelli (ml)	2	2	2	2	2	2
Attendre 10 minutes						
Ammoniaque pure (ml)	2	2	2	2	2	2
Correspondance en mg/l de NO_2^-	0	0,046	0,23	0,46	0,69	0,92
Abs	0	0,042	0,137	0,269	0,406	0,536

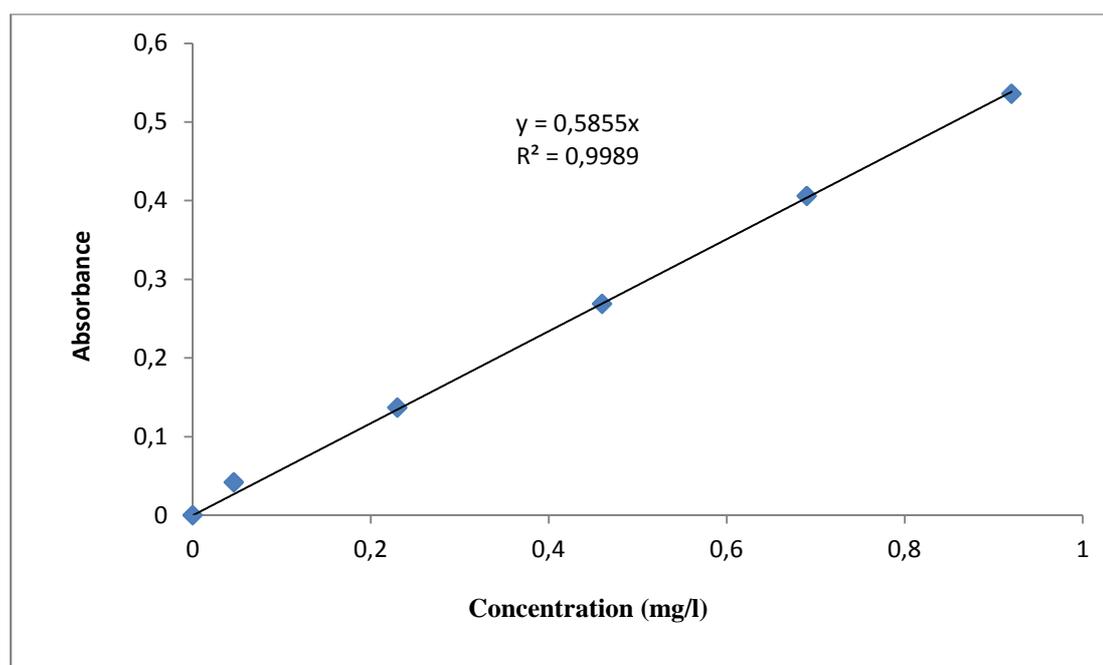


Figure N°8 : Courbe d'étalonnage des nitrites

2- Dosage des nitrates :

Etablissement de la courbe d'étalonnage ($\lambda = 415$)

Numéro des fioles	T	I	II	III	IV
Solution étalon d'azote nitrique à 0,005 g/l	0	1	2	5	10
Eau distillée	10	9	8	5	0
Solution de salicylate de sodium (ml)	1	1	1	1	1
Correspondance en mg d'azote nitrique (NO ₃ ⁻)	0	0,5	1	1,5	2,5
Abs	0	0,037	0,08	0,115	0,205

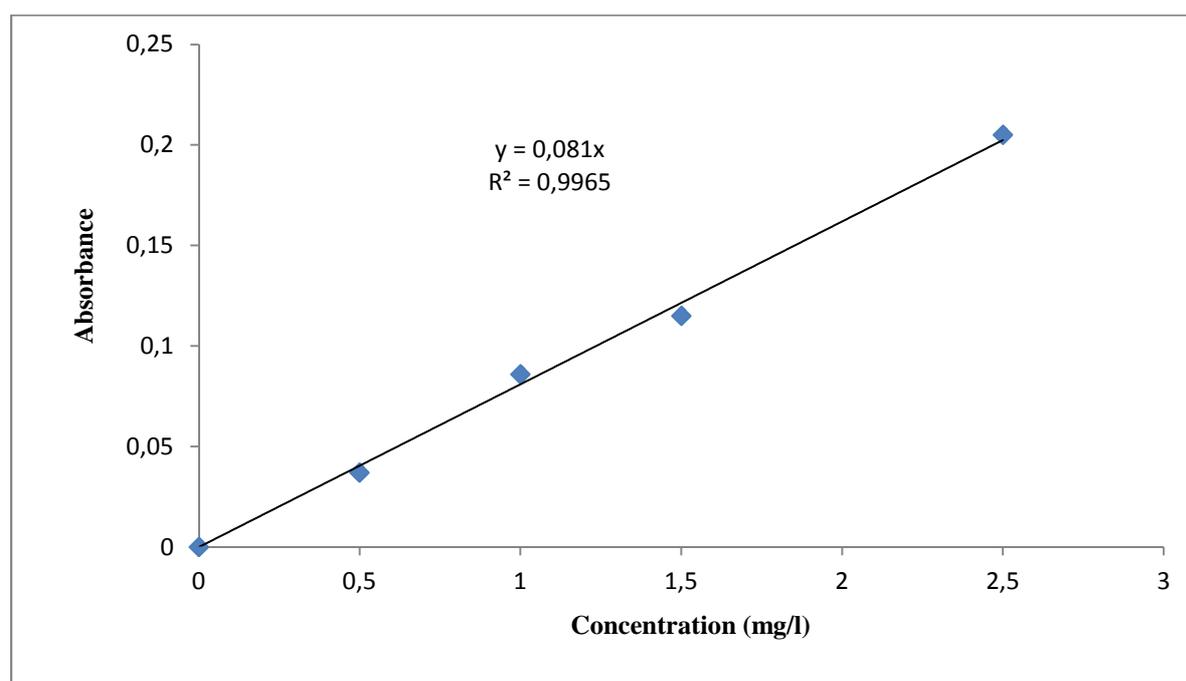


Figure N°9 : Courbe d'étalonnage des nitrates

3- Dosage des phosphates :

Etablissement de la courbe d'étalonnage ($\lambda = 960 \text{ nm}$)

Numéro des fioles	T	I	II	III
Solution standard de phosphate 0,005 g/l	0	1	2	3
Eau distillée (ml)	50	49	48	47
Solution de chlorure stanneux (gouttes)	10	10	10	10
Solution d'acide molybdate (ml)	4	4	4	4
Equivalence en mg/l de phosphate	0	0,1	0,2	0,3
Abs	0	0,06	0,11	0,161

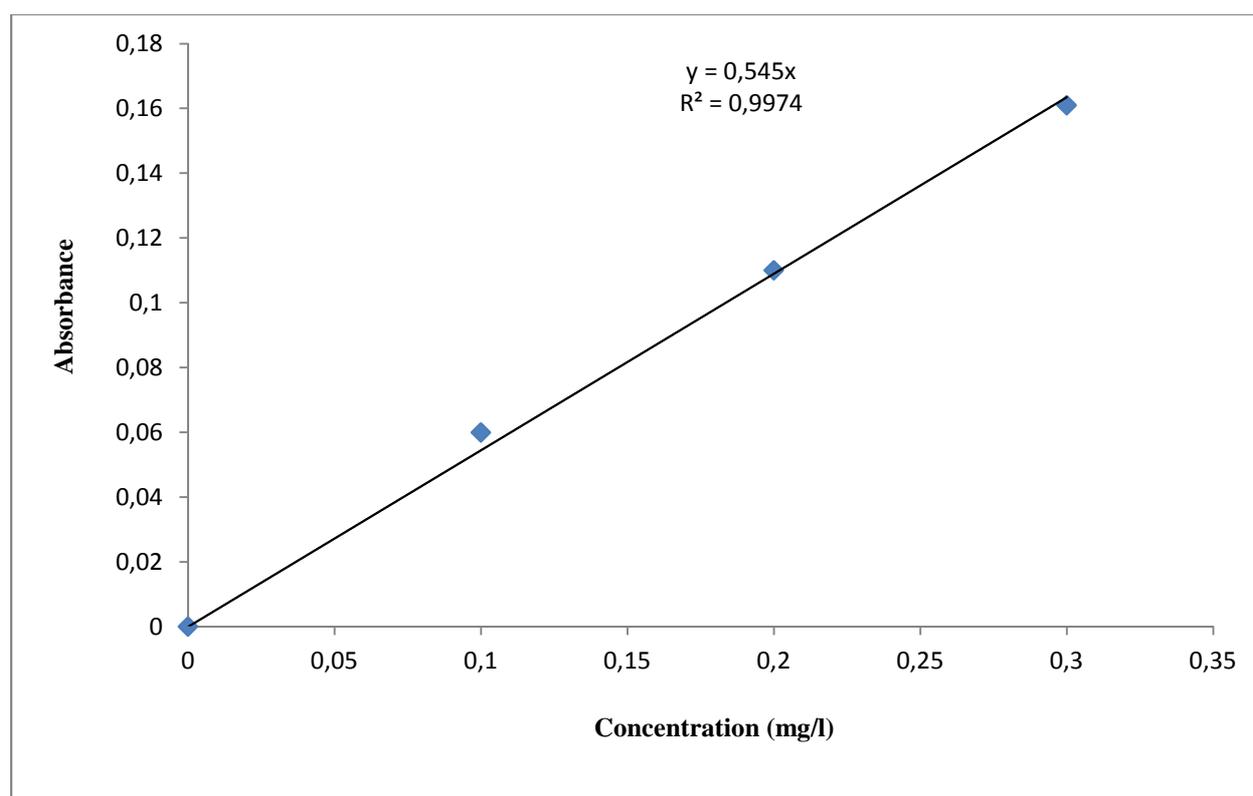


Figure N°10 : Courbe d'étalonnage des phosphates

4-Courbe d'étalonnage du sodium :

Concentrations mg/l	0	1	20	40	60	80	100
Absorbances	0	0,02	0,32	0,43	0,81	1,10	1,35

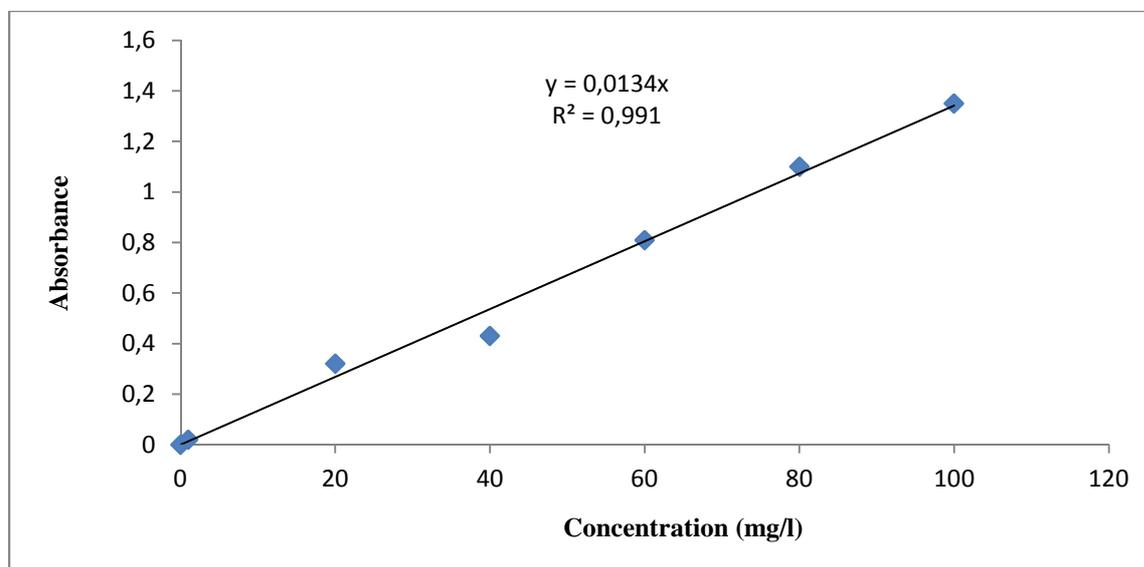


Figure N°11 : Courbe d'étalonnage du sodium

5-Courbe d'étalonnage du potassium

Concentrations (mg/l)	0	0,5	1	2	4	6	8	10
Absorbances	0	0,1	0,22	0,36	0,74	1,06	1,42	1,69

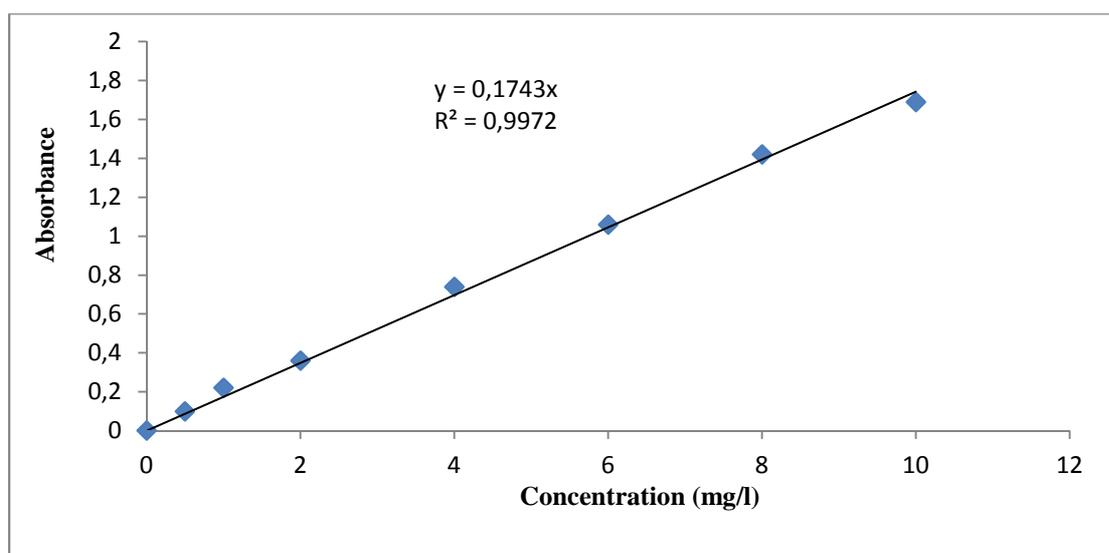


Figure N°12 : Courbe d'étalonnage du potassium

6-Courbe d'étalonnage de calcium :

Concentrations mg/l	0	20	40	60	80	100
Absorbances	0	0,17	0,31	0,45	0,61	0,71

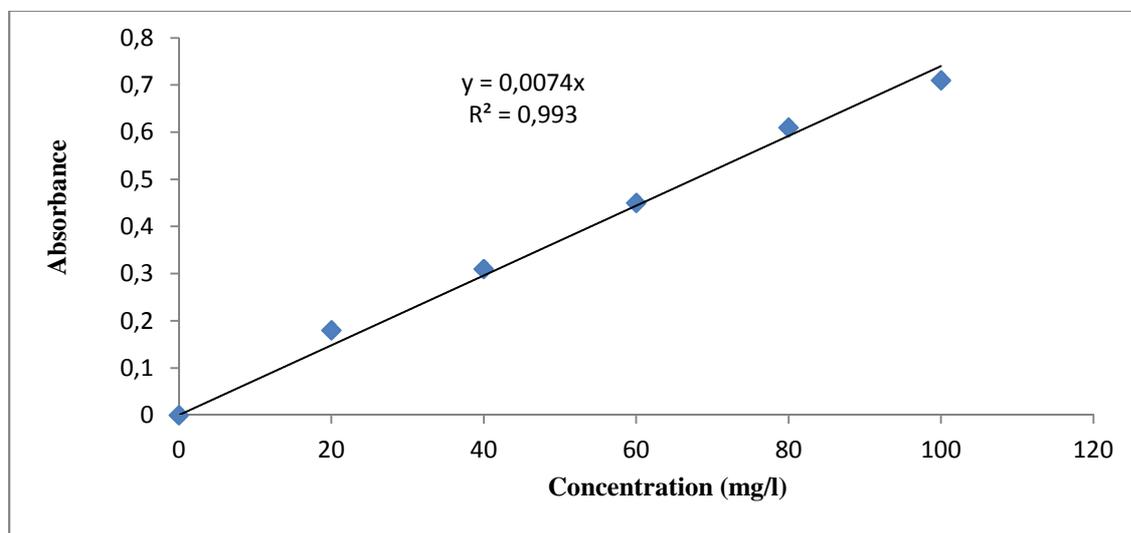


Figure N°13 : Courbe d'étalonnage du calcium

7-Courbe d'étalonnage du magnésium

Concentrations (mg/l)	0	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Absorbances	0	0,119	0,216	0,382	0,567	0,746	0,863

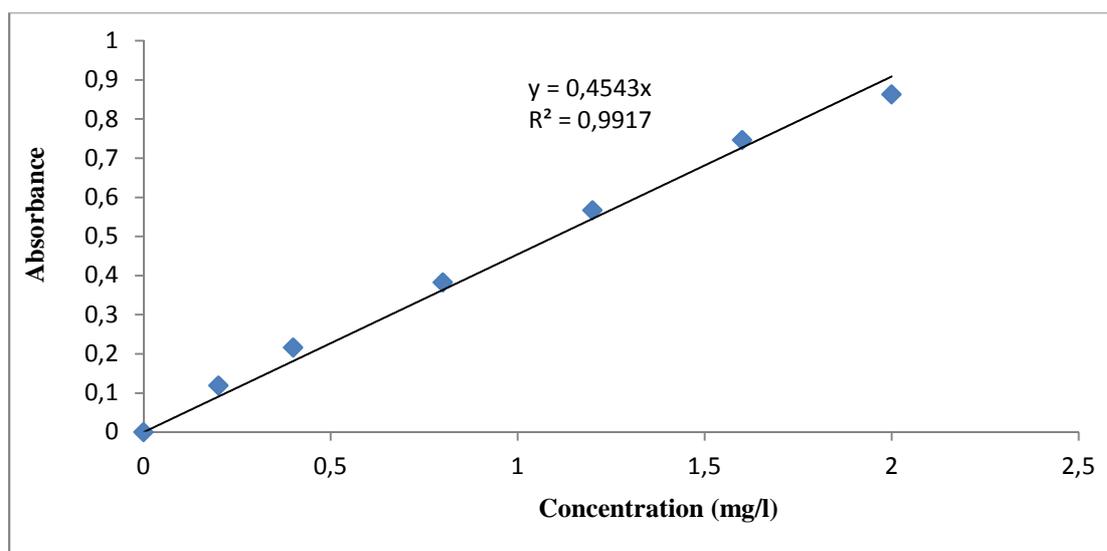


Figure N°14 : Courbe d'étalonnage du magnésium

8-Courbe d'étalonnage du fer

Concentrations (mg/l)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Absorbances	0	0,011	0,018	0,026	0,033	0,041

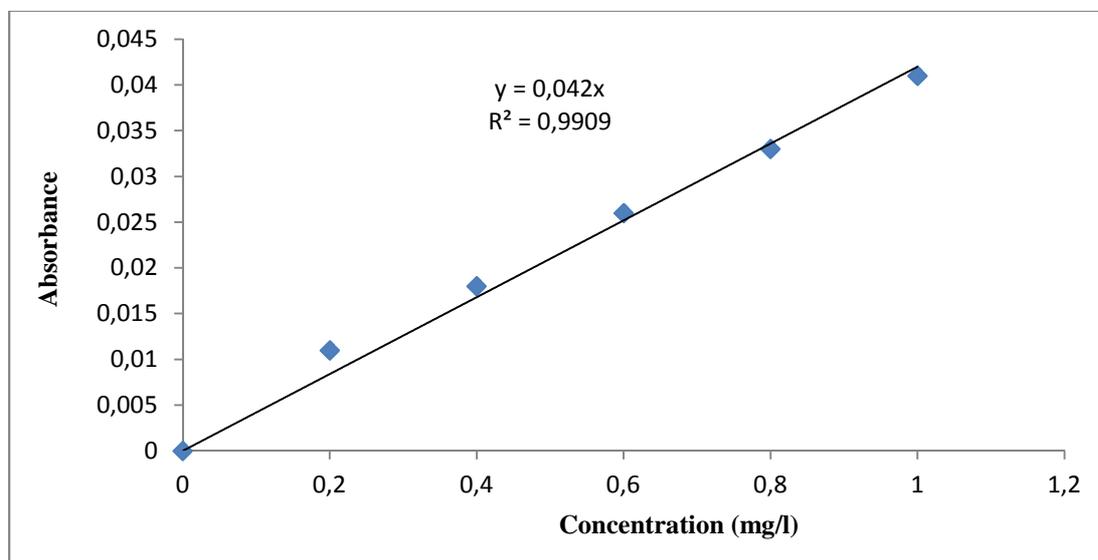


Figure N°15 : Courbe d'étalonnage du fer

9-Courbe d'étalonnage du cuivre:

Concentrations mg/l	0,2	0,6	1	1,6	2	2,6	4
Absorbances	0,019	0,045	0,074	0,116	0,144	0,184	0,267

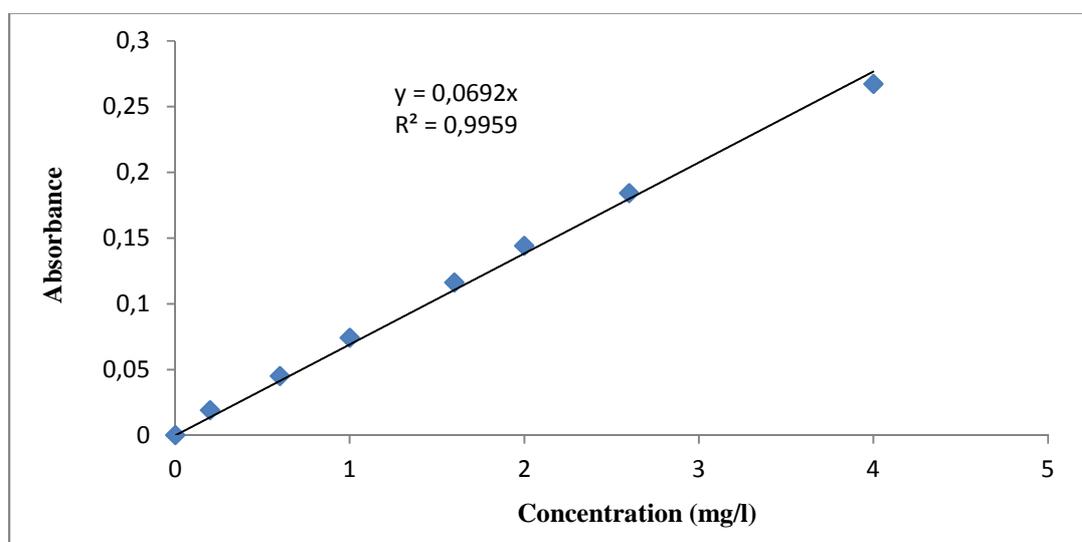


Figure N°16 : Courbe d'étalonnage du cuivre

10-Courbe d'étalonnage du zinc :

Concentrations (mg/l)	0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8
Absorbances	0	0,013	0,025	0,041	0,076	0,1	0,12

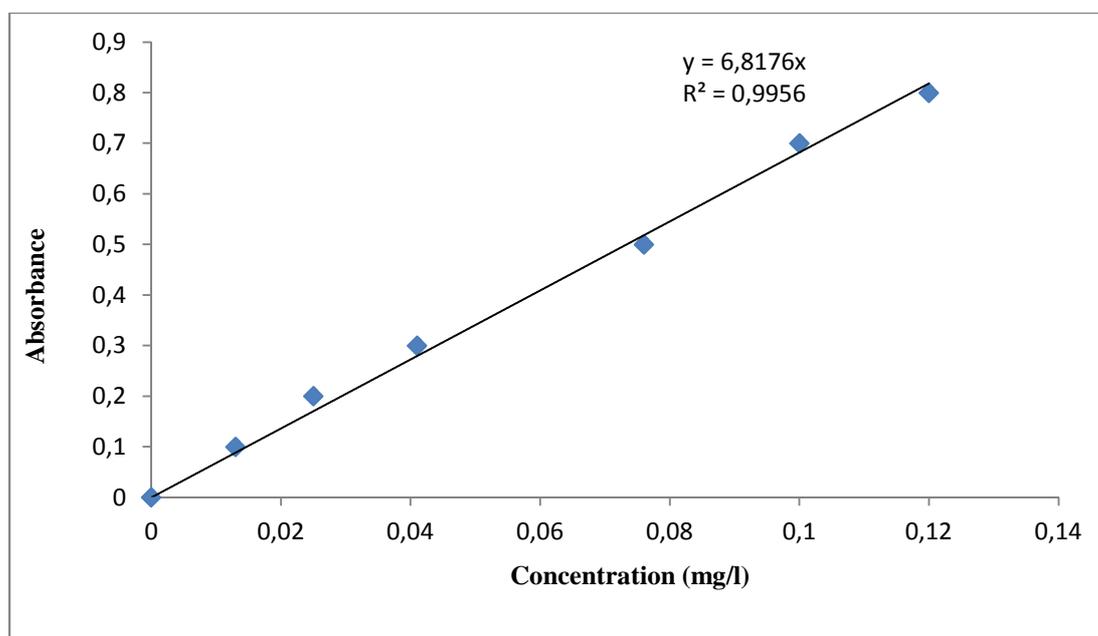


Figure N°17 : Courbe d'étalonnage du zinc

Annexe III

Les modes de conservation des échantillons (RODIER, 1996)

Paramètres	Agents de conservation	Contenant	Volume suggère (ml)	Délai de conservation	Température de conservation (°C)
Odeur, couleur et saveur	<i>N</i>	<i>V</i>	500	24h	4
pH	<i>N</i>	<i>P ou V</i>	50	24h	4
Dureté	<i>AN</i>	<i>P ou V</i>	100	1 mois	—
TA, TAC, TH	<i>N</i>	<i>P ou V</i>	200	24h	4
Chlorures	<i>N</i>	<i>P ou V</i>	100	15 j	4
Nitrates	<i>N</i>	<i>P ou V</i>	125	48h	4
Nitrites	<i>N</i>	<i>P ou V</i>	100	48h	4
Phosphates	<i>N</i>	<i>P ou V</i>	100	48h	4
Oxygène dissous	<i>N</i>	<i>Vb</i>	300	24h (obs)	4
Conductivité	<i>N</i>	<i>P ou V</i>	100	24h (obs)	4
Turbidités	—	<i>P ou V</i>	100	24h (obs)	4
Calcium	<i>AN</i>	<i>V</i>	800	Plusieurs mois	—
Magnésium	<i>AN</i>	<i>V</i>	800	Plusieurs mois	—
Potassium	<i>AN</i>	<i>V</i>	800	Plusieurs mois	—
Fer	—	<i>P</i>	20	—	—
Cuivre	<i>AN</i>	<i>P ou V</i>	100	6mois	—
MES	<i>N</i>	<i>P ou V</i>	1000	6h (obs)	4

P : Polyéthylène

V : Verre

Vb : Verre borosilicaté

Obs : Obscurité

AN : Acide nitrique

N : Aucun agent de conservation requis

Annexe IV

Caractéristique des stations de prélèvement

Stations	Localisation	X	Y	Z
S ₁	Barrage Chabet EL Akhra	0703407	4041672	449
S ₂	A l'amont de la source bleue	0703342	4046286	136
S ₃	La source bleue	0704302	4046304	151
S ₄	En aval de la source bleue	0704291	4046467	147
S ₅	A l'amont de l'oued Ait Smail	0703978	4047069	143
S ₆	Oued Ait Smail	0704004	4047075	138
S ₇	En aval de l'Oued Ait Smail	0704070	4047028	127
S ₈	A l'amont de la cascade Kefrida	0705515	4048898	104
S ₉	Cascade Kefrida	0705314	4049287	118
S ₁₀	En aval de la Cascade Kefrida	0706289	4048758	91
S ₁₁	A l'amont de l'Oued Ighzer Oufdis	0708024	4049179	79
S ₁₂	Oued Ighzer Oufdis	0708155	4049076	76
S ₁₃	En aval de l'Oued Ighzer Oufdis	0708206	4049145	76
S ₁₄	A l'amont du canal des rejets de la centrale Hydroélectrique	0709522	4049228	63
S ₁₅	Canal des rejets de la centrale Hydroélectrique	0709551	4049254	61
S ₁₆	En aval du canal des rejets de la centrale Hydroélectrique	0709610	4049305	59
S ₁₇	A l'amont de l'Oued Boulzazen	0709518	4055998	4
S ₁₈	Oued Boulzazen	0709588	4055917	11
S ₁₉	En aval de l'Oued Boulzazen	0709618	4056189	6
S ₂₀	Embouchure	0708888	4057551	2

Paramètres de classification des eaux de surface (Décret N° 2001-1220, 2001)

Classes	1A	1B	2	3	HC
Paramètres					
Conductivité $\mu\text{s/cm}$	<400	400 à 750	750 à 1500	1500 à 3000	□3000
Température (°C)	<20	20 à 22	22 à 25	25 à 30	□30
pH	<6,5	6,5 à 8,5	6 à 9	5,5 à 9,5	9,5
MES (mg/l)	<30	<30	<30	<30	150
OD (mg/l)	□7	5 à 7	3 à 5	<3	<3
DBO₅ (mg/l)	<3	3 à 5	5 à 10	10 à 25	25
DCO (mg/l)	<20	20 à 25	25 à 40	40 à 80	□80
Fe (mg/l)	<0,5	0,5 à 1	1 à 1,5	□1,5	□1,5
Cu (mg/l)	0,02	0,02	0,05 à 1	□1	□1
Pb (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Mn (mg/l)	<0,1	0,1 à 0,25	0,25 à 0,5	1	□1
F (mg/l)	<0,7	0,7 à 1,5	0,7 à 1,7	□1,7	□1,7
Zn (mg/l)	<0,5	0,5	1 à 5	□5	□5
Cd (mg/l)	<0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Hg (mg/l)	0,0005	<0,01	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Détergents (mg/l)	<0,2	<0,001	0,2 à 0,5	□0,5	□0,5
NO₂⁻ (mg/l)	-	0,1	0,3	1	□2
NO₃⁻ (mg/l)	25	50	50	50	□50
PO₄ (mg/l)	<0,4	-	-	-	□7
Chlorures (mg/l)	<150	200	200	200	□250
Sulfates (mg/l)	<150	200	250	250	□250

Alcalinoterreux : Un métal alcalinoterreux est un élément chimique de la deuxième colonne du tableau périodique des éléments : Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra.

Angiosperme : Plante à graines dont l'ovule, fécondé par l'intermédiaire d'un tube pollinique, se transforme en un fruit clos. (Les angiospermes portent généralement des fleurs typiques).

Aquifère : un aquifère est une couche de terrain ou une roche, suffisamment poreuse (qui peut stocker de l'eau) et perméable (où l'eau circule librement), pour contenir une nappe d'eau souterraine.

Biofouling : Le fouling (incrustations sur une matière solide immergée dans un milieu aquatique) constitué d'êtres vivants ou dû à des êtres vivants (Bactéries, protistes, végétaux et animaux) aquatiques.

Boue d'épuration : (urbaines ou industrielles) sont les principaux déchets produits par une station d'épuration à partir des effluents liquides. Ces sédiments résiduels sont surtout constitués de bactéries mortes et de matière organique minéralisée.

Corrosion : Désigne l'altération d'un matériau par réaction chimique avec un oxydant (le dioxygène et le cation H^+ en majorité). Il faut en exclure les effets purement mécaniques (cela ne concerne pas, par exemple, la rupture sous l'effet de chocs), mais la corrosion peut se combiner avec les effets mécaniques et donner de la corrosion sous contrainte et de la fatigue-corrosion ; de même, elle intervient dans certaines formes d'usure des surfaces dont les causes sont à la fois physico-chimiques et mécaniques.

Cour d'eau : Désigne tout chenal superficiel ou souterrain dans lequel s'écoule un flux d'eau continu ou temporaire. Généralement, ce terme s'applique aux chenaux naturels. On emploie plutôt le terme « canal » pour désigner un chenal artificiel, en principe avec de longues lignes droites.

Dégivrer : Enlever d'un corps, d'une surface, le givre qui se forme dans certaines conditions d'humidité et de température.

Eau de surface : par opposition aux eaux souterraines, l'eau de surface est l'eau qui se trouve à la surface ou proche de la surface du sol. Dans une zone donnée, il s'agit pour l'essentiel des cours d'eau, des lacs et des eaux de ruissèlement qui s'y trouvent. Sa température varie en fonction du climat et de ses saisons. Ses matières en suspension sont variables selon la pluviométrie et la nature de relief à son voisinage. Sa composition en sels minéraux est

variable en fonction du terrain, de la pluviométrie et des rejets ; elle retient peu les nitrates. Une eau de surface est ordinairement riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone.

Eaux saumâtres : qui contiennent un mélange d'eau douce et d'eau de mer.

Ecologie : C'est la science qui établit les relations des êtres vivants avec leur environnement.

Ecosystème : C'est l'unité fondamentale d'étude en écologie, formée par l'association d'une communauté d'espèces vivantes, appelée biocénose et d'un environnement physique appelé biotope en constante interaction. L'écosystème est aussi appelé milieu naturel.

Elle rejette une eau épurée dans le milieu naturel qui doit être conforme aux valeurs limites et les résidus de traitement sont récupérés sous forme de boues.

Embouchure : Partie terminale d'un fleuve, endroit où il se jette dans la mer.

Engrais : Sont des substances, le plus souvent des mélanges d'éléments minéraux, destinées à apporter aux plantes des compléments d'éléments nutritifs, de façon à améliorer leur croissance, et à augmenter le rendement et la qualité des cultures. L'action consistant à apporter un engrais s'appelle la fertilisation. Les engrais font partie, avec les amendements, des produits fertilisants. La fertilisation se pratique en agriculture et lors des activités de jardinage. Les engrais furent utilisés dès l'antiquité, où l'on ajoutait au sol, de façon empirique, les phosphates des os, calcinés ou non, l'azote des fumures animales et humaines, le potassium des cendres.

Entartrage : Le terme désigne l'action des sels minéraux de l'eau qui sous l'effet de la température, des concentrations,... se déposent sous la forme de dépôts plus ou moins durs et adhérents aux parois.

Environnement : est défini comme l'ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses besoins, ou encore comme « l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques et sociologique) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines »

Epanchement : Présence de liquide ou de gaz dans une cavité naturelle (période, plèvre, péricarde, articulation, bourse) qui, normalement, n'en contient pas.

Eruption volcanique : émission de matériaux volcaniques, à la surface de la terre (projections, laves, gaz).

Étage bioclimatique : Terme de biogéographie désignant chacun des territoires, à végétation déterminée, qui se succèdent au fur et à mesure que l'altitude augmente, et que les températures s'abaissent. Les limites de chaque étage sont marquées par des modifications importantes des communautés biologiques.

Étang : Un étang est une étendue d'eau stagnante, peu profonde, de surface relativement petite (jusqu'à quelque dizaines d'hectares), résultant de l'imperméabilité du sol.

Eutrophisation : Enrichissement d'une eau aux sels minéraux (nitrates et sulfates, notamment), entraînant des déséquilibres écologiques tels que la prolifération de la végétation aquatique ou l'appauvrissement du milieu en oxygène (certains rivières, lacs, étangs...).

Filon géologique : un remplissage d'une fracture recoupant des roches de nature variée (roches encaissantes). Le matériel de ce remplissage peut être déposé par des circulations de fluides hydrothermaux (filons hydrothermaux) ou être de nature magmatique ou sédimentaire.

Hydraulique : L'hydraulique désigne la branche de la physique qui étudie les liquides.

Hydrologie : L'hydrologie est la science de la terre qui s'intéresse au cycle de l'eau.

Irrigation : Apport d'eau sur un terrain cultivé ou une prairie en vue de compenser l'insuffisance des précipitations et de permettre le plein développement des plantes.

Jurassique : Le jurassique est une période géologique, souvent connu sous le nom d'âge des dinosaures.

Karstique : Relief particulier aux régions calcaires et résultant de l'action, en grande partie souterraine, d'eaux qui dissolvent le carbonate de calcium.

Lessivage : Dans un sol, migration d'argile ou le limon vers un horizon inférieur sous l'action des eaux météoriques.

Métallurgie : C'est la science des matériaux qui étudie les métaux, leurs élaborations, leurs propriétés, leurs traitements. Par extension, on désigne ainsi l'industrie de la fabrication des métaux et des alliages, qui repose sur la maîtrise de cette science.

Minéralisation : C'est une décomposition de la partie organique d'une matière qui contient également une partie minérale. Par exemple : le compostage et la combustion.

Nappe phréatique : Se dit d'une nappe aquifère, imprégnant des roches, formée par l'infiltration des eaux de pluie et alimentant des puits ou des sources.

Norme : Désigne un état habituellement répandu ou moyen considéré le plus souvent comme une règle à suivre.

Olfactif : Fonction qui permet à l'odorat de s'exercer.

Pesticides : Ou produit phytosanitaire : Est une substance émise dans une culture pour lutter contre les organismes nuisibles. C'est un terme générique qui rassemble les insecticides, les fongicides, les herbicides, les parasitocides. Ils s'attaquent respectivement aux insectes ravageurs, aux champignons, aux « mauvaises herbes » et aux vers parasites. Le terme pesticide englobe donc les substances « phytosanitaires » ou « phytopharmaceutique ».

Pluviométrie : La pluviométrie est la mesure de la pluie. L'outil utilisé est le pluviomètre/pluviographe.

Pollution : La pollution désigne la dégradation d'un biotope par l'introduction, généralement humaine, des substances chimiques ou organiques.

Résineux : Ou les conifères forment le groupe principal des Gymnospermes, qui comprennent aussi des groupes plus primitifs auxquels appartient les Cycas ou les Ginkos.

Riverain : Qui est situé ou habite le long d'une rivière.

Station d'épuration : Une station de traitement des eaux usées des usagers (particuliers et industriels) raccordés au réseau d'assainissement et des eaux pluviales (dans le cas des réseaux non-séparatifs).

Substance toxique : Est un agent biologique, chimique ou physique ou un mélange de ceux-ci dont la présence ou l'utilisation dans le lieu du travail est susceptible de mettre en danger la santé ou la sécurité d'un travailleur.

Texture : La texture d'un sol correspond à la répartition dans ce sol des minéraux par catégorie de grosseur (en fait, diamètre des particules supposées sphériques) indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux. La texture du sol ne tient pas compte du calcaire et de la matière organique.