

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955 – سكيكدة

Université de 20 Aout 1955- Skikda



Faculté des sciences

Département des sciences de la nature et de la vie

Mémoire présenté en vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et Environnement

Option : Protection des écosystèmes

Intitulé

**Etude de la qualité physico-chimique des eaux du barrage Zardezas de la wilaya
de Skikda**

Présenté par : Boudchicha Maroua

Bouguennour Chaima

Bouguergour Rania

Bouhadja Hana

Membre de Jury :

Pr. Slimani Souheila	Professeur	Président	Université de Skikda 20 Aout 1955
Dr. Bouhayene Saleh	MCA	Examineur	Université de Skikda 20 Aout 1955
Dr. Gueddah Doria	MCB	Promoteur	Université de Skikda 20 Aout 1955

Année universitaire 2021/2022

Remerciements :

Nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce travail.

Nous tenons à remercier vivement Madame D. Gueddah d'avoir acceptée notre encadrement et de diriger ce travail aussi pour ses précieux conseils et son encouragement durant le déroulement de ce travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à tous les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce modeste travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à Mr Laadaci Yazid également à Mr Bouhadja Youcef pour leur aide, patience et gentillesse.

Enfin, nous désirons remercier nos familles, nos amis et camarades qui nous ont apportés leur soutien pendant toutes la durée de travail.

Merci du fond du cœur.....

Dédicace :

Je ne peux m'empêcher de remercier le maître des cieux et de la terre, le tout puissant ALLAH de m'avoir permis la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents à qui je dois tous, je les remercie à leurs encouragements, aides et leurs sacrifices qu'ils ont fait pour moi.

A

Mes chères sœurs Hind et Haïfa pour le soutien que vous m'avez apportées chacune à sa manière.

A

Mes grands-parents, mes tantes surtout Sina et Mami, mes oncles et à toute la famille.

Une spéciale dédicace à mes précieux Bangtani ma source de force, de réconfort et de bonheur sans oublier bien sur les adorables ARMYs partout dans le monde Borahae.

A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit de près ou de loin....

Hana.

Dédicace :

Je ne peux m'empêcher de remercier le maître des cieux et de la terre, le tout puissant ALLAH de m'avoir permis la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Je dédie ce modeste travail à mon cher père Lakhdar et ma chère mère Malika à qui je dois tous, je les remercie à leurs encouragements, aides et leurs sacrifices qu'ils ont fait pour moi.

A mon cher frère Ayoub et ma chère sœur Douaa pour le soutien que vous m'avez apportés chacun à sa manière.

A mes grands-parents, mes tantes surtout ma tante Hadda, mes oncles et à toute la famille.

A mes amis surtout ma copine Lehmici Meriem.

A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit de près ou de loin....

Rania.

Dédicace :

Je ne peux m'empêcher de remercier le maître des cieux et de la terre, le tout puissant ALLAH de m'avoir permis la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Je dédie ce modeste travail à mon cher père Hamid et ma chère mère Saliha à qui je dois tous, je les remercie à leurs encouragements, aides et leurs sacrifices qu'ils ont fait pour moi.

A

Ma très chère sœur Hadjar et mes frères Ali, Zakaria et Abd El Rahmen pour le soutien que vous m'avez apportés chacun à sa manière.

A

Mes grands-parents, mes tantes et oncles, à toute la famille et mes amies.

Une spéciale dédicace à mon mari Hamdi et ma petite fille Baraa que dieu me les protège.

A

Toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit de près ou de loin....

Maroua.

Dédicace :

Je ne peux m'empêcher de remercier le maître des cieux et de la terre, le tout puissant ALLAH de m'avoir permis la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes chères à mon cœur.

à

Mon père NourEddinne et ma mère Assia à qui je dois tous, je les remercie à leurs encouragements, aides et leurs sacrifices qu'ils ont fait pour moi.

à

Mes chères sœurs Abir et Douaa et mon frère Abd El Raouf Rahmen pour leur soutien que vous m'avez apportés chacun à sa manière.

à mes grands-parents, mes tantes, mes oncles et à toute la famille.

à

Mon cher mari Hamza la personne qui m'a encouragé et soutenue dans les derniers instants.

Une spéciale dédicace à tous mes chers amis.

à tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

Chaima.

Résumé :

Cette étude concerne la qualité physico-chimique des eaux de barrage Zardezas situé sur Oued Saf-Saf à 350 km à l'Est d'Alger à 30 km au sud de la ville côtière de Skikda.

L'eau de surface souffre de la pollution et pour connaître sa qualité, des analyses physico-chimiques ont été effectués dans le laboratoire de traitement des eaux de la Raffinerie au niveau de la zone industrielle de Skikda Sonatrach pour les eaux du barrage de Zardezas.

Les résultats obtenus montrent que les valeurs de la Température, pH, Conductivité Electrique, MES, DCO, TAC, Cl⁻ demeurent dans le respect des normes algériennes. Contrairement aux autres paramètres (TA, TH, Ca²⁺, Mg²⁺) qui ont légèrement dépassé les normes. Les valeurs moyennes de la turbidité (17.69 NTU, 60.83 NTU et 47.1 NTU) ont largement dépassé la norme réglementaire (5NTU).

Globalement, les résultats répondent aux normes algériennes, donc la qualité des eaux de ce barrage est acceptable mais ces eaux ne sont utilisables que pour l'irrigation et l'industrie.

Mots clés : Barrage Zardezas, Eaux de surface, Qualité de l'eau, Physico-chimie.

Abstract :

This study concerns the physico-chemical quality of water from the Zardezas dam located on Oued Saf-Saf 350 km east of Algiers, 30 km south of the coastal town of Skikda.

Surface water suffers from pollution and to know its quality, physico-chemical analyzes were carried out in the water treatment laboratory of the Refinery at the level of the industrial zone of Skikda Sonatrach for the waters of the Zardezas dam.

The results obtained show that the values of Temperature, pH, Electrical Conductivity, TSS, COD, TAC, Cl⁻ remain in compliance with Algerian standards. Unlike the other parameters (TA, TH, Ca²⁺, Mg²⁺) which slightly exceeded the standards. The average turbidity values (17.69 NTU, 60.83 NTU and 47.1 NTU) greatly exceeded the regulatory standard (5NTU).

Overall, the results meet Algerian standards, so the quality of the water from this dam is acceptable, but this water can only be used for irrigation and industry.

Keywords: Zardezas dam, surface waters, Water quality, Physico-chemistry.

ملخص:

تتعلق هذه الدراسة بالجودة الفيزيوكيميائية للمياه من سد زردازة الواقع على واد الصفصاف على بعد 350 كم شرق الجزائر العاصمة ، على بعد 30 كم جنوب مدينة سكيكدة الساحلية.

تعاني المياه السطحية من التلوث ولمعرفة جودتها أجريت تحاليل فيزيائية كيميائية في معمل معالجة المياه في المصفاة على مستوى المنطقة الصناعية سكيكدة سوناطراك لمياه سد زردازة.

أظهرت النتائج المتحصل عليها أن قيم درجة الحرارة ، درجة الحموضة ، الموصلية الكهربائية ،المواد الصلبة المعلقة ، و طلب الكيميائي للأكسجين ، و TAC ، والكلور تظل مطابقة للمواصفات الجزائرية. على عكس المعلمات الأخرى (TA ، TH ،الصوديوم والمغنيسيوم) التي تجاوزت المعايير بشكل طفيف. تجاوز متوسط قيم التعكر (17.69 NTU و 60.83 NTU و 47.1 NTU) المعيار التنظيمي (5 NTU) إلى حد كبير.

بشكل عام، النتائج تلبي المعايير الجزائرية، لذا فإن جودة المياه من هذا السد مقبولة، لكن هذه المياه لا يمكن استخدامها إلا للري والصناعة.

الكلمات المفتاحية: سد زردازة، المياه السطحية، جودة المياه، الفيزيوكيمياء.

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Les précipitations selon les stations pluviométriques.	5
Tableau 2 : Principales caractéristiques du barrage Zardezas.	6
Tableau 3 : Tableau récapitulatif de la conservation des prélèvements.	18
Tableau 4 : Résultats des paramètres physico-chimiques de l'eau de barrage dans deux abords gauche (G) et droit (D) et les profondeurs (P) du premier prélèvement.	25
Tableau 5: Résultats des paramètres physico-chimiques de l'eau de barrage dans deux abords gauche (G) et droit (D) et les profondeurs (P) du deuxième prélèvement.	27
Tableau 6: Résultats des paramètres physico-chimiques de l'eau de barrage dans deux abords gauche (G) et droit (D) et les profondeurs (P) du troisième prélèvement.	29
Tableau 7: Tableau récapitulatif des trois moyennes du pH avec la norme réglementaire.....	31
Tableau 8: Tableau comparatif de l'évaluation du pH et la DCO durant les deux mois de Mars et Avril de l'année 2021 et l'année 2022.	39
Tableau 9: Tableau comparatif des résultats du barrage Taksebat et barrage Zardezas.	40
Tableau 10: Tableau comparatif des résultats d'analyses des barrages Timgad et Zardezas.....	40

Liste des figures :

Figure 1 : Photographie personnelle du barrage Zardezas-Skikda.	3
Figure 2 : Images satellitaire du barrage de Zardezas-Skikda.	4
Figure 3 : Images satellitaire du barrage Zardezas-Skikda.	4
Figure 4 : Photographie du barrage Zardezas 1830-1962.	5
Figure 5 : Photographie personnelle d'un échantillonnage manuel.	17
Figure 6 : Photographie personnelle de bouteilles d'échantillonnage en verre.	17
Figure 7 : Photographie personnelle d'échantillonnage par bateau.....	17
Figure 8: Variation spatiotemporelle de la température moyenne des eaux du barrage de Zardezas.	31
Figure 9 : Variation spatiotemporelles des moyennes de CE des eaux du barrage de Zardezas.	32
Figure 10: Variation spatiotemporelle de la turbidité moyenne des eaux du barrage de Zardezas.	32
Figure 11: Variation spatiotemporelle des MES moyennes des eaux du barrage de Zardezas.....	33
Figure 12 : Variation spatiotemporelle des moyennes de la DCO des eaux du barrage de Zardezas.	34
Figure 13: Variation spatiotemporelle des moyennes de TA des eaux du barrage de Zardezas.....	34
Figure 14: Variation spatiotemporelle des moyennes TAC des eaux du barrage de Zardezas.....	35
Figure 15: Variation spatiotemporelle des moyennes de TH des eaux du barrage de Zardezas.....	36

Figure 16: Variation spatiotemporelle des moyennes du Ca^{2+} des eaux du barrage de Zardezas.	36
Figure 17: Variation spatiotemporelle des moyennes de Mg^{2+} des eaux du barrage de Zardezas.	37
Figure 18: Variation spatiotemporelle des moyennes de Cl^- des eaux du barrage de Zardezas.....	38
Figure 19: Variation spatiotemporelle des moyennes de la Silice dans les eaux du barrage de Zardezas.	38

Liste des abréviations :

AEP	Approvisionnement en eau potable
AEI	Approvisionnement en eau pour l'industrie
AEA	Approvisionnement en eau pour l'irrigation
E	Echantillon
N	Norme
NA	Norme Algérienne
obsc	Obscurité
P	Polyéthylène
UTN	Unité de Turbidité Nephalométrique
V	Verre
Vb	Verre borosilicate

Tables des matières :

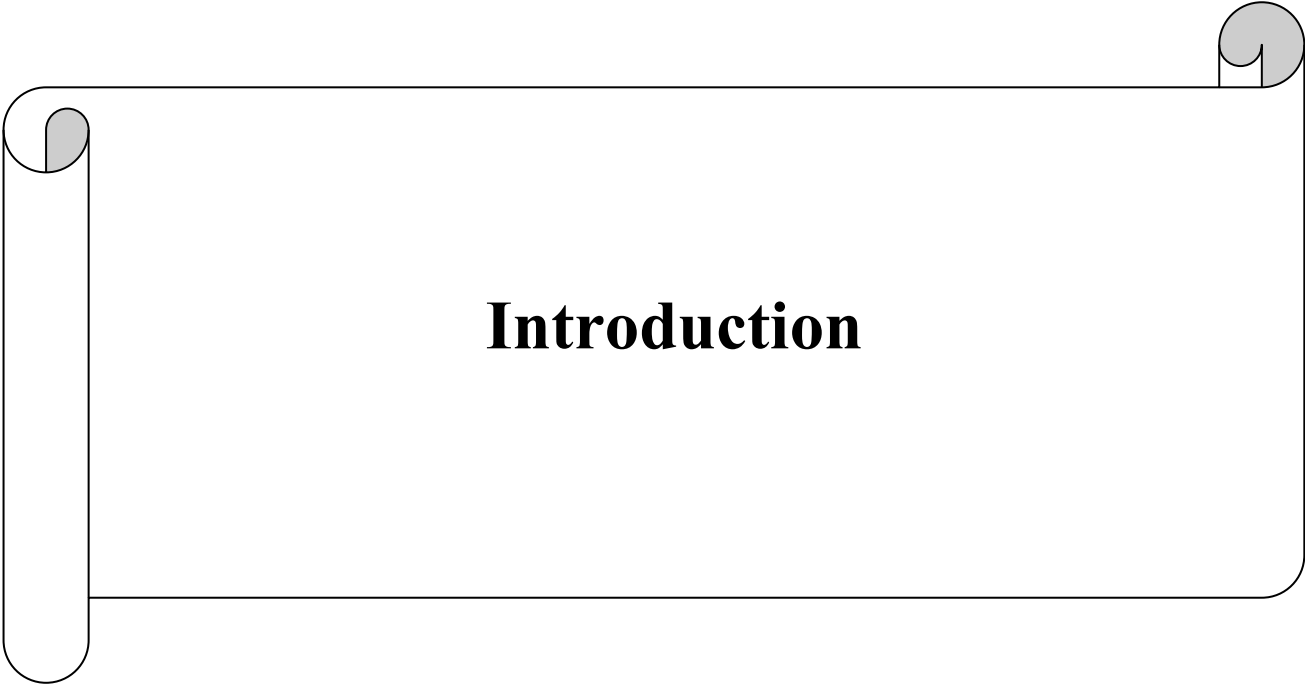
Remerciements	
Dédicace	
Résumés	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1
Chapitre I : Recherche bibliographique	
1. Recherche bibliographique.....	3
1.1. Situation géographique	3
1.2. Historique du barrage Zardezas.....	4
1.3. Climatologie	5
1.4. Caractéristiques du barrage Zardezas	
1.4.1. Bassin déversoir.....	6
1.4.2. Bassin d'amortissement.....	7
1.4.3. Bassin versant	7
1.4.4. Mode d'exploitation du barrage	7
1.5. Faune et flore.....	7
1.5.1. Les formations végétales	8
1.5.2. La faune	8
2. Analyse de l'eau	8
2.1. L'analyse physico-chimique	8
2.1.1. Qualité organoleptique	9
2.1.2. Qualité physique	10
2.1.3. Qualité chimique	11
Chapitre II : Matériels et Méthodes	
1. Méthodes et technique d'échantillonnage	
1.1 Échantillonnage de l'eau	16

1.1.1. Matériel de prélèvement	17
1.1.2. Transport et conservation	18
2. Partie analytique des échantillons d'eau	
2.1. Mode opératoire	
2.1.1. Mode opératoire pour la détermination du pH	18
2.1.2. Mode opératoire pour la détermination de conductivité électrique.....	19
2.1.3. Mode opératoire pour la détermination de turbidité.....	20
2.1.4. Mode opératoire pour la détermination de matières en suspension (MES).....	21
2.1.5. Mode opératoire pour la détermination de la DCO.....	21
2.1.6. Mode opératoire pour la détermination du Titre alcalimétrique simple (TA).....	22
2.1.7. Mode opératoire pour la détermination du Titre alcalimétrique complet (TAC).....	22
2.1.8. Mode opératoire pour la détermination de la dureté totale (TH).....	23
2.1.9. Mode opératoire pour la détermination de la dureté calcique.....	23
2.1.10. Mode opératoire pour la détermination de la dureté magnésienne....	24
2.1.11. Mode opératoire pour la détermination des chlorures (Cl-) hautes teneurs	24
2.1.12. Mode opératoire pour la détermination de la silice SiO ₂	24

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Résultats et interprétation	
1.1 Variation spatiale	
1.1.1. Prélèvement du 28/03/2022	25
1.1.2. Prélèvement du 02/04/2022.....	27
1.1.3. Prélèvement du 04/04/2022.....	29
1.2. Variation spatio-temporelle	
1.2.1. Température	30
1.2.2. Potentiel hydrique	31
1.2.3. La conductivité	32
1.2.4. La turbidité	32

1.2.5.	Les matières en suspension	33
1.2.6.	La demande chimique en oxygène DCO	33
1.2.7.	Titre alcalimétrique TA	34
1.2.8.	Titre alcalimétrique complet TAC	35
1.2.9.	Dureté totale	35
1.2.10.	Calcium Ca^{2+}	36
1.2.11.	Magnésium Mg^{2+}	37
1.2.12.	Chlorures Cl^-	37
1.2.13.	Silice	38
2.	Discussion	39
	Conclusion	42
	Perspectives	42
	Références bibliographiques	



Introduction

Introduction

L'eau, ce bien précieux fondamental de la vie pour toute civilisation et nation à travers tous les temps ; la protéger c'est défendre la vie.

Le manque d'eau n'est pas toujours principalement causé par l'épuisement des nappes ou l'irrégularité du régime d'écoulement des sources de surfaces, mais à la manière dont sont conçu et gérés nos réseaux d'alimentation en eau.

Les eaux destinées à la consommation humaine sont de différentes natures. Elles peuvent être souterraines (puits, forage) ou superficielles (barrages, lacs). Les eaux de surface se répartissent en eaux courantes ou stockées (stagnantes). Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organiques, ainsi qu'en plancton. Elles sont également très sensibles à la pollution minérale et organique (Berrahal Y, 2019).

En Algérie, les eaux de surface sont de plus en plus utilisées ces dernières années pour les besoins de l'agriculture, de l'alimentation des populations et de l'industrie. Des investissements considérables ont été consacrés à la construction des barrages, notamment dans l'est du pays (Mekhloufi.A ; Ouanoughi. R, 2017).

Cependant, ces eaux de surface sont vulnérables face aux diverses pollutions et sont souvent de qualité médiocre. Elles peuvent contenir des quantités non négligeables en matières organiques naturelles telles que les substances humiques mais aussi des composés organiques issus de divers rejets polluants ou des pratiques agricoles intensives (Mekhloufi.A ; Ouanoughi. R, 2017).

Les barrages peuvent être utilisés pour réguler le niveau des rivières. La mise en œuvre d'un système de gestion de l'eau qui contrôle le stockage et l'écoulement des principaux barrages d'un bassin fluvial permet de limiter efficacement les crues, en stockant temporairement l'eau, et en la relâchant plus tard. Ceci permet de protéger les activités humaines en aval contre les inondations. D'ailleurs, le contrôle des crues est également un des objectifs de la plupart des barrages existant ou en cours de construction (Site Web 3).

La Willaya de Skikda regroupe 04 barrages : barrage Beni Zid qui est situé sur l'oued Béni Zid et est doté d'une capacité de 40.103 m³ pour l'AEP de la commune de Collo ainsi que pour irriguer 1 500 ha de sa plaine. Barrage Guenitra situé à 50 km au sud-ouest de la ville de Skikda, proche de la localité d'Oum Toub et destiné à l'alimentation en eau potable et en eau industrielle de la ville de Skikda aussi l'irrigation des périmètres agricoles dans la

Introduction

vallée de Saf-saf et dans la plaine de Medjez Edchich. Barrage Zit Emba situé sur le territoire de la commune de Bekkouche Lakhdar, dans la daïra de Ben Azzouz, sa capacité totale est de 120.106 m³ (Site Web 4). Et enfin le barrage Zardezas, considéré comme le plus ancien barrage dans la willaya de Skikda permettant de stocker les eaux de l'Oued Saf Saf et destiné à l'alimentation en eau potable (AEP) et industrielle de la région de Skikda et l'irrigation des terres situées à l'aval du barrage (Site Web 13).

Les travaux de désenvasement du barrage de Zardezas (extrême sud de la wilaya de Skikda) sont à l'arrêt depuis plus d'une année en raison de « l'insuffisance des moyens financiers et de nombreux problèmes techniques », rencontrés par l'entreprise chargée de l'opération. La première phase des travaux, entamée en 2007, avait permis de dégager 10 millions de mètres cubes d'alluvions, avant l'arrêt des travaux qui devaient donner lieu, au titre d'une seconde phase, à l'enlèvement de 7 millions de m³. Celle-ci s'est limitée au dégagement de 300.000 m³. L'envasement de cet ouvrage hydraulique a réduit ses capacités de stockage qui étaient de 18.6 millions de m³, lors de son inauguration en 1926 (Site Web 2).

Le travail que nous allons présenter concerne l'étude de la qualité physico-chimique de l'eau du barrage Zardezas Skikda. Cette étude a pour but de faire un suivi et un contrôle de la qualité physico-chimique des eaux du barrage à travers une évaluation spatiotemporelle.

Les différentes parties de ce mémoire sont présentées comme suit :

Une première partie a été consacrée à la présentation de la zone d'étude ainsi que l'analyse de l'eau en montrant ses caractéristiques organoleptiques et physicochimiques.

Une deuxième partie réservée à la présentation des matériels et des méthodes mises en œuvre dans ce travail.

Une troisième partie détaille l'interprétation et la discussion des résultats obtenus suivie par une conclusion générale.



Chapitre I :
Recherche bibliographique

Chapitre I: Recherche bibliographique

1. Recherche bibliographique :

Le barrage « ERRAFAHIA » (Ex. ZARDAZAS), construit de 1929 à 1945, est le seul barrage en exploitation de la Willaya de Skikda (Fig.1). Se trouvant à une trentaine de kilomètres de Skikda, il alimente en eau la ville, sa zone industrielle et cinq centres situés sur la basse vallée de l'Oued Saf-Saf. Il permet également une irrigation d'appoint de 1800 ha environ au moyen de lâchés effectuées dans le lit de l'Oued. Dans le cadre du plan quadriennal de 1971 à 1974, il a été surélevé de 13m environ. Ce qui devait porter sa capacité à 32 hm³.

A l'heure actuelle le barrage ne remplit pas convenablement son rôle de régulateur pour l'amortissement des grosses crues et la couverture des besoins en eau à cause de sa mise en eau définitive qui n'est pas prononcée (utilisé 80% de ses possibilités) (Nekakaa. S, 1989).



Figure 1 : Photographie personnelle du barrage Zardezas-Skikda.

1.1.Situation géographique :

Le barrage de Zardezas est situé sur l'Oued Saf-Saf à 350 km à l'Est d'Alger et à 30 km au sud de la ville côtière de Skikda (Fig.2).



Figure 2 : Images satellitaire du barrage de Zardezas-Skikda (Google Maps).

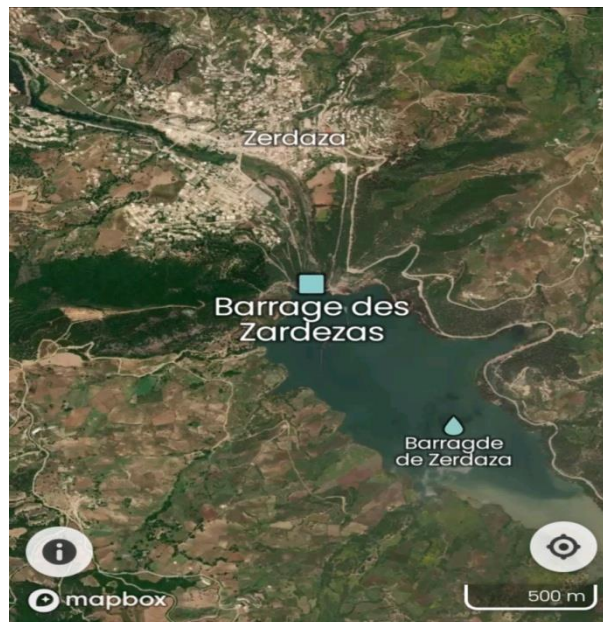


Figure 3 : Images satellitaire du barrage Zardezas-Skikda (Google Earth).

1.2. Historique du barrage Zardezas:

Dès 1865, une étude avait été faite pour la réalisation d'un ouvrage dans la gorge des Zardazas (Koudiat Bou-hadj). Durant les années qui suivirent, le projet fut périodiquement relancé. Les hésitations provenaient essentiellement de l'incertitude sur la qualité des roches d'assises. La réception provisoire des travaux a été prononcée en 1938. L'ancrage en rive gauche fut repoussé vers l'aval pour s'appuyer un massif calcaire. Le raccordement avec l'ouvrage déjà construit fut valoir par un barrage poids courbe. Suite à un glissement on renonça à la hauteur et à la forme prévue (donc réduction de la capacité de 22 hm³ à 15 hm³) (Nekakaa. S, 1989).



Figure 4 : Photographie du barrage Zardezas 1830-1962 (Photo H.Groud, 2015).

Le barrage est du type poids implanté en courbe. Entre les deux ancrages, il est divisé en 5 secteurs. La partie centrale faisant déversoir et la vidange du barrage peut-être exécutée par une conduite de 2,40m de diamètre et 145m de longueur par une vanne de garde à glissière à l'amont et d'une vanne papillon à l'aval et capable d'un débit de 50m³/sec (Nekakaa. S, 1989).

1.3.Climatologie :

La température moyenne du bassin est de 15,4°C avec des extrêmes de 0°C et 44°C. Les précipitations sont importantes avec une diminution au fil des années ; il pleut 100 jours par an en moyenne (Nekakaa. S, 1989).

Les précipitations sur les 4 stations pluviométriques implantées dans le bassin versant sont représentées par le tableau 1 suivant :

Tableau 1 : Les précipitations selon les stations pluviométriques (Nekakaa. S, 1989).

Station	Pluie en M/M
GUENDOULA	976
ZIGHOUD-YOUCHEF	725
ZARDAZAS	725
EL-ARROUCHE	642

Chapitre I: Recherche bibliographique

1.4. Caractéristiques du barrage Zardezas :

Les caractéristiques du barrage Zardezas de sont regroupés dans le tableau 2 suivant :

Tableau 2 : Principales caractéristiques du barrage Zardezas (Nekakaa. S, 1989).

DESIGNATION	AVANT LA SURELEVATION	APRES LA SURELEVATION
Côte de couronnement	186,40 m	199,25 m
Côte retenue normale	184,30 m	197,27 m
Longueur crête	177,30 m	242 m
Béton barrage	160 000 m ³ = 225 000 m ³	65 000 m ³ (Surélévation)
Surface plan d'eau	199 ha	206 ha
Volume utile	14,9 hm ³	32 hm ³
Débit évacuateur de crues	1200 m ³ /s	2000 m ³ /s
Débit de vidange de fond	70 m ³ /s	100 m ³ /s
Débit vanne d'irrigation	4m ³ /s	7m ³ /s
Longueur totale des tirants	/	9425 m
Longueur de forage d'étanchéité	/	5000 m
Tonnage de ciment injecté	2681 T	950 T
Produits chimiques injectés	34 T	/
Capacité du barrage	15 Hm ³	31 Hm ³ (1974)
Capacité initiale	18 Hm ³ GEOID (levé bathy 2003)	16,863 Hm ³ ALDYPH (dernier levé bathy 2006)

1.4.1. Bassin déversoir :

Le déversoir est constitué de cinq (5) passes, dont chacune est équipée d'une vanne secteur (de 11 X 7m pour les 4 et 15,10 X 7 pour 1) et qui peuvent aussi être bazardeée pour le contrôle ou les réparations éventuels. Les vannes sont manœuvrées par des treuils à chaîne synchronisés mécaniquement (Nekakaa. S, 1989).

Chapitre I: Recherche bibliographique

1.4.2. Bassin d'amortissement :

Il a été réalisé au pied du barrage un ouvrage d'amortissement des crues comportant un seuil amont denté, un glacis incliné à 25% ou un seuil denté donnant accès au canal de fuite (Nekakaa. S, 1989).

1.4.3. Bassin versant :

Le bassin versant a une superficie de 345 km², un périmètre de 99km, une longueur de 29km et une altitude moyenne de 640 mètres. L'oued qui alimente le barrage est le SAF-SAF qui est formé à 6km du droit de site par la réunion des Oueds Bouhadjeb et Khenakem (Nekakaa. S, 1989).

1.4.4. Mode d'exploitation du barrage :

Chaque année, le mode d'exploitation du barrage pour la période postérieure au mois de juin est défini par les services concernés (D.H.W. Exploitation E.P.E.A etc....) en tenant compte :

- De l'évaporation
- Des bassins alimentant en eau les populations.
- Des bassins alimentant en eau les unités industrielles.
- Des lâchés dans l'oued pour l'irrigation.

Les prévisions sont faites sur la base des hypothèses suivantes :

- Du mois de juin à septembre les apports sont supposée nuls dans les cas contraires ces apports doivent être évacués en même temps que les lâchés pour irrigation dans le but de maintenir le plan d'eau inférieur à la cote.
- A partir du mois d'octobre les lâchés sont effectuées normalement tout en laissent le plan d'eau remonter à la cote selon les consignes prévus (Nekakaa. S, 1989).

1.5. Faune et flore :

La présence de la végétation sur les berges aura un impact sur la pénétration de la lumière. Elle influence la productivité primaire et agit directement sur les animaux. Les facteurs qui atténuent l'intensité lumineuse sont: Les buissons et les arbres des rives formant

Chapitre I: Recherche bibliographique

un écran (végétation rupicole), l'ombrage des forêts, la forte turbidité de l'eau et les végétaux aquatiques (obscuration du fond de lit) (Touati, 2021).

1.5.1. Les formations végétales:

On distingue trois types de formations végétales, regroupant des sous-groupes :

- Les végétaux libres flottants: Appareil racinaire peu développé (adapté à la flottaison: 1 mm à 5 cm) elle se développe en facies lentique. Ex. les fougères, les phanérogames.
- Les végétaux microscopiques de pleine eau (phytoplancton): composés d'algues unicellulaires ou coloniales, vivent au sein du volume d'eau, se développent dans les eaux calmes, producteurs primaires servant de nourriture aux petits invertébrés et poissons planctonophages. Exemple : Diatomées, Chlorophycées
- Les végétaux benthiques: Ce sont les plus abondants et regroupent: les champignons et les bactéries, les algues épibenthiques, filamenteuses, non filamenteuses, imprégnées de calcium, les hépatiques, les mousses et sphaignes, les phanérogames fixés à feuilles immergées, et feuilles flottantes et de bordure (Touati, 2021).

1.5.2. La faune:

De nombreux groupes zoologiques vivent en eaux courantes. La faune regroupe les protozoaires et les métazoaires invertébrés et vertébrés. Soit 6000 espèces animales recensées, un millier seulement (soit 1/6) fréquentent les eaux courantes (Touati, 2021).

2. Analyse de l'eau :

Une analyse de l'eau est une procédure par laquelle nous allons déterminer les caractéristiques chimiques, physiques ou sensorielles de l'eau. Ce que nous connaissons traditionnellement comme une analyse de l'eau concerne, en termes familiers, généralement à la fois une analyse de l'eau potable et une analyse de rejet ou une analyse de l'eau pour l'irrigation et l'utilisation de l'élevage. Nous devrions donc d'abord faire la différence si nous nous trouvons devant l'un ou l'autre, car il y aura des implications ultérieures (Site Web 9).

2.1.L'analyse physico-chimique :

Les analyses physico-chimiques désignent toutes les actions de détermination d'une valeur sur un échantillon, qu'il s'agisse d'analyses, de mesures, d'observations, etc.... effectuées en laboratoire ou sur le site de la station de mesure. L'analyse physico-chimique de

Chapitre I: Recherche bibliographique

routine de l'eau potable comprend la détermination des paramètres suivants : couleur, odeur, turbidité, pH, alcalinité, calcium, chlorure, conductivité, fer, magnésium, sulfate, total des solides dissous (TDS), dureté totale et dureté calcique et magnésienne.

L'analyse chimique de l'eau donne un aperçu de la santé et du fonctionnement des lacs, des rivières, des océans et des eaux souterraines. Elle montre également les limites de la capacité d'un plan d'eau à absorber un certain niveau de pollution sans nuire au système d'eau, à ses plantes et animaux aquatiques et aux humains qui peuvent utiliser l'eau (Site Web 9).

2.1.1. Qualité organoleptiques :

✓ La couleur :

Paramètre traduisant une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut :

- Avoir une origine naturelle (présence de fer et de manganèse dans les eaux profondes, de substances humiques dans les eaux de surface) ;
- Être une des conséquences du phénomène d'eutrophisation (développement excessif d'algues et de plancton) des lacs, étangs, barrages,... etc.
- Avoir une origine industrielle chimique (colorants des tanneries et de l'industrie textile d'impression et teintures) (Rodier. J, 1996).

✓ Odeur et saveur :

- L'odeur d'une eau est généralement un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition en quantité souvent si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse. Le sens olfactif peut seul, dans une certaine mesure, les déceler.
- Toute eau possède une certaine saveur qui lui est propre et qui est due aux sels et aux gaz dissous.
- Si elle renferme une trop grande quantité de chlore, l'eau aura une saveur saumâtre, si elle contient de forte quantité de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer (Rodier. J, 1996).

2.1.2. Qualité physique :

✓ **Température :**

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré (Site Web 8).

✓ **Conductivité électrique :**

La conductivité électrique d'une eau (γ) est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm. Elle est l'inverse de la résistivité électronique(ρ) (Rodier. J, 2009).

$$\gamma = 1/\rho = (1/R) \cdot (L/S)$$

γ : conductivité (en $\Omega^{-1} \cdot \text{m}$ ou $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$).

ρ : résistivité (en $\Omega \cdot \text{m}$).

R : résistance (en Ω).

L : distance entre les deux électrodes (en m).

S : surface de chaque électrode (en m^2)

✓ **Turbidité :**

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessités sur le terrain ou au laboratoire. Certaines méthodes comme celle « des gouttes de mastic » ou celle de Jackson (candle turbidimeter) n'ont plus qu'un intérêt historique, ayant été remplacées par l'emploi des turbidimètres optiques. Il est recommandé d'effectuer la mesure aussi rapidement que possible après le prélèvement. De toute façon, les échantillons doivent être agités

Chapitre I: Recherche bibliographique

vigoureusement avant la mesure. En raison des caractéristiques propres aux matières en suspension, telles que taille, forme, indice de réfraction, couleur, etc.

Les difficultés de comparaison sont évidentes. Il en est de même si l'on veut rapprocher les mesures de turbidité des mesures de matières en suspension, Il convient de signaler que la directive du Conseil des communautés européennes a retenu la méthode à la silice et celle à la formazine (Rodier. J, 2009).

✓ **Matières en suspension (MES) :**

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation. La méthode par centrifugation est surtout réservée aux eaux contenant trop de matières colloïdales pour être filtrées dans des bonnes conditions, en particulier si le temps de filtration est supérieur à une heure. Les deux méthodes ont leurs inconvénients respectifs liés à un certain nombre de facteurs. Quelle que soit la méthode choisie, il est nécessaire pour obtenir une reproductibilité satisfaisants de respecter rigoureusement les conditions opératoires et d'utiliser le même type de matériel. D'une façon générale, les matières grossières en suspension doivent être préalablement éliminées par passage sur un tamis (module AFNOR 38) et les dépôts restant dans le flacon de prélèvement soigneusement repris. Il convient d'effectuer la détermination le plus rapidement possible après le prélèvement et de préférence sur la totalité de l'échantillon : rincer le flacon de prélèvement pour éviter les pertes (Rodier. J, 2009).

2.1.3. **Qualité chimique :**

✓ **Potentiel hydrique (pH) :**

Le pH est une grandeur sans unité. Un indice qui permet de mesure l'activité de l'ion hydrogéné dans une solution. L'eau pure contient la même quantité -- même si c'est en proportion très faible d'ion hydronium H_3O^+ et hydroxyde OH^- . Elle est neutre, car pour un milieu donné, le pH est fonction de la concentration en ions hydronium. Il est donné par la relation suivante : $pH = -\log [H_3O^+]$. Un milieu acide contient donc plus d'ion hydronium que l'eau pure. Un milieu basique en revanche compte plus d'ions hydroxydes que l'eau pure (Site Web 5).

✓ **Oxygène dissous :**

La méthode originale de Winkler est sensible à un certain nombre d'interférences. Elle n'est applicable que si l'eau ne contient pas de substances réductrices ou oxydantes telles que

Chapitre I: Recherche bibliographique

des quantités importantes de fer ferreux ou ferrique, de sulfures, de sulfites, de nitrites ou de chlore libre. Les modifications d'Alsterberg (à l'azoture) est particulièrement indiquée pour les eaux qui contiennent plus de 0,1 mg/L d'azote sous forme de nitrites, comme c'est souvent le cas pour les eaux résiduaires. Les nitrites sont détruits en milieu acide en libérant de l'azote et du protoxyde d'azote (Rodier. J, 2009).

✓ **Alcalinité (TA-TAC) :**

À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes. D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure: acides humiques, phosphates, citrates, tartrates. La silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8,5. On distingue comme pour la mesure de l'acidité, deux titres qui sont le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC). L'unité utilisée est le degré français ($1^{\circ}f = 10 \text{ mg. L}^{-1} \text{ de CaCO}_3 = 0,2 \text{ milliéquivalent. L}^{-1}$). Le TA et le TAC étant mesurés successivement sur un même échantillon. Les deux méthodes de dosage seront présentées en même temps. Il convient tout d'abord de préciser les conditions et la signification de ces mesures (Rodier. J, 2009).

✓ **Titre hydrométrique (TH) :**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plus part des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium.

La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO_3 (Ghali. F; Hammou. F, 2017).

✓ **Nitrate (NO_3^-) :**

L'azote des nitrates, comme celui des nitrites et de l'ammoniac, constitue l'un des éléments nutritifs des plantes et à ce titre a donné lieu, avec le phosphore, à des études intensives sur le terrain. Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux, proviennent en grande partie de ruissellement des eaux sur le sol constituant le bassin versant (Bremond et

Chapitre I: Recherche bibliographique

Vuichard, 1973). Les eaux naturelles non polluées contiennent généralement peu de nitrates. Les nitrates présents dans l'eau peuvent provenir de sources indirectes ou directes (De Villers et al, 2005).

Dans les effluents riches en azote organique (protéines, acides aminés, urée...), les molécules sont tout d'abord transformées en ammonium (NH_4^+) qui est ensuite oxydé en nitrites puis en nitrates sous l'action de bactéries nitrifiantes. Ces processus d'oxydation, également appelés «nitrification », sont très sensibles à la présence de substances toxiques (métaux, pesticides) et aux faibles températures (Keddari D, 2015).

✓ Nitrite (NO_2^-) :

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable. La méthode à la sulfanilamide a une sensibilité de l'ordre de quelques microgrammes par litre. Il sera nécessaire d'en tenir compte pour l'interprétation des résultats et de prendre toutes précautions utiles pour la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie.

Sous l'action des phénomènes biologiques, l'équilibre entre l'ammoniaque, les nitrites et les nitrates peut évoluer rapidement, Il convient donc de procéder au dosage des nitrites le plus tôt possible après le prélèvement en le conservant à 4°C (Rodier. J, 2009).

✓ Phosphate (PO_4^{3-}) :

Le phosphore peut exister dans les eaux à l'état dissous ou en suspension. Le phosphore total dissous comprend le phosphore organique et le phosphore inorganique qui lui-même inclut les ortho phosphates et les poly phosphates (Rodier. J, 2009).

✓ Les chlorures (Cl^-) :

Les chlorures sont présents en grande quantité dans l'eau de mer. Leur concentration dans l'eau de pluie est approximativement de 3mg/l. la teneur en chlorures d'une eau dépend de l'origine de l'eau et de la nature du terrain qu'elle traverse. Les chlorures participent à la conductivité électrique des cours d'eau. Le niveau guide de la concentration en chlorures des eaux destinées à la consommation humaine est de : 25mg/l. les ions Cl^- participent dans la formulation moléculaire de KCl , NaCl et HCl . Et les sels ont la propriété de déposer sur les parois de la tuyauterie et provoquent un bouchage (Ousseini. B et al, 2018).

Chapitre I: Recherche bibliographique

✓ **Le calcium (Ca^{2+}) :**

C'est un élément dominant dans les eaux potables et il traduit la dureté de l'eau, il est trace dans les eaux de pluie, les quantités susceptibles d'être ingérée sous forme de poison sont inférieures aux quantités nécessaires à l'organisme, estimée approximativement à 0.7g/j (Desjardins, 1997) (Ousseini et all, 2018).

✓ **Magnésium (Mg^{2+}) :**

Le magnésium peut avoir d'une part une origine provenant de la dissolution des roches dolomitiques, magnésites, basaltes et argiles et d'autre part une origine industrielle. Son abondance géologique et sa grande solubilité font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes allant de quelques milligrammes à quelques centaines de milligrammes par litre. A partir d'une concentration supérieure à 100 mg/l, le magnésium donne à l'eau un goût désagréable (Idres S, 2020).

✓ **Silice :**

La silice, oxyde de silicium ou les silices sont extrêmement abondants dans l'écorce terrestre. La silice a une origine essentiellement naturelle et se rencontre dans les eaux brutes sous deux formes : soluble et colloïdale. La solubilité dépend principalement de la température et du pH (Idres S, 2020).

✓ **Matière organique :**

Le terme matière organique regroupe une somme importante et hétérogène de substances et composés carbonés d'origine végétale et animale. La nature de la matière organique du sol est très complexe : principalement des composés humique, des racines, des micro-organismes, des lombriciens... c'est pourquoi il est plus juste de parler des matières organiques des sols qui peut se retrouver dans les cours d'eau sous forme particulière (Site Web 12).

✓ **Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) :**

Critère de pollution organique basé sur la quantité d'oxygène consommée à 20°C et à l'obscurité pendant un temps de référence pour assurer l'oxydation des matières organiques présentes dans l'eau par voie biologique. La DBO₅, c'est-à-dire la quantité d'oxygène consommée après 5 jours d'incubation, est conventionnellement utilisée. Il convient de noter

Chapitre I: Recherche bibliographique

que la DBO_5 n'est normalement représentative que de la pollution organique carbonée biodégradable (Site Web 1).

✓ Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

C'est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium. La DCO est exprimée en mg/l d' O_2 consommé par les matières oxydables dans un litre d'eau (Idres S, 2020).

✓ Résidu sec :

Cet indicateur permet de déterminer le taux de minéraux recueillis après évaporation d'un litre d'eau soumis à $180^\circ C$. En d'autres termes, on apprécie la quantité de minéraux solides qui s'est formée après avoir fait chauffer 1 litre d'eau à $180^\circ C$. Plus une eau est minérale, plus son résidu sec est élevé.

- Si le taux de minéraux est supérieur à 1 500 mg / L, l'eau est "riche en minéraux" (calcium, magnésium et/ou sodium).
- S'il est compris entre 500 et 1 500 mg / L, l'eau est moyennement minéralisée.
- S'il est inférieur à 500 mg / L, c'est une eau faiblement minéralisée.
- S'il est inférieur à 50 mg / L, c'est une eau très faiblement minéralisée (Site Web 11).



Chapitre II :
Matériels et Méthodes

Notre étude repose sur une observation rétrospective qui s'est déroulée durant l'année 2022 de 27/03/2022 à 10/04/2022 et qui nécessite plusieurs étapes et techniques pour réaliser une analyse physico-chimique d'eau du barrage de Zardezas pour connaître ses propriétés physico-chimiques.

Sa construction a été réalisée entre 1929 et 1945 avant d'être surélevé de 1971 à 1974 afin de satisfaire la demande en AEP des chefs-lieux des communes de Zardezas, El-Harrouch, Salah Bouchaour et Emjez eddchich pour une population de l'ordre de 130 000 habitants (Services agricoles, 2006). Les capacités de stockage sont de 32.10^6m^3 , ces dernières sont réduites à 18.10^6m^3 suite à des problèmes d'envasement causé par le dévalement des terres agricoles avoisinantes.

2. Méthodes et technique d'échantillonnage :

2.1 Échantillonnage de l'eau

L'échantillonnage de l'eau a pour but de fournir une information qualitative et quantitative, et de préciser les propriétés hydrodynamiques des systèmes observés. Pour obtenir une information appropriée les conditions suivantes doivent être remplies :

- Des systèmes d'échantillonnage spécifiques sont nécessaires pour préserver l'information originelle sur les propriétés qualitatives et quantitatives des eaux de subsurface.
- Au point d'échantillonnage l'eau prélevée doit représenter l'eau souterraine située à la même profondeur dans le système et ne doit pas être perturbée par la construction du puits.
- Dans les systèmes aquifères dont les caractéristiques dépendent fortement du temps, l'échantillonnage doit être adapté à l'information vraiment représentative du système par un pompage préalable adéquat.

Toutes les interprétations isotopiques, hydrogéologiques, hydro-chimiques et hydrodynamiques se rattachent à l'espace et au temps. C'est pourquoi, non seulement, il faut satisfaire les conditions d'échantillonnage rappelées ci-dessus, mais il est aussi nécessaire de choisir un nombre de sites d'échantillonnage adéquat et une fréquence de prélèvement correcte. Pour réaliser un choix convenable des sites et des pas de temps des prélèvements, on a besoin d'une bonne planification et d'une hypothèse conceptuelle de travail sur

Chapitre II: Matériels et méthodes

l'hydrodynamique des eaux de sub-surface ; ces hypothèses de travail doivent normalement être ajustées tout au long de l'avancement des investigations. Pour le choix de la date, on échantillonnera couramment juste avant et à la fin de la période de recharge des eaux souterraines la plus importante (Site Web 7).

2.1.1 Matériel de prélèvement :

La technique d'échantillonnage est une étape importante de l'évaluation de l'eau, il est donc nécessaire d'éliminer toutes les sources potentielles de contamination, car l'outil utilisé doit assurer sa protection complète.

- On peut utiliser des bouteilles en verre de différentes tailles (50, 200, 250 et 500ml) mais avant cela certaines étapes doivent être effectuées, laver la bouteille, puis la rincer pour qu'il ne reste aucun détergent ou désinfectant, enfin la sécher.
- Les bouteilles utilisées doivent assurer une fois bouchée une protection totale contre toute contamination et d'éviter le changement des conditions physico-chimiques d'eau.
- Les opérations de prélèvement à l'aide d'un petit bateau, et les prélèvements des abords sont échantillonnés manuellement (Fig. 5).



Figure 5 : Photographie personnelle d'un échantillonnage manuel.



Figure 6 : Photographie personnelle de bouteilles d'échantillonnage.



Figure 7 : Photographie personnelle d'échantillonnage par bateau.

Chapitre II: Matériels et méthodes

2.1.2 Transport et conservation

Après prélèvement, il est préférable de sauvegarder les échantillons dans une glacière avec des plaques eutectiques pour préserver les conditions physico-chimiques de l'eau à analyser. Les Méthodes Standard indiquent que les échantillons prélevés dans les eaux de surface polluées doivent être acheminés en moins de 6 heures au laboratoire. La norme NF T 90-420 de février 1987 indique que les échantillons doivent être maintenus à une température comprise entre 1 et 4 °C dès leur prélèvement. Ils doivent être remis le jour même au laboratoire chargé des analyses (Tab.3)

Tableau 3 : Tableau récapitulatif de la conservation des prélèvements (Rodier. J, 1996).

Caractéristique Ou élément analyse	Réceptif	Conservateur à Utiliser	Volume minimum du prélèvement (en ml.)	Température de conservation (en °C)	Effectuer la mesure avant
Matière en suspension	P ou V	0	1000	4	6h (obsc.)
Odeur, Couleur, Saveur	V	0	500	4	24h
pH	P ou V	Mesure in situ de préférence	-	4	24h (obsc.)
Mg ²⁺ , Ca ²⁺	V	Acide nitrique	800	-	Plusieurs mois
DCO	P ou V	Acide sulfurique q.s.p pH <2	100	4	24h (obsc.)
Silice	P	-	50	4	7jours (obsc.)
TA-TAC, TH	P ou V	Mesure in situ de préférence	200	4	24h (obsc.)
Turbidité	P ou V	-	100	4	24h (obsc.)
Conductivité	P ou V	Mesure in situ de préférence	100	4	48h (obsc.)
Temperature					
Chlorures	P ou V	0	100	-	15jours

P : polyéthylène

V : verre

Vb : verre borosilicaté

obsc : obscurité

2. Partie analytique des échantillons d'eau :

2.1. Mode opératoire :

Le protocole utilisé est celui adapté par le laboratoire d'accueil.

2.1.13. Mode opératoire pour la détermination du pH :

Principe :

Le pH est en relation avec la concentration en ions hydrogène H⁺ présents dans une eau sa mesure peut être réalisée par une méthode potentiométrique. Le pH-mètre mesure donc la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence

Chapitre II: Matériels et méthodes

plongeant dans l'eau à analyser. D'après les lois de Nernst, cette différence est une fonction linéaire du pH.

Instruction :

1. Allumer l'appareil et laisser se stabiliser.
2. Laver soigneusement les électrodes avec de l'eau distillée.
3. Remplir le bécher avec l'eau à analyser.
4. Immerger les électrodes dans l'échantillon.
5. Lire la valeur du pH affichée sur l'écran du pH-mètre après stabilisation.

2.1.2. Mode opératoire pour la détermination de conductivité électrique :

Pour tout appareil utilisé :

- Vérifier les connexions cellule/conductivimètre ;
- Rincer soigneusement la cellule de mesure à l'eau distillée et l'essuyer convenablement.

Vérification de la constante

En général, la valeur de la constante est gravée sur la cellule. S'agissant des cellules utilisées ici, la constante donnée est égale à 1. C'est cette valeur qu'il convient de contrôler.

Dans un bêcher parfaitement propre, introduire un volume d'étalon qui permet d'immerger convenablement la cellule.

- étalonner l'appareil à partir d'un standard dont la conductivité est de l'ordre de celle que l'on se propose de mesurer. Durant toutes les mesures qui suivent, la solution devra être modérément agitée en vue de son homogénéisation.

✓ Conductivimètre LF 90

- Mettre l'appareil sous tension, commutateur inférieur ;
- Mesurer la température de l'étalon et placer le compensateur de température sur la position correspondant à cette valeur ;
- A partir de cet instant tous les résultats seront relatifs à la température habituelle à laquelle on mesure C, soit 20°C ;
- Placer le commutateur sur mS/cm, (milli siemens) ;
- Lire le résultat, soit C1

Chapitre II: Matériels et méthodes

S'il apparaît une discordance entre la valeur lue $C1$ et la conductivité réelle de l'étalon Cr , c'est que la constante de cellule est différente de celle inscrite sur sa gaine.

On a :
$$Cr = C1 * K \quad (\text{Eq. 9})$$

D'où :
$$K = Cr / C1 \quad (\text{Eq. 10})$$

Par la suite, il conviendra de toujours multiplier le résultat affiché par K et noter cette valeur.

✓ Conductivimètre LF 91

- Mettre l'appareil sous tension ;
- Placer le commutateur inférieur sur X ;
- Placer le commutateur supérieur sur mS/cm (milli siemens) ;
- La compensation de température est automatique, l'appareil rend directement

2.1.3. Mode opératoire pour la détermination de turbidité :

TURBIDITE (Transparence) c'est un paramètre, qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles, débris de roche, micro-organismes,...) ou aux acides humiques (dégradation des végétaux) mais aussi pollutions qui troublent l'eau. Avec un appareil (turbidimètre) on mesure la résistance qu'elle oppose par l'eau au passage de la lumière pour lui donner une valeur. En France on mesure la turbidité par la méthode normalisée NTU (Nephelometric Turbidity Unit) par spectrométrie, c'est-à-dire mesure de l'absorption de la lumière par l'eau.

- NTU < 5 => eau claire
- NTU < 30 => eau légèrement trouble
- NTU > 50 => eau trouble.

Une importante turbidité de l'eau entraîne une réduction de transparence qui réduit la pénétration du rayonnement solaire utile à la vie aquatique (photosynthèse). La turbidité de l'eau peut aussi être mesurée en cm par une autre méthode beaucoup plus simple avec un disque de Secchi. (Prononcez séki) C'est un disque de 20 cm de diamètres lesté qui est descendu horizontalement au bout d'une cordelette (qui peut être graduée en cm) dans l'eau d'un lac, d'une rivière, d'un bassin de station d'épuration. Les quatre quarts du disque sont noirs et blancs pour que celui-ci soit bien visible. La longueur de cordelette entre la surface de

Chapitre II: Matériels et méthodes

l'eau et le niveau ou la profondeur ou le disque de Secchi devient invisible (On ne distingue plus les zones blanches des noires) donne la mesure arrondi au 10cm proche, par exemple 1,8 (pour 1,78m).

2.1.4. Mode opératoire pour la détermination de matières en suspension (MES) :

- Prendre une membrane GFC et la marquer avec précaution pour ne pas l'abimer ;
- Peser la membrane et noter sa masse à vide MO ;
- Placer la membrane sur la rampe de filtration ;
- Bien agiter l'échantillon ;
- Prélever un volume de l'échantillon et le transvider sur la membrane ;
- Procéder à la filtration : le volume filtré ne doit pas dépasser 1 litre et la filtration et ne doit pas durer plus d'une demi-heure.
- Récupérer la membrane après la filtration, puis la placer dans une étuve à 105°C pendant 1h30 mn pour enlever l'excès d'eau ;
- Peser de nouveau la membrane, après séchage, puis noter sa masse M1.

2.1.5. Mode opératoire pour la détermination de la DCO :

1. Introduire 100ml d'échantillon dans un erlen Meyer de 250 ml.
2. Ajouter 5ml d'acide sulfurique [1+3].
3. Ajouter 10ml de permanganate de potassium KMnO₄ (0.01 N).
4. Faire bouillir pendant 10 mn au bain de sable.

Si l'analyse devient marron ou incolore durant le chauffage, refaire l'analyse en procédant de la même façon mais en faisant une dilution à 50% par exemple).

5. Après chauffage, ajouter 10 ml d'acide oxalique 0.01 N.
6. Titrer la solution chaude avec du permanganate de potassium jusqu'à virage de la solution à une couleur rose persistante.
7. Préparer un blanc en parallèle en suivant les mêmes étapes que pour l'essai.

Expression des résultats :

$$\text{ppm O}_2 = 8000 (AB - CD) / E = V_t \times 0.8$$

Chapitre II: Matériels et méthodes

A : volume total verse de KMNO₄ en ml.

B : normalité de KMNO₄ (0.01 N).

C : volume d'acide oxalique en ml.

D : normalité de l'acide oxalique (0.01N).

E : volume de l'échantillon en ml.

2.1.6. Mode opératoire pour la détermination du Titre alcalimétrique simple (TA) :

1. Prélever 100 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 300 ml.
2. Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine. En présence de l'alcalinité (TA), on obtient une couleur rose pale.
3. Titrer avec l'acide sulfurique H₂SO₄ à 0.02 N jusqu'à la disparition de la couleur rose et noter le volume (V_a) ml.

Expression du résultat :

$$\text{TA en ppm de CaCO}_3 = V_a \times 10$$

2.1.7. Mode opératoire pour la détermination du Titre alcalimétrique complet (TAC) :

1. A la même solution précédente, ajouter 2 à 3 gouttes d'indicateur mixte (couleur bleu).
2. Continuer à titrer avec l'acide sulfurique (H₂SO₄) à 0.02 N jusqu'au virage du bleu à la couleur rose pale et noter le volume (V_b) ml.

Expression du résultat :

$$\text{TAC en ppm de CaCO}_3 = V \times 10$$

Remarques importantes :

TA : correspond à la somme des hydroxydes [OH⁻] + la moitié des carbonates $\frac{1}{2}$ [CO₃²⁻]

TAC : correspond à la somme des hydroxydes [OH⁻]; des carbonates et bicarbonates [HCO₃⁻]

Chapitre II: Matériels et méthodes

2.1.8. Mode opératoire pour la détermination de la dureté totale (TH) :

Principe de la méthode :

C'est un titrage direct avec le sel disodique de l'acide éthylènediaminetétracétique. Ou (EDTA) qui forme avec les cations Ca^{2+} et Mg^{2+} des complexes ou chélates stables dans lesquels les cations sont dissimulés à leurs réactifs habituels. En présence de l'indicateur ériochrome ; noir T ; ces complexes se colorent se en rouge cerise, et vire au bleu quand la quantité d'EDTA a suffisamment complexé tous les Ca^{2+} et Mg^{2+} présents dans la solution.

Instruction :

1. Prendre 100 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 300 ml.
2. Ajouter 2 ml de solution tampon ;
3. Ajouter une pincée d'indicateur noir ériochrome T. En présence de dureté la solution se colore en rouge cerise.
4. Titrer avec L'EDTA à 0.01 M jusqu'au niveau bleu de l'indicateur.

Expression du résultat :

$$\text{TH en ppm de CaCO}_3 = V(\text{EDTA}) \times 10$$

2.1.9. Mode opératoire pour la détermination de la dureté calcique

Instruction :

1. Prendre 100 ml d'échantillon ou une partie aliquote mineure diluée à 100 ml dans un erlenmeyer de 300 ml.
2. Ajouter 2 ml de solution de NaOH à 1N.
3. Agiter et ajouter une pincée de d'indicateur murexide (de couleur rose foncée).
4. Titrer avec L'EDTA à 0.01 M, en agitant continuellement jusqu'au virage mauve claire, et noter V_{EDTA} le volume titrer d'EDTA.

Expression du résultat :

$$[\text{Ca}^{2+}] \text{ en ppm de CaCO}_3 = V_{\text{EDTA}} \times 10$$

Chapitre II: Matériels et méthodes

2.1.10. Mode opératoire pour la détermination de la dureté magnésienne :

Par différence entre la dureté totale et la dureté calcique, on obtient la dureté du magnésium Mg^{2+} exprimé en ppm de $CaCO_3$. Dureté du $[Mg^{2+}]$ en ppm de $CaCO_3$ = dureté total TH – dureté du calcium Ca^{2+}

2.1.11. Mode opératoire pour la détermination des chlorures (Cl) hautes teneurs :

Instruction :

1. Introduire une prise d'essai de 100 ml dans un erlenmeyer.
2. Ajouter 2 gouttes de Chromate de Potassium.
3. Titrer avec la solution de nitrate d'Argent ($AgNO_3$) à 0.02 N Jusqu'au virage du jaune au rouge brique.

Expression du résultat :

$$[Cl] \text{ en ppm} = (V - \text{Blanc}) * 7.1 \quad \text{Avec Blanc} = 0.4$$

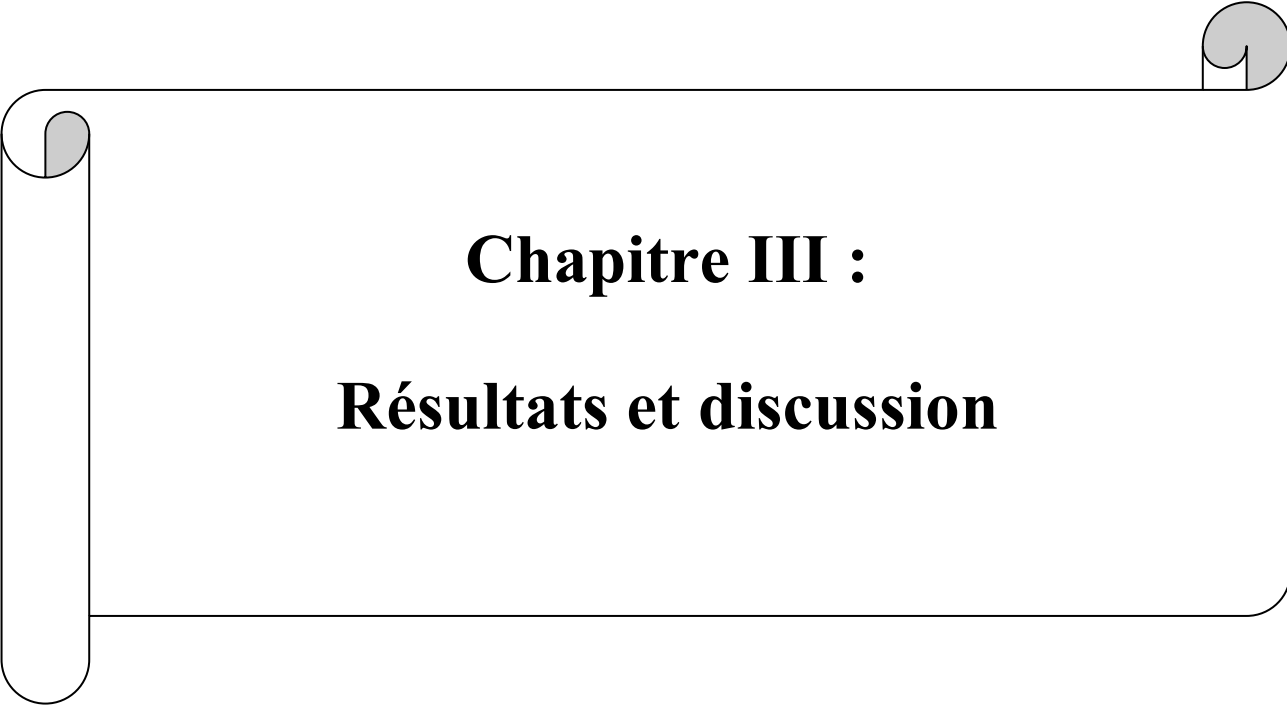
2.1.12. Mode opératoire pour la détermination de la silice SiO_2 :

Instruction :

1. Introduire 50 ml d'échantillon dans une éprouvette de 100 ml.
2. Ajouter 1 ml d'acide chlorhydrique à (1/1).
3. Ajouter 2 ml de la solution de molybdate d'ammonium, agiter et attendre 5 minutes.
4. Puis ajouter 1.5 ml d'acide oxalique, et attendre 1minute.
5. Ajouter 2 ml d'acide aminonaphtol sulfonique (ANS).
6. Agiter et laisser reposer 10 minutes.
7. Lire l'absorbance au spectrophotomètre, avec une cellule de 10 mm, à une longueur d'onde de ($\lambda = 815 \text{ nm}$).

Expression du résultat :

$$[SiO_2] \text{ en ppm} = A \times F \quad [A : \text{absorbance} \ \& \ F : \text{facteur (3.25)}]$$

A decorative border resembling a scroll, with rounded corners and a vertical strip on the left side. The scroll is outlined in black and has a light gray shadow on the inner edge of the top and right curves.

Chapitre III :

Résultats et discussion

Chapitre III: Résultats et discussion

Après avoir effectué les analyses physico-chimiques sur les eaux du barrage Zardezas au niveau du laboratoire de la Raffinerie Sonatrach. Nous avons obtenu différents résultats que nous avons évalués selon les normes règlementaires du journal officiel algérien.

2. Résultats et interprétation :

1.1 Variation spatiale :

1.1.1. Prélèvement du 28/03/2022 :

Les résultats de la variation spatiale du premier prélèvement observés dans notre étude sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Résultats des paramètres physico-chimiques de l'eau de barrage dans deux abords gauche (G) et droit (D) et les profondeurs (P) du premier prélèvement.

Les paramètres	Abord G	Abord D	Profondeurs P
Température (°C)	22	20	21
pH	8.27	7.98	8.36
Conductivité (µS/cm)	562	534	560
Turbidité (NTU)	36.2	8.64	8.25
Matière en suspension (mg/l)	0.04	0.02	0.01
DCO (mg/l/O ₂)	3.04	5.76	2.24
TA (mg/l)	14	0	12
TAC (mg/l)	202	194	188
TH (mg/l)	400	400	380\$
Ca ²⁺ (mg/l)	290	260	250
Mg ²⁺ (mg/l)	110	140	130
Cl-(mg/l)	110.05	85.91	99.4
Silice (mg/l)	0.66	0.83	1.14

- La température du 1^{er} échantillon était à sa valeur maximale dans l'abord gauche (G) 22°C, et sa valeur la plus basse était dans l'abord droit 20°C, quant à la profondeur était 21°C.
- La variation spatiale du pH est de sorte que le maximum est observé dans les eaux profondes (8.36) avec un minimum observé dans l'abord droit du barrage (7.98).

Chapitre III: Résultats et discussion

- La variation de la conductivité électrique du 1^{er} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans l'abord gauche (562 μ S/cm) et la valeur minimale est observée dans l'abord droit (534 μ S/cm) avec une valeur de (560 μ S/cm) marquée dans les eaux profondes.
- La variation spatiale de la turbidité est de sorte que le maximum est observé dans l'abord gauche (36.2 NTU) avec un minimum observé dans l'abord droit du barrage (8.25 NTU).
- Les matières en suspension du 1^{er} échantillon était à sa valeur maximale dans l'abord gauche (G) 0.04 mg/l, et sa valeur la plus basse était dans les profondeurs 0.01 mg/l, quant à l'abord droit c'était 0.02 mg/l.
- La variation de la DCO du 1^{er} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans l'abord droit (5.76 mg/l/ O₂) et la valeur minimale est observée dans les eaux profondes (2.24 mg/l/ O₂) avec une valeur de (3.04 mg/l/ O₂) marquée dans l'abord droit.
- La variation spatiale du TA est de sorte que le maximum est observé dans l'abord gauche avec une concentration de 14 mg/l, par contre nous avons enregistré une concentration nulle dans l'abord droit.
- La variation du TAC du 1^{er} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans l'abord gauche (202 mg/l) et la valeur minimale est observée dans les profondeurs (188 mg/l) avec une valeur de 194 mg/l observée dans l'abord droit du barrage.
- Le TH du 1^{er} échantillon était à sa valeur maximale dans les abords droits et gauches (400 mg/l) et sa valeur la plus basse était dans les profondeurs (380 mg/l).
- La variation du calcium du 1^{er} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans l'abord gauche (290 mg/l) et la valeur minimale est observée dans les eaux profondes (250 mg/l) avec une valeur de 260 mg/l marquée dans l'abord droit.
- La variation spatiale du Magnésium est de sorte que le maximum est observé dans l'abord droit (140 mg/l) avec un minimum observé dans l'abord gauche du barrage (110 mg/l).
- La variation spatiale des chlorures est de sorte que le maximum est observé dans l'abord gauche (110.05 mg/l) avec un minimum observé dans l'abord droit du barrage (85.91 mg/l).

Chapitre III: Résultats et discussion

- La silice du 1^{er} échantillon était à sa valeur maximale dans les eaux profondes (1.14mg/l), et sa valeur la plus basse était dans l'abord gauche (0.66 mg/l), quant à l'abord droit c'était 0.83 mg/l.

1.1.4. Prélèvement du 02/04/2022 :

Les résultats de la variation spatiale du deuxième prélèvement sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 5: Résultats des paramètres physico-chimiques de l'eau de barrage dans deux abords gauche (G) et droit (D) et les profondeurs (P) du deuxième prélèvement.

Les paramètres	Abord G	Abord D	Profondeurs P
Température (°C)	18	18	18
pH	8.28	8.40	8.41
Conductivité (µS/cm)	524	530	522
Turbidité (NTU)	64.1	71	47.4
Matière en suspension (mg/l)	0.08	0.07	0.05
DCO (mg/l/O ₂)	7.36	8.48	8.96
TA (mg/l)	0	3.1	2.1
TAC (mg/l)	220.7	199.4	189.1
TH (mg/l)	410	1180	550
Ca ²⁺ (mg/l)	240	310	200
Mg ²⁺ (mg/l)	170	870	350
Cl ⁻ (mg/l)	71.71	73.13	72.27
Silice (mg/l)	2.67	2.07	3.13

- La température observée du 2^{ème} échantillon est la même dans les deux abords et les eaux profondes.
- La variation spatiale du pH est de sorte que le maximum est observé dans les eaux profondes (8.41) avec un minimum observé dans l'abord gauche du barrage (8.28).
- La variation de la conductivité électrique du 2^{ème} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans l'abord droit (530µS/cm) et la valeur minimale est observée dans les profondeurs (522µS/cm) avec une valeur de 524µS/cm marquée dans l'abord gauche.

Chapitre III: Résultats et discussion

- La variation spatiale de la turbidité est de sorte que le maximum est observé dans l'abord droit (71 NTU) avec un minimum observé dans les eaux profondes (47.4 NTU).
- Les matières en suspension du 2^{ème} échantillon était à sa valeur maximale dans l'abord gauche (G) avec 0.08 mg/l, et sa valeur la plus basse était dans les profondeurs avec 0.05mg/l, quant à l'abord droit c'était à 0.02 mg/l.
- La variation de la DCO du 2^{ème} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans les eaux profondes (8.96 mg/l/ O₂) et la valeur minimale est observée dans l'abord gauche (7.36 mg/l/ O₂) avec une valeur de (8.48 mg/l/ O₂) marquée dans l'abord droit.
- La variation spatiale du TA est de sorte que le maximum est observé dans l'abord droit avec une concentration de 3.1 mg/l, par contre nous avons enregistré une concentration nulle dans l'abord gauche.
- La variation du TAC du 2^{ème} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans l'abord gauche (220.7 mg/l) et la valeur minimale est observée dans les profondeurs (189.1 mg/l) avec une valeur de 199.4 mg/l marquée dans l'abord droit du barrage.
- Le TH du 2^{ème} échantillon était à sa valeur maximale dans l'abord droit (1180 mg/l), et sa valeur la plus basse était dans l'abord gauche (410 mg/l).
- La variation du calcium du 2^{ème} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans l'abord droit (310 mg/l) et la valeur minimale est observée dans les eaux profondes (200 mg/l) avec une valeur de 240 mg/l marquée dans l'abord gauche.
- La variation spatiale du Magnésium est de sorte que le maximum est observé dans l'abord droit (870 mg/l) avec un minimum observé dans l'abord gauche du barrage (170 mg/l).
- La variation spatiale des chlorures est de sorte que le maximum est observé dans l'abord droit (73.13 mg/l) avec un minimum observé dans l'abord gauche du barrage (71.71 mg/l).
- La silice du 2^{ème} échantillon était à sa valeur maximale dans les eaux profondes (3.13 mg/l), et sa valeur la plus basse était dans l'abord droit (2.07 mg/l), quant à l'abord gauche c'était à 2.67 mg/l.

Chapitre III: Résultats et discussion

1.1.3 Prélèvement du 04/04/2022 :

Les résultats de la variation spatiale du troisième prélèvement observés dans notre étude sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 6: Résultats des paramètres physico-chimiques de l'eau de barrage dans deux abords gauche (G) et droit (D) et les profondeurs (P) du troisième prélèvement.

Les paramètres	Abord G	Abord D	Profondeurs P
Température (°C)	20	20	22
pH	8.05	8.27	8.09
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	522	517	541
Turbidité (NTU)	68.7	41	31.6
Matière en suspension (mg/l)	0.07	0.02	0.03
DCO (mg/l/O ₂)	3.26	3.04	3.52
TA (mg/l)	0	11	0
TAC (mg/l)	214	187	203
TH (mg/l)	450	420	470
Ca ²⁺ (mg/l)	240	210	300
Mg ²⁺ (mg/l)	210	210	170
Cl-(mg/l)	80.23	83.78	80.23
Silice (mg/l)	1.04	0.86	0.64

- La température du 3^{ème} échantillon était à sa valeur maximale de 22°C dans les eaux profondes, et sa valeur la plus basse de 20°C était dans les abords droits et gauches.
- La variation spatiale du pH est de sorte que le maximum est observé dans l'abord droit (8.27) avec un minimum observé dans l'abord gauche du barrage (8.05).
- La variation de la conductivité électrique du 3^{ème} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans les eaux profondes (541 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et la valeur minimale est observée dans l'abord droit D (517 $\mu\text{S}/\text{cm}$) avec une valeur de 522 $\mu\text{S}/\text{cm}$ marquée dans l'abord gauche.
- La variation spatiale de la turbidité est de sorte que le maximum est observé dans l'abord gauche (68.7 NTU) avec un minimum observé dans les eaux profondes (31.6 NTU).

Chapitre III: Résultats et discussion

- Les matières en suspension du 3^{ème} échantillon étaient à sa valeur maximale dans l'abord gauche (G) 0.07 mg/l, et à sa valeur la plus basse à l'abord droit avec 0.02 mg/l, quant aux eaux profondes c'était à 0.03 mg/l.
- La variation de la DCO du 3^{ème} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans les eaux profondes (3.52 mg/l/ O₂) et la valeur minimale est observée dans l'abord droit (3.04 mg/l/ O₂) avec une valeur de (3.26 mg/l/ O₂) marquée dans l'abord gauche.
- La variation spatiale du TA est de sorte que le maximum est observé dans l'abord droit avec une concentration de 1.1 mg/l, par contre nous avons enregistré une concentration nulle dans l'abord gauche et les profondeurs.
- La variation du TAC du 3^{ème} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans l'abord gauche (214 mg/l) et la valeur minimale est observée dans l'abord droit (187 mg/l) avec une valeur de 203 mg/l marquée dans les eaux profondes du barrage.
- Le TH du 3^{ème} échantillon était à sa valeur maximale dans les profondeurs avec 470mg/l, et sa valeur la plus basse était dans l'abord droit D avec 420 mg/l.
- La variation du calcium du 3^{ème} échantillon montre que la valeur maximale est observée dans les profondeurs (300 mg/l) et la valeur minimale est observée dans l'abord droit D (210 mg/l) avec une valeur de 240 mg/l marquée dans l'abord gauche.
- La variation spatiale du Magnésium est de sorte que le maximum est observé dans les abords droits D et gauches G (210 mg/l) avec un minimum observé dans les profondeurs du barrage (170 mg/l).
- La variation spatiale des chlorures est de sorte que le maximum est observé dans l'abord droit (83.78 mg/l) avec un minimum observé dans l'abord gauche et les profondeurs du barrage (80.23 mg/l).
- La silice du 3^{ème} échantillon était à sa valeur maximale dans l'abord gauche G (1.04 mg/l), et sa valeur la plus basse était dans les eaux profondes (0.64 mg/l), quant à l'abord droit c'était 0.86 mg/l.

1.3. Variation spatio-temporelle :

2.2.1. Température :

Les résultats des trois moyennes de température du barrage ZERDAZAS sont représentés par la figure suivante :

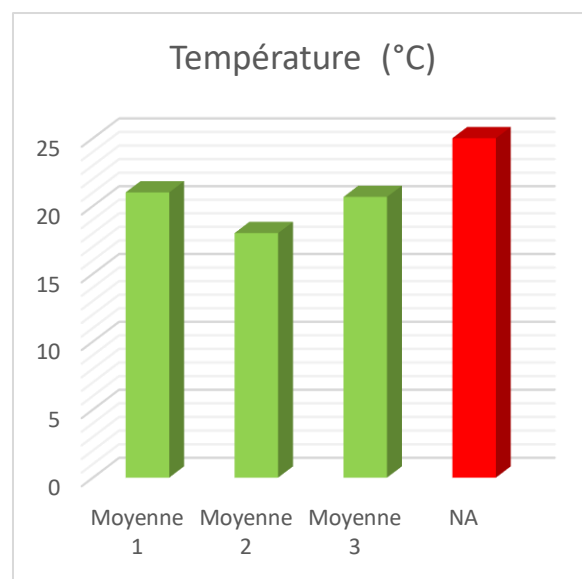


Figure 8: Variation spatiotemporelle de la température moyenne des eaux du barrage de Zardezas.

D'après ces résultats on note que pour les moyennes des trois échantillons du barrage ZERDAZAS la température est inférieure à la norme qui est 25C°, la température de l'eau est un paramètre important pour la vie aquatique en fait la majorité des paramètres physico-chimique dépendant de la température. Ainsi un réchauffement entraîne l'apparition des algues flottantes et des organismes aquatiques indésirables.

1.2.2 Potentiel hydrique :

Les résultats de la mesure du pH d'eau du barrage ZERDAZAS est représenté par le tableau 7. D'après ces résultats nous pouvons conclure que les trois moyennes du pH d'eau du barrage sont dans l'intervalle des normes nationales (6.5 et 9). Le pH dépend d'origine des eaux, de la nature géologique du bassin versant. Il résume la stabilité de l'équilibre de l'acide carbonique. Les valeurs observées montrent que le pH est légèrement alcalin. Les moyennes des trois prélèvements varient entre 8,13 et 8,36 et ne dépassent pas les normes.

Tableau 7: Tableau récapitulatif des trois moyennes du pH avec la norme réglementaire.

Paramètre	Moyenne 1	Moyenne 2	Moyenne 3	Réglementation
pH	8,20	8,36	8,13	$\geq 6,5$ et ≤ 9

1.2.3 La conductivité :

Les résultats de la mesure de la CE des eaux du barrage sont présentés par la figure ci-dessous (9) :

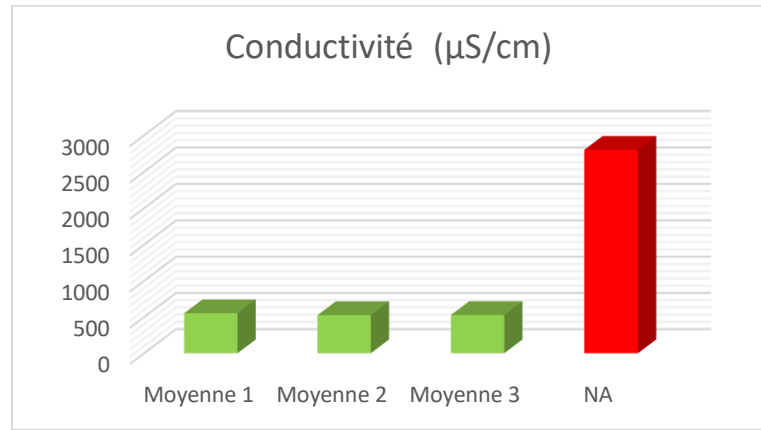


Figure 9 : Variation spatiotemporelles des moyennes de CE des eaux du barrage de Zardezas.

D'après la figure (9) les trois moyennes de la CE ne dépassent pas $550\mu\text{S}/\text{cm}$ qui est inférieure à celle donnée par la norme Algérienne ($2800\mu\text{S}/\text{cm}$). La conductivité d'une eau est un indicateur des changements de la composition en matériaux et leur concentration globale. Elle est proportionnelle à la qualité de sels ionisable dissous (Nisbet et Verneaux, 1970).

1.2.4 La turbidité :

Les valeurs moyennes de turbidité d'eau de barrage sont représentées par le graphique de la figure suivante (10) :

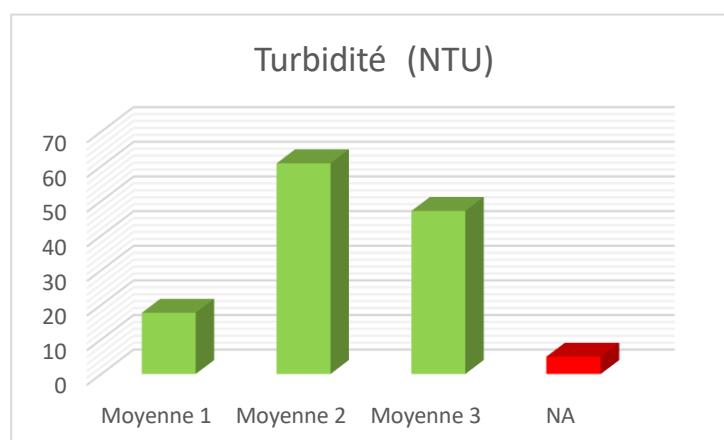


Figure 10: Variation spatiotemporelle de la turbidité moyenne des eaux du barrage de Zardezas.

Chapitre III: Résultats et discussion

Selon la figure 10 on peut dire que les valeurs moyennes de turbidité sont très élevées par rapport à la norme (5 NTU). La turbidité est due à une forte présence de matière en suspension dans les eaux. Cela est dû à la diminution de la capacité du barrage à cause de la baisse des précipitations ces dernières années.

1.2.5 Les matières en suspension MES :

Les résultats de la mesure de la MES de l'eau du barrage sont représentés dans la figure suivante (11) :

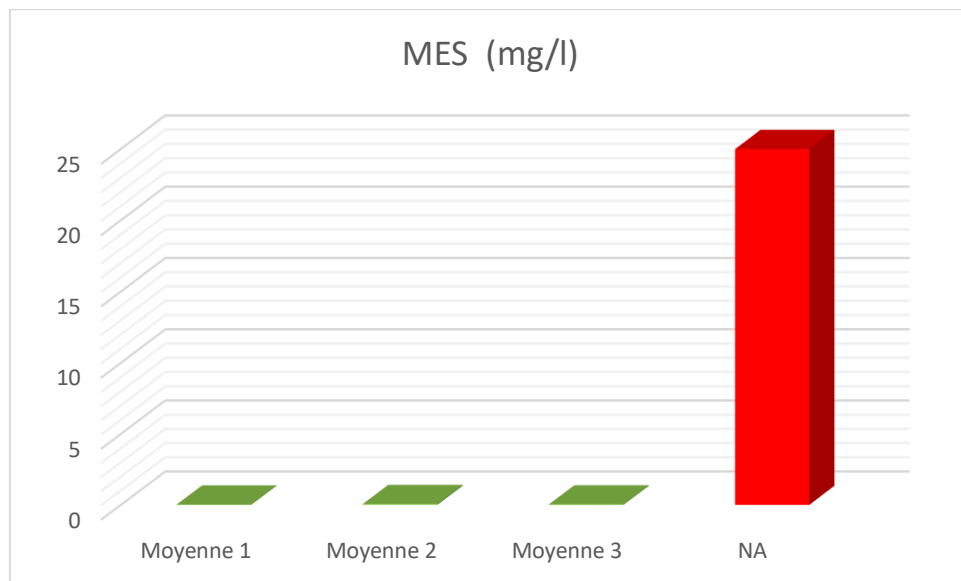


Figure 11: Variation spatiotemporelle des MES moyennes des eaux du barrage de Zardezas.

D'après la figure (11) les moyennes de MES allant de 0,030 mg/l à 0,069 mg/l ne dépassent pas la norme Algérienne (25mg/l). La MES constitue un paramètre important qui marque bien le degré de pollution de l'eau, la présence de celle-ci augmente la turbidité d'eau et diminue sa transparence.

1.2.6 Demande chimique en oxygène DCO :

La figure (12) représente la variation de la DCO dans l'eau pour les différents échantillons :

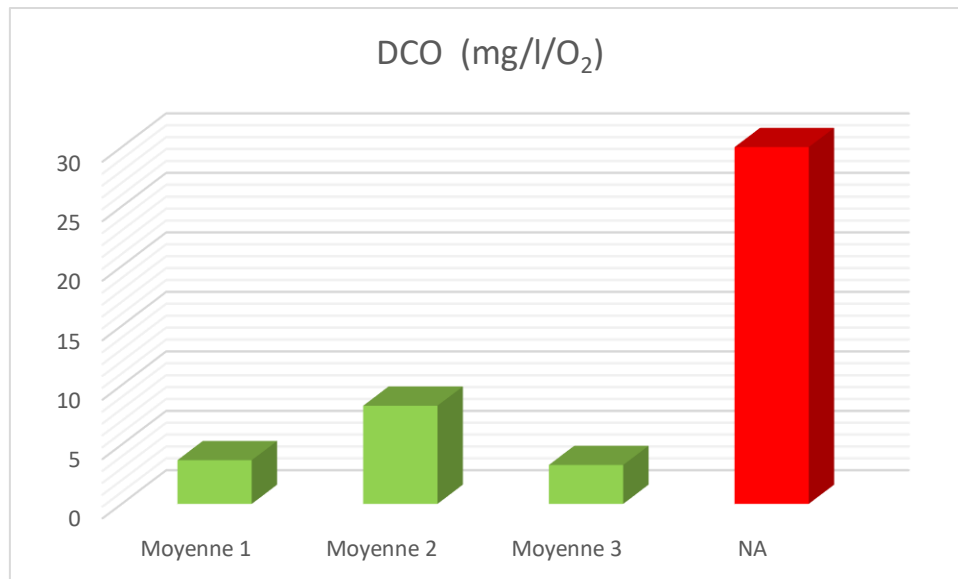


Figure 12 : Variation spatiotemporelle des moyennes de la DCO des eaux du barrage de Zardezas.

D'après ces résultats on remarque que pour les trois moyennes d'échantillons de l'eau du barrage, la DCO présente des valeurs entre 3,27 mg/l et 8,26 mg/l et qui ne dépassent pas 30 mg/l selon la norme Algérienne. Les différences des résultats obtenus par la DCO constituent une indication de l'importance de matières polluantes peu ou pas biodégradables.

1.2.7 Titre Alcalimétrique TA :

Cet histogramme (13) représente la variation de TA pour les différentes moyennes des échantillons.

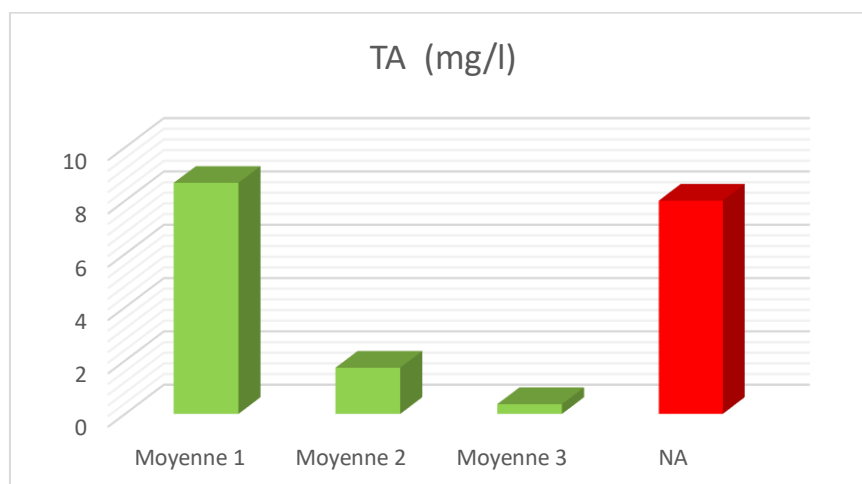


Figure 13: Variation spatiotemporelle des moyennes de TA des eaux du barrage de Zardezas.

Chapitre III: Résultats et discussion

D'après les résultats obtenus on remarque que les moyennes des deux derniers prélèvements sont de 1,73 mg/l et 0,36 mg/l qui est acceptable et ne dépasse pas la norme Algérienne (8mg/l) par contre la moyenne du premier prélèvement est plus élevée (8.66mg/l). TA est utilisée pour déterminer la concentration totale en ion carbonate, ce dernier est lié au PH qui est inférieure à 8, le TA est nul. L'eau ne contient pratiquement que des bicarbonates.

1.2.8 Titre Alcalimétrique Complet TAC :

Les résultats de la mesure de TAC des eaux du barrage sont représentés dans cet histogramme (Fig. 14) :

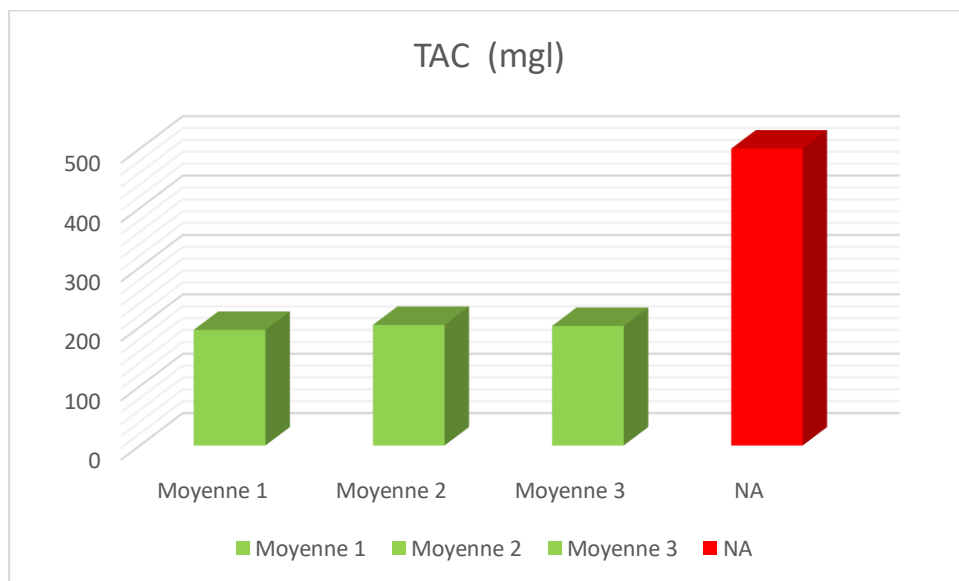


Figure 14: Variation spatiotemporelle des moyennes TAC des eaux du barrage de Zardezas.

D'après l'historgramme de variation du TAC ci-dessus ou peut remarquer que les moyennes de TAC varient entre 194 mg/l et 203 mg/l ce qui reste inférieur aux normes Algérienne (500mg/l). Le TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates.

1.2.9 Dureté Totale TH :

La figure (15) représente la variation spatiotemporelle des moyennes de TH d'eau du barrage.

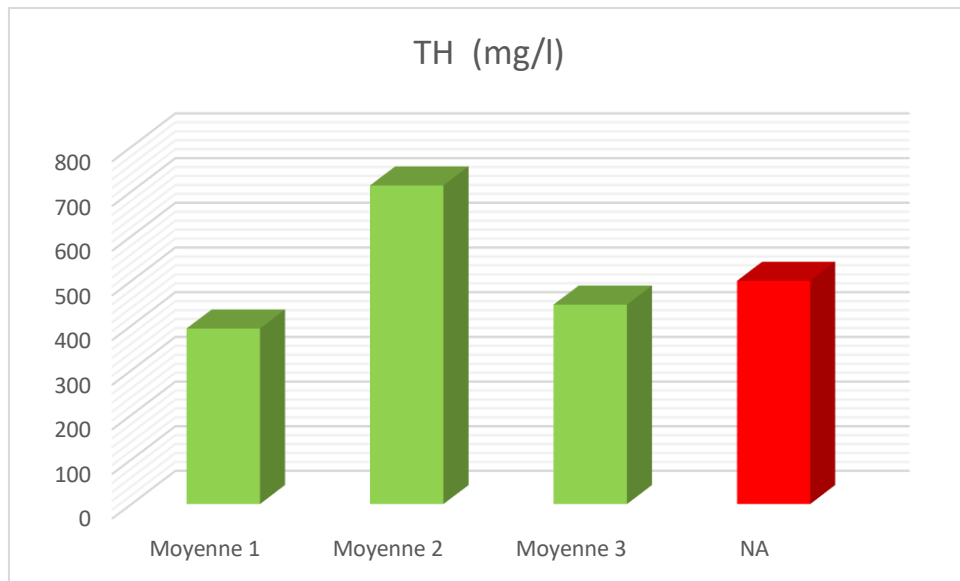


Figure 15: Variation spatiotemporelle des moyennes de TH des eaux du barrage de Zardezas.

D'après ces résultats en remarque que la moyenne du 1^{er} et 3^{ème} prélèvement sont 393.33 mg/l et 446.66 mg/l qui est acceptable est ne dépasse pas la norme algérienne 500mg/l, par contre la moyenne du 2^{ème} prélèvement est plus élevée (713.33mg/l). La concentration du TH est due à une forte présence de Ca^{2+} et Mg^{2+} .

1.2.10 Calcium Ca^{2+} :

La figure (16) représente la variation des ions de calcium de l'eau du barrage Zardezas.

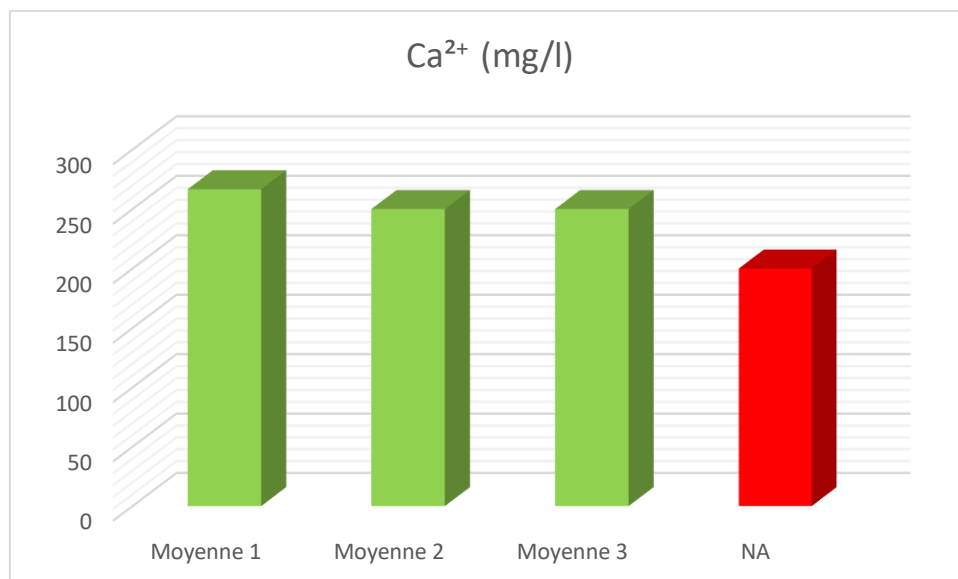


Figure 16: Variation spatiotemporelle des moyennes du Ca^{2+} des eaux du barrage de Zardezas.

Chapitre III: Résultats et discussion

D'après les résultats obtenus, la valeur varie entre 250 mg/l et 266 mg/l ce qui est supérieure aux normes Algérienne fixées à 200mg/l. Donc la concentration de calcium est plus faible, ce qui indique que ces eaux sont moins influencées par la dissolution des formations carbonatées et gypseuses qui est liée avec la présence des ions Ca^{2+} dans l'eau.

1.2.11 Magnésium Mg^{2+} :

Les résultats de la mesure de Mg^{2+} des eaux du barrage Zardezas sont représentés par la figure (17)

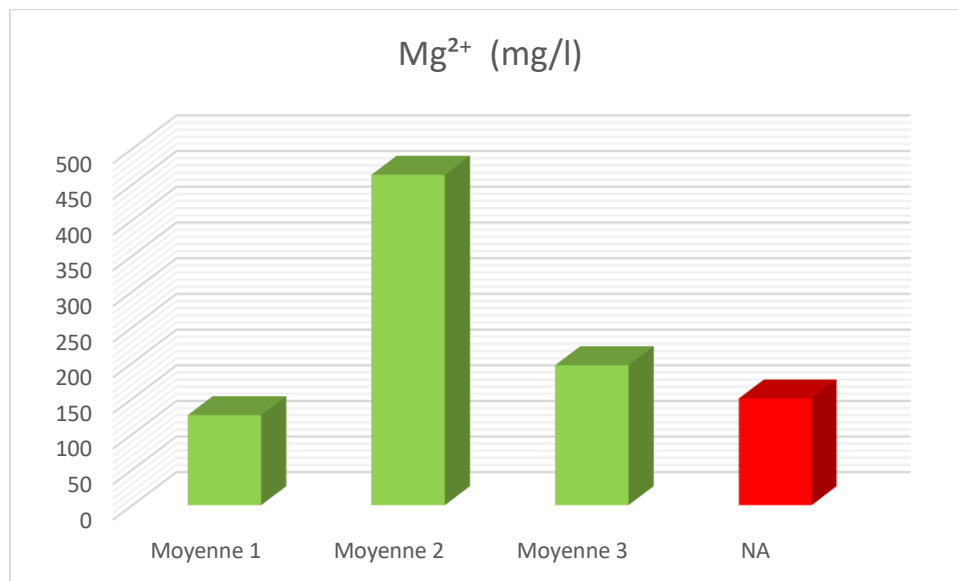


Figure 17: Variation spatiotemporelle des moyennes de Mg^{2+} des eaux du barrage de Zardezas.

La figure (17) représente les variations des moyennes du Mg^{2+} où elle montre que la teneur en Mg^{2+} dans le premier et troisième prélèvement est acceptable et en dessous de la norme (126 mg/l et 196 mg/l) par contre la moyenne du deuxième prélèvement est hautement supérieure à la norme (150mg/l). Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté d'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires.

1.2.12 Chlorures Cl^- :

La figure (18) représente la variation des moyennes des ions de chlorures dans l'eau du barrage.

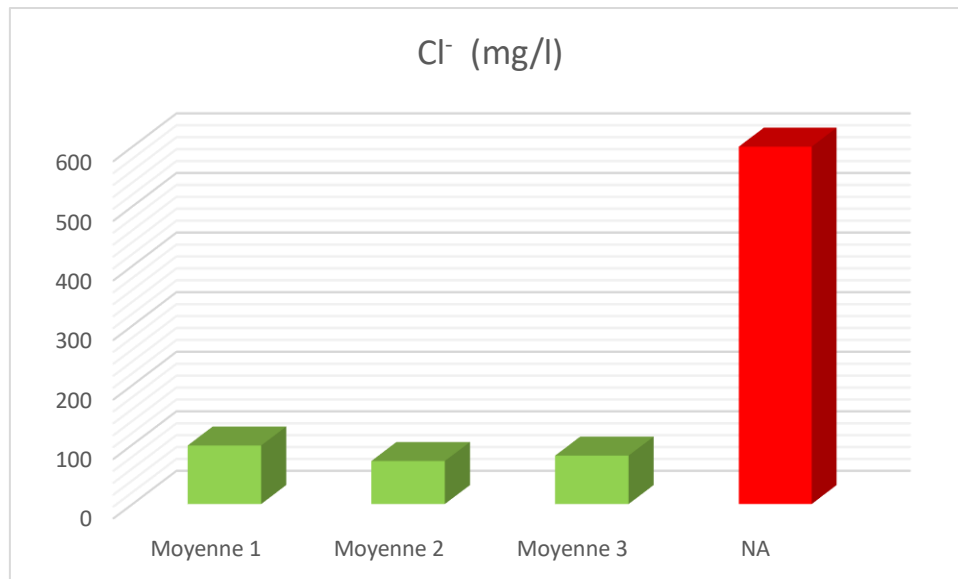


Figure 18: Variation spatiotemporelle des moyennes de Cl⁻ des eaux du barrage de Zardezas.

Les teneurs en chlorures sont de l'ordre de 72,37 mg/l et 98,45 mg/l elles sont inférieures à 600mg/l selon les normes Algérienne, donc la qualité de l'eau du barrage est acceptable.

1.2.13 Silice :

La figure (19) représente la variation moyenne de la Silice dans l'eau du barrage de Zardezas.

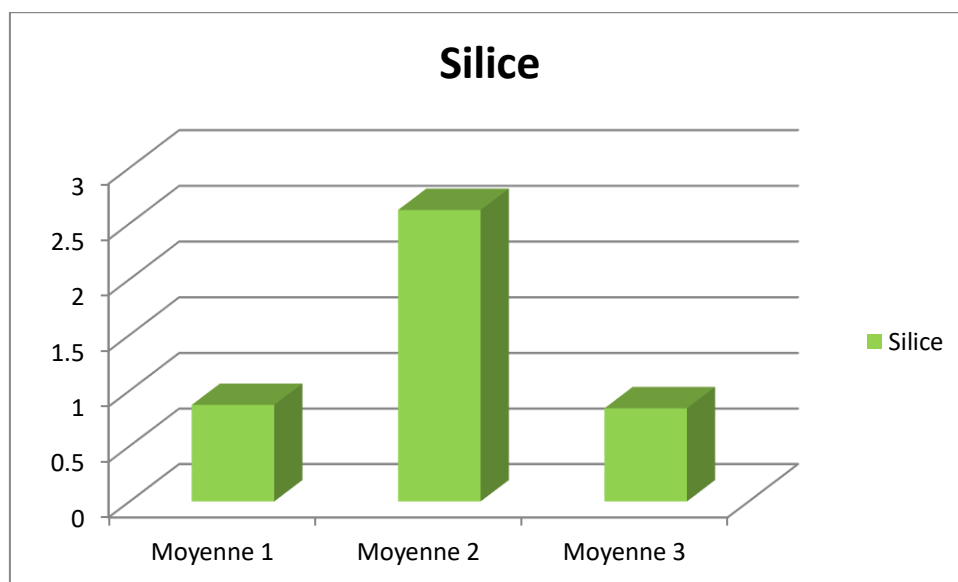


Figure 19: Variation spatiotemporelle des moyennes de la Silice dans les eaux du barrage de Zardezas.

Chapitre III: Résultats et discussion

D'après la figure (19) déduit que la présence de la silice est due aux roches calcaires présentes dans l'eau du barrage.

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que les valeurs de la Température, pH, Conductivité, MES, DCO, TAC et Cl^- sont conformes aux normes algériennes contrairement à la Turbidité, TH, TA, Ca^{2+} , Mg^{2+} qui dépassent légèrement les normes.

3. Discussion :

Le tableau suivant représente les valeurs du pH et de la DCO des deux mois de Mars et Avril de l'année 2021 de la direction des ressources en eau et les valeurs des analyses effectuées en Mars et Avril 2022 pour le barrage de Zardesas.

Tableau 8: Tableau comparatif de l'évaluation du PH et la DCO durant les deux mois de Mars et Avril de l'année 2021 et l'année 2022.

	2021		2022	
	pH	DCO (mg/l/O ₂)	pH	DCO (mg/l/O ₂)
Mars	8.07	24	8.20	3.68
Avril	7.87	27	8.24	5.76

D'après ces résultats on peut remarquer que les valeurs du pH sont proches et presque égales dans les deux années et ne dépassent pas la norme contrairement à la valeur de la DCO qui est un peu plus élevée durant les deux mois de l'année 2021 par rapport à l'année 2022 qui est pratiquement nulle mais qui reste toujours dans le respect de la norme.

Le tableau ci dessous représente les analyses physico-chimiques de l'eau des deux barrages Taksebat Willaya de Tizi-Ouzou et Zardezas Willaya de Skikda en mois d'Avril 2022. Il en ressort une grande variation d'un point de vue comparatif.

Chapitre III: Résultats et discussion

Tableau 9: Tableau comparatif des résultats du barrage Taksebat et barrage Zardezas.

	Moyenne (barrage Taksebt)	Moyenne (barrage Zardezas)
Température (°C)	18.87	19.33
pH	7.56	8.25
Conductivité (µS/cm)	403.5	526
Turbidité (NTU)	0.3	53.96
TA (mg/l)	0	1.05
TAC (mg/l)	14.80	202.2
TH (mg/l)	17	580
Ca ²⁺ (mg/l)	42.40	250
Mg ²⁺ (mg/l)	15.55	330
Cl ⁻ (mg/l)	31.76	76.89

Les moyennes des Température, pH, Conductivité, TA, TAC et Cl⁻ du barrage Zardezas sont supérieurs aux moyennes du barrage Taksebat mais sans dépasser les normes algériennes cependant, les valeurs de Turbidité, TH, Ca²⁺ et Mg²⁺ du barrage Zardezas sont très élevées comparées à celles du barrage Taksebt qui ne dépassent pas les normes algériennes. Cela est dû à la diminution du niveau d'eau du barrage qui est causé par une rareté de précipitations ces dernières années cela a provoqué un déséquilibre dans cet écosystème.

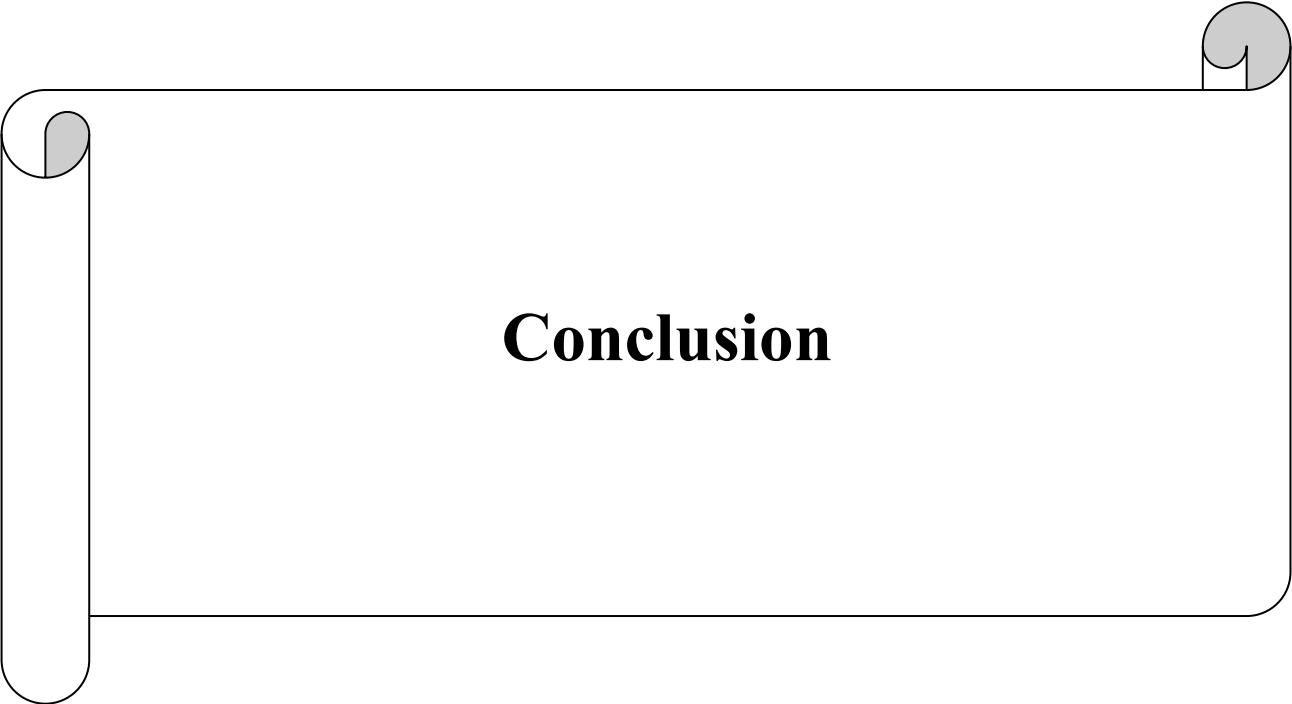
Le tableau ce-dessous représente les valeurs des paramètres (T, pH, Turbidité, MES, DCO) des analyses physico-chimiques des deux barrages : barrage Timgad en Avril 2021 et le barrage Zardezas en Avril 2022.

Tableau 10: Tableau comparatif des résultats d'analyses des barrages Timgad et Zardezas.

	Barrage Koudiet Medouar (Barrage Timgad)	Barrage Zardezas
Température (°C)	17	19.33
pH	7.71	8.24
Turbidité (NTU)	41.15	53.96
MES (mg/l)	23	0.05
DCO (mg/l/O ₂)	45	5.76

Chapitre III: Résultats et discussion

D'après ce tableau comparatif, les moyennes de la température et du pH sont presque égales et ne dépassent pas les normes contrairement aux valeurs de la MES et la DCO du barrage Timgad qui sont plus élevées par rapport à celles du barrage Zardezas qui sont presque nulles mais toujours sans dépassement des normes. En revanche, la valeur de turbidité dépasse largement la réglementation, se qui est provoqué par une forte présence des ions de Ca^{2+} et Mg^{2+} .



Conclusion

Conclusion

L'eau est indispensable à la vie, le constat est simple, tous les êtres vivants ont besoins d'eau pour exister, et cette eau se présente sous forme d'une ressource naturelle telle que les rivières, les mers, les barrages et les lacs, Et qui joue un rôle important dans le maintien de l'équilibre écologique d'où l'intérêt de notre étude (Berrahal Yagoubia, 2019).

Pour conclure notre travail, il convient de rappeler que le barrage de Zardezas est considéré comme le plus ancien barrage de la Willaya de Skikda. Destiné à l'alimentation en eau potable (AEP) et industrielle de la région et l'irrigation des terres situées à l'aval du barrage.

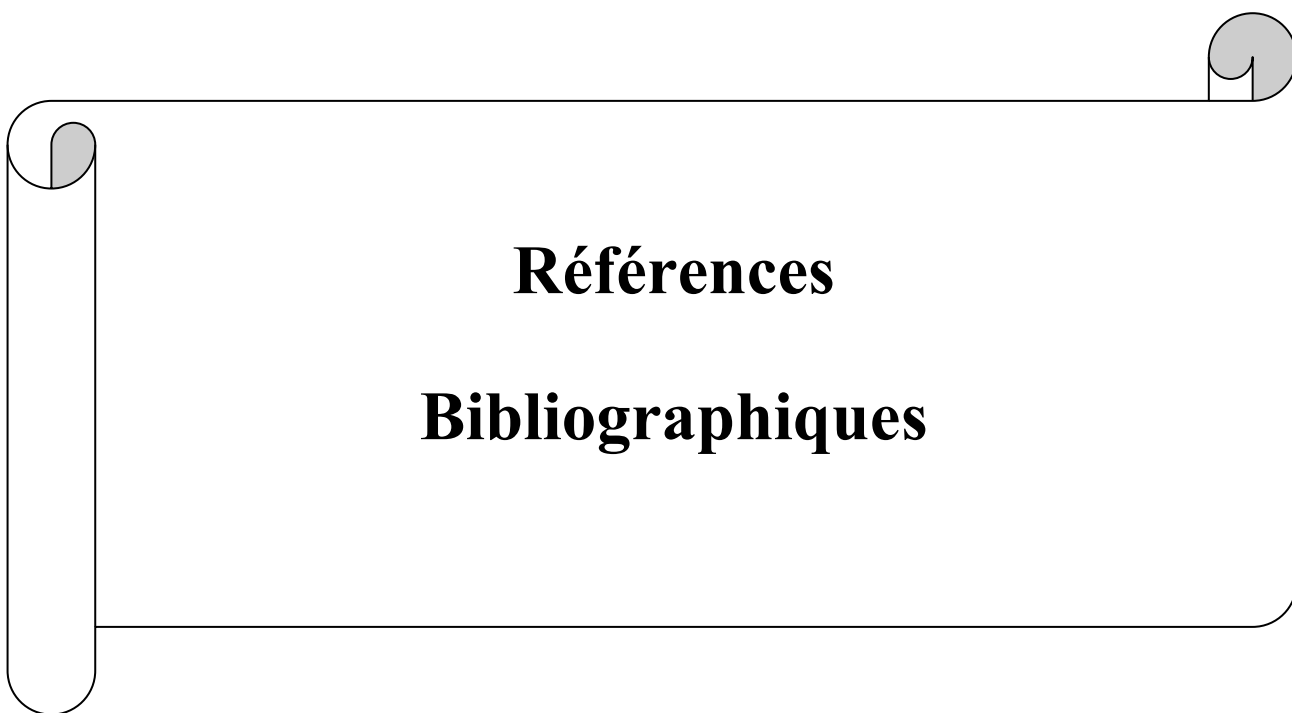
Notre stage à été effectué au niveau du laboratoire de la Raffinerie de la zone industrielle Sonatrach, dans le cadre de notre étude nous avons essayé d'étudier les différents paramètres physico-chimiques de l'eau du barrage (T°, pH, Conductivité électrique, Turbidité, Matières en suspension, Titre hydrotimétrique, Titre alcalimétrique complet, Titre alcalimétrique simple, Chlorures, calcium, Magnésium, Silice, Demande chimique en oxygène) afin d'évaluer la qualité de l'eau et déterminer l'origine éventuelle d'une pollution. Les résultats obtenus révèlent une conformité parfaite par rapport aux normes algériennes.

Perspectives :

A l'heure actuelle, l'eau du barrage est devenue impropre à la consommation, et cela est dû à une grave baisse de son niveau et à l'accumulation de grandes quantités de boues au fond du barrage et au manque de moyens nécessaires pour l'évacuer, ce qui a un impact négatif sur la santé humaine en premier lieu.

Pour cela nous suggérons de :

- Fournir les capacités nécessaires pour enlever la boue accumulée, qu'elle soit humaine ou matérielle.
- Planter des arbres sur les abords du barrage pour réduire l'érosion des sols et ainsi contrôler la quantité de boue accumulée.
- Pendant que ce barrage récupère son état naturel, il est préférable que cette eau soit dirigée vers l'irrigation et l'industrie uniquement.



Références

Bibliographiques

Références bibliographiques :

BerrahalYagoubia, 2019, Evaluation de la matière organique dans les eaux de surface des barrages de l'ouest d'Algérie et évolution des trihalométhanes et le plomb dans le réseau d'eau potable, Thèse de Doctorat en Sciences, 216p.

Jean Rodier, 1996, Analyse de l'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau de mer), 8^{ème} édition, 1260p.

Jean Rodier, 2009, Analyse de l'eau. 9^{ème} édition.

Idres Sadia, 2020, Synthèse bibliographique des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux naturelles, Mémoire Master, 69p.

Ghali Fatiha ; Hammou Fatiha, 2017, Etude de la qualité physico-chimique de l'eau de mer des trois sites « Salamandre ; Sablette et Sidi Medjdoub », Mémoire de Master, 55p.

Keddari Douniz, 2015, Mise au point des technique de mesure de la DBO₅, des formes azotées et des paramètres physique des eaux superficielles, Mémoire de Master

Mekhloufi Assia ; ouanoughi Rania, 2017, Etude des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux du barrage de Boukourdane (Tipaza), Mémoire de Master, 59p

Mokeddem. K ; Ouddane. S, 2005, Qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie-Mascara, pp 18-22.

Ousseini Daouda Boubacar ; Sanoussi M.AliHadjia Fanta, 2018, Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de source dans la région d'Ain Defla, Mémoire de Master, 82p

S. Nekakaa, 1989. Direction de la maintenance et de contrôle. Exploitation du barrage des Zardezas. Rapport sur la situation du barrage des Zardezas.

Touati. 2021, Les écosystèmes aquatiques continentaux terrestres, Cours Licence 3 Ecologie et environnement, 55p

Références (lien internet) :

- [1] https://www.actu-environnement.com/ac/dictionnaire_environnement/definition/demande_biochimique_en_oxygene_dbo.php4
- [2] <http://www.algerie360.com/le-desenvasement-du-barrage-de-zerdaza-skikda-a-l-arret-en-raison-de-difficultes-techniques-et-financieres/amp/>
- [3] <http://www.barrages-hydroelectriques.e-monsite.com/pages/avantages.html>
- [4] <http://www.cerclealgerianiste.fr/index.php/archives/encyclopedie-algerianiste/histoire/histoire-economique/hydro-exploitation/328-le-barrage-des-zardezaz>
- [5] <https://www.future-sciences.com/sciences/definitions/chimie-ph-222/>
- [6] <https://www.google.fr/maps/place/Barrage+Zardezaz/@36.5799841,6.8956427,14z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x12f1a5531f2d6c65:0xe68397f39a6c6011!8m2!3d36.5807247!4d6.9061562>
- [7] http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/documents/FRENCH%20VERSION/Vol_V/Vol%20V_Ch06_frh.pdf
- [8] https://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalyseEau/Physico_chimie_PresGen.pdf
- [9] <https://qualitexpert-dz.com/qcq/analyse-de-leau/#:~:text=L%E2%80%99analyse%20physico%2Dchimique%20de%20routine%20de%1%E2%80%99eau,%20et%20duret%C3%A9%20calcique%20et%20magn%C3%A9sienn>
- [10] https://satellites.pro/carte_de_1_Algerie#36.582797?6.907868?14
- [11] <https://www.velleminfroy.fr/residu-sec-mineralisation-quelle-eau-buvez-vous/>
- [12] https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2019/03/fich3_MatierOrgan.pdf

[13]

[http://197.112.0.211/soudouddzair/index.php?action=esmap_vect&table=chahidgisbrrage
&id=43](http://197.112.0.211/soudouddzair/index.php?action=esmap_vect&table=chahidgisbrrage&id=43)