

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعلّم العالّى والبّحث العلمى

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة (01)

Université Saad Dahleb Blida (01)

Faculté de science et thecnologie

Département : science de l'eau et Environnement



MEMOIRE FIN D'ETUDE MASTER

Filière : Hydraulique

Spécialité : Ressources Hydrauliques

Thème :

**Utilisation du Logiciel XLstat à
L'étude de la qualité des eaux de
Barrage Keddara
W (Boumerdes)**

Présenté par :

**BERKOUK ABD ELMADJID
ZAIT ABIR**

Encadré par :

Mme: BOUZOUIDJA souad

Jury de Soutenance :

**Mr REMINI BOUALEM
Mr BOUZARIA HOUSSEYN**

**Président
Examineur**

**UNIV: Saad Dahleb Blida
UNIV: Saad Dahleb Blida**

Promotion Septembre 2020

Remerciements :

Après avoir rendu ce travail à notre créateur,

Un grand merci à notre encadrante madame **Souad Bouzouidja** Chef département de science de l'eau et d'environnement , quelle nous a proposés le sujet de ce mémoire, comme elle nous a toujours accueillis et encouragé avec bienveillance malgré ses multiples occupations et ses nombreuses charges, elle a su nous supporter jusqu'au bout ,pour ces qualités humaines d'écoutes et de compréhensions tout au long de ce travail, pour son partage de connaissances et son aide dans tous les étapes de réalisation du projet .

On tient à remercier également monsieur **Moulti Abd Elouhab** ingénieur en **ANRH**, pour le temps qu'il a consacré et pour les précieuses informations qu'il nous a prodigués avec intérêt et compréhension.

On adresse aussi nos vifs remerciements aux membres des jurys pour bien voulu examiner et juger ce travail.

Dédicace :

Je dédié ce travail a :

A mes **chers parents** aucune ne dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer à leur juste valeur la gratitude et l'Amour que je vous porte.

Je mets entre vos mains le fruit de longue années d'études, votre soutien et votre encouragement mont toujours données de la force pour persévérer pour prospérer dans la vie, chaque ligne de ce mémoire chaque mot et chaque lettre vous exprime la reconnaissance, le respect, l'estime et le merci d'être mes parent.

A mess deux petites sœur : **Lyne** et **Hanine**, merci d'être là pour moi, de me faire rigoler et déstresser je vous aime.

Je le dédié aussi a tout ma famille, ma tante **Fatima Zohra** pour ta présence et tes conseils, et plus particulièrement à ma **mamie Rabi yarhamha**, elle m'a toujours soutenu, elle a voulu assister à ce jour-là mais malheureusement le destin nous a séparé d'elle.

A toutes mes copine : **yousra, Ilhem, Maroua** et sans oublier tous mes enseignants du primer jusqu'à l'Université.

Zait Abir

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect à :

A ma très chère mère .Tu es l'exemple de dévouement car tu n'as jamais cessé de m'encourager et de prier pour moi, Puisse dieu, le tout puissant te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon père qui a fourni tant d'efforts jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

A mes frères et mes sœurs et leurs maris (Mohamed et Djilali)

A mon frère Salim (Rabi yarahmo)

A ma nièce (chaima)

A toute ma famille, Et sans oublier Mr mohamed et Mr mnaouar

A mes amies Ali, Walid, merci d'être toujours près de moi.

Berkouk Abd ELMadjid

الملخص:

المياه ذات أولوية بالنسبة للجزائر، فقد عانى شمال الجزائر دائماً من مشاكل تتعلق بكمية ونوعية المياه السطحية. يتعرض مورد المياه السطحية لمخاطر محتملة من التدهور المزمن أو العرضي، ويعزى هذا الوضع جزئياً إلى التصريفات الحضرية والصناعية التي غالباً ما تكون متنوعة بشكل مباشر في الأنهار. الهدف من هذه الدراسة هو دراسة جودة سد كدرة باستخدام نموذج XLstat الإحصائي. الكلمات المفتاحية: السد، الفيزيائية والكيميائية، L'ACP.

Résumé :

L'eau est un domaine prioritaire pour l'Algérie, le nord algérien a toujours connu des problèmes liés à la quantité et la qualité des eaux superficielles.

La Ressource en eau de surface se trouve exposée à des risques potentiels d'altération chroniques ou épisodiques, cette situation est en partie due aux rejets urbains et industriels qui, qui sont souvent diversifiés directement dans les cours d'eau.

Cette étude a pour l'objectif, d'étudier la qualité du barrage **Keddara** en utilisant un modèle statistique XLstat.

Mots clés : Barrage, paramètres physico-chimique, l'ACP

Abstract :

Water is an essential and priority area for Algeria, Northern Algeria has always known problems related to both quality and quantity of surface water.

The surface water resource is exposed to potential risks of chronic or episodic deterioration, this situation is partly due to urban and industrial discharges, which are often diverse directly in the rivers.

The main purpose of this study is to study the quality of the Keddara dam using an XLstat statistical model.

Key words : Dam, physico-chemical parameters, PCA.

Sommaire :

Introduction générale :	1
Première partie : Synthèse Bibliographique	3
Chapitre I :	4
Présentation de la zone d'étude	4
I. Présentation de la zone d'étude :	5
I.1 Introduction :	5
I.2 Présentation du barrage keddara :	6
I.2.1 Situation Géographique :	6
I.2.2 présentation du barrage de keddara :	7
I.2.3 Destination et rôle du barrage :	8
I.3 Hydro climatologie :	9
I.3.1 Aspect du climat :	9
I.3.2 Les précipitations :	9
I.3.3 Température :	10
I.3.4 L'humidité et vent :	11
I.3.5 relief :	11
I.3.6 Sol :	11
I.4 Milieux physiques :	14
I.4.1 Définition d'un bassin versant :	14
I.4.2 Le bassin hydrographique :	14
I.4.3 Délimitation du bassin versant d'oued keddara :	15
I.4.5 Occupation du sol :	18
I.5 conclusion :	20
Chapitre 2 :	21
Paramètres physico-chimique des eaux superficielles	21
II Introduction :	22
II.1 Paramètres de la qualité des eaux superficielles :	22
II.1.1 Les paramètres physico-chimiques :	22
II.1. 2 Les paramètres de pollution :	25
II.1. 3 Différentes formes d'azote :	25
II.2 Impacts anthropiques sur la qualité des eaux de surface :	27
II.3 Evaluation de la qualité des eaux :	27

II.3.1 Le système d'évaluation de la qualité (SEQ-Eau) :	27
II.3.2. Normes et classes de la qualité des eaux superficielles :	27
II.3.3. Classe qualités du barrage :	29
Conclusion :	30
Deuxième partie :	31
Analyse statistique	31
Chapitre 1 :	32
Analyses en composante principales	32
ACP	32
1. Analyse En Composantes Principales :	33
1.1L'objectif de l'ACP :	33
1-2 la représentation graphique :	34
1.2.1 Individus :	34
1.2.2 Variables	35
1.2.3 Corrélation :	35
1.2.4 Coefficient de corrélation de Pearson (r) :	35
1.2.6 Cercle des corrélations :	36
Conclusion :	36
Chapitre 2 :	37
Résultats et interprétations	37
1. Analyse en composantes principales :	38
1.1Cercle de corrélation :	41
1.2 Cosinus carrés des variables	42
1.3 Le graphique des observations :	44
1.4 Conclusion :	45
Conclusion Générale :	46

Liste des Figures

Fig.1.1 Photo du barrage keddara	6
Fig1.2 Photo par satellite de l'emplacement du barrage keddara	7
Fig 1.3 Fiche technique correspondante au barrage	8
Fig. 1.4 pluviométrie de Boumerdes	9
Fig 1-5 Représentation Géologique de la région	11

Fig 1.6 Un bassin versant.....	14
Fig 1-7 Représentation du sous bassin cap Matifou.....	15
Figure 1-8 Délimitation avec Arc Gis.....	16
Fig.1.9 L'occupation du sol de la zone d'étude.....	19

Liste des Tableaux

Tableau N°1.1 : Répartitions des Précipitations moyennes mensuelles.....	10
Tableau N°1.2: les moyennes Pluies annuelles de 5ans.....	10
Tableau N° 1.3 : les moyennes des températures moyennes (2014_2019).....	10
Tableau N°1.4 Bassins hydrographique : Algerois-Hodna-Soummam.....	15
Tableau N : 1.5 caractéristiques morphométriques et physiographiques du B.V keddara.....	17
Tableau 2.1 : Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique.....	23
Tableau 2.2: Grille de la qualité des eaux superficielles(ANRH).....	28
Tableau2.3: La classification de la qualité des cours d'eau en Algérie.....	29
Tableau2.4 : Classes de qualité du barrage Keddara.....	29
Tableau 2.5 : Classes de qualité du barrage Keddara.....	30
Tableau 1 :les facteurs en composantes.....	38

Introduction générale :

Bon nombre de pays connaissent des difficultés dans le domaine de l'eau entre autre l'Algérie, En effet L'Algérie est un pays semi-aride, voire même Aride (200 à 400 mm) ou les ressources en eau sont faibles, irrégulières, et localisées dans la bande côtière, l'apport total des précipitations serait de l'ordre 100 milliards de m³ d'eau par an dont 12.4 milliards de m³ en écoulements superficiels, et seuls 6 milliards de m³ sont mobilisables en tenant compte des sites favorables techniquement (Hydrologie, topographie, géologie).

Avec sa centaine de barrages (174), ne mobilise que $8.5 \cdot 10^9$ m³ d'eau, Les sédiments y déposés sont évalués à de $65 \cdot 10^6$ m³/an de volume perdu. [9]

La protection des barrages a été un sujet de préoccupation grandissante depuis de nombreuses années, même si ça n'a pas été toujours en succès et même si la protection nécessaire et les précautions ne sont pas toujours assurées [3].

Le Barrage de Keddara Bouzegza est une retenue d'eau de la Basse Kabylie de Djurdjura (ou l'actuelle wilaya de Boumerdès en Kabylie, Algérie), qui se situe à l'est de la ville de Keddara Bouzegza, ville nodale de Kabylie, rattachée à la wilaya de Boumerdès.

Il est bâti sur le territoire de la commune d'El Kherrouba, wilaya de Boumerdès.

Le barrage de Keddara Bouzegza est l'un des 174 barrages opérationnels en Algérie alors que 30 autres sont en cours de réalisation en 2015.

A l'échelle globale nos barrages sont menacés par le phénomène d'eutrophisation qui est généralement définie comme l'enrichissement des eaux en nutriments, qui sont essentiellement le phosphore et l'azote qui favorisent la croissance des végétaux. Elle est le plus souvent liée à un apport anthropique dû à la présence de terres agricoles, de rejets de stations d'épuration ou d'effluents domestiques.

L'eutrophisation entraîne une dégradation des milieux aquatiques et une réduction de la biodiversité. Cette détérioration n'est évidemment pas sans conséquence sur la santé humaine ; la pollution des eaux de surface pourrait engendrer diverses maladies

telles que : (choléra, typhoïde, hépatites,) cette eau de moindre qualité, rend le traitement de potabilisation des eaux des retenues complexe et coûteux [3].

Notre travail est une contribution originale qui repose sur l'étude de la qualité des eaux du barrage keddara ou nous allons voir l'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux de barrage on utilisant un modèle mathématique donner par le logiciel (XLSTAT).

Dans ce contexte nous allons présenter notre projet on deux parties :

La première partie : synthèse bibliographique ou nous allons voir deux chapitres :

- Chapitre 1 : présentation de la zone d'étude
- Chapitre 2 : paramètres physico-chimique des eaux superficielles

Dans la deuxième partie : Analyse statistique nous verrons en :

- Chapitre 1 : l'utilisation de l'outil statistique dans l'analyse de la qualité des eaux (xlstat, ACP)
- Chapitre 2 : Résultats et interprétation

Enfin nous allons terminer par une conclusion générale.

Première partie :

Synthèse Bibliographique

Chapitre I :

Présentation de la zone d'étude

I. Présentation de la zone d'étude :

I.1 Introduction :

L'Algérie par son climat se trouve confrontée à une rareté et à une distribution irrégulière des pluies dans le temps et dans l'espace. Néanmoins ces ressources en eau, aussi bien de surfaces et souterraines, constituent l'une des principales richesses sur lesquelles repose la prospérité de ce pays dans l'avenir, ainsi que la réussite de son développement économique, agricole et social.

Donc l'insuffisance de l'eau nous oblige à protéger toutes les ressources disponibles contre toutes pertes et à l'utiliser d'une manière rationnelle et scientifique, et ce, pour satisfaire les besoins des différents secteurs (AEP, l'industrie, l'irrigation).

Dans ce premier chapitre nous allons consulter la zone d'étude du barrage **keddara**.

I.2 Présentation du barrage keddara :

La figure 1.1, montre une photo récente du barrage keddara



Fig.1.1 photo du barrage keddara (Google image)

I.2.1 Situation Géographique :

Le barrage de keddara est situé au nord algérien, au centre de plusieurs villages à l'est et au sud-ouest de la ville de Keddara Bouzegza.

Il se trouve à :

La wilaya de Boumerdes

La daïra de Boudouaou

La commune Elkharrouba



(Fig1.2)Photo par satellite de l'emplacement du barrage keddara

I.2.2 présentation du barrage de keddara :

Le barrage de **KEDDARA** est situé sur le territoire de la Wilaya de BOUMERDES, à 8 km au sud de BOUDOUAOU et 35 km à l'est d'ALGER.

Avec des coordonnées géographiques de : X=564m, 321m / y= 372m, 651 m. [2]

L'oued KEDDARA, au droit du site et après sa confluence avec l'oued EL HAAD, prend le nom d'oued BOUDOUAOU, mais le site est, cependant, généralement appelé KEDDARA. Le barrage ferme la vallée de l'oued BOUDOUAOU à la fin du cours montagneux de l'oued KEDDARA, un peu avant le débouché de celui-ci dans la plaine de MITIDJA immédiatement après le confluent avec l'oued EL HAAD. [1]

I.2.3 Destination et rôle du barrage :

Le barrage KEDDARA fait partie de l'aménagement ISSER-KEDDARA.

L'aménagement est destiné à {satisfaire les besoins en eau potable de l'agglomération et permettra d'augmenter d'environ 150×10^6 m³/an le volume antérieurement disponible.[2]

La retenue de KEDDARA est alimentée par les apports des oueds KEDDARA et EL HAAD et par la galerie de transfert provenant de la retenue du HAMIZ ; dans une nouvelle phase, elle sera alimentée aussi par des apports provenant de l'oued ISSER [1] c'est-à-dire que le remplissage de la retenue dépend du pompage des eaux de la prise de Beni-Amrane.

Les principales caractéristiques générales (figure1.3) se résument une fiche technique d'ANRH :

Caractéristiques hydrologiques :	
Oued	: BOUDOUAOU
Capacité initiale	: 145,60 hm ³
Capacité dernier levé (2004)	: 142,39 hm ³
Apport moyen annuel	: 32,30 hm ³ /an
Envasement	: 0,05 hm ³ /an
Surface du bassin versant	: 93 km ²
Caractéristiques du barrage :	
Type	: TERRE
Hauteur	: 106,00 m
Longueur	: 468,00 m Côte retenue normale (R.N) : 145,00 m
Côte Plus Hautes Eaux (P.H.E)	: 147,32 m
Déversoir : LABYRINTHE	: 750 m ³ /s
Vidange de Fond	: 55 m ³ /s
Année de construction	: 1982
Année de mise en Eau	: 1986
Destination :	
• Alimentation en Eau Potable de la ville d'Alger : - Dotation annuelle en 2007 : 76,0 hm ³	

Figure (1.3) Fiche technique correspondante au barrage

I.3 Hydro climatologie :

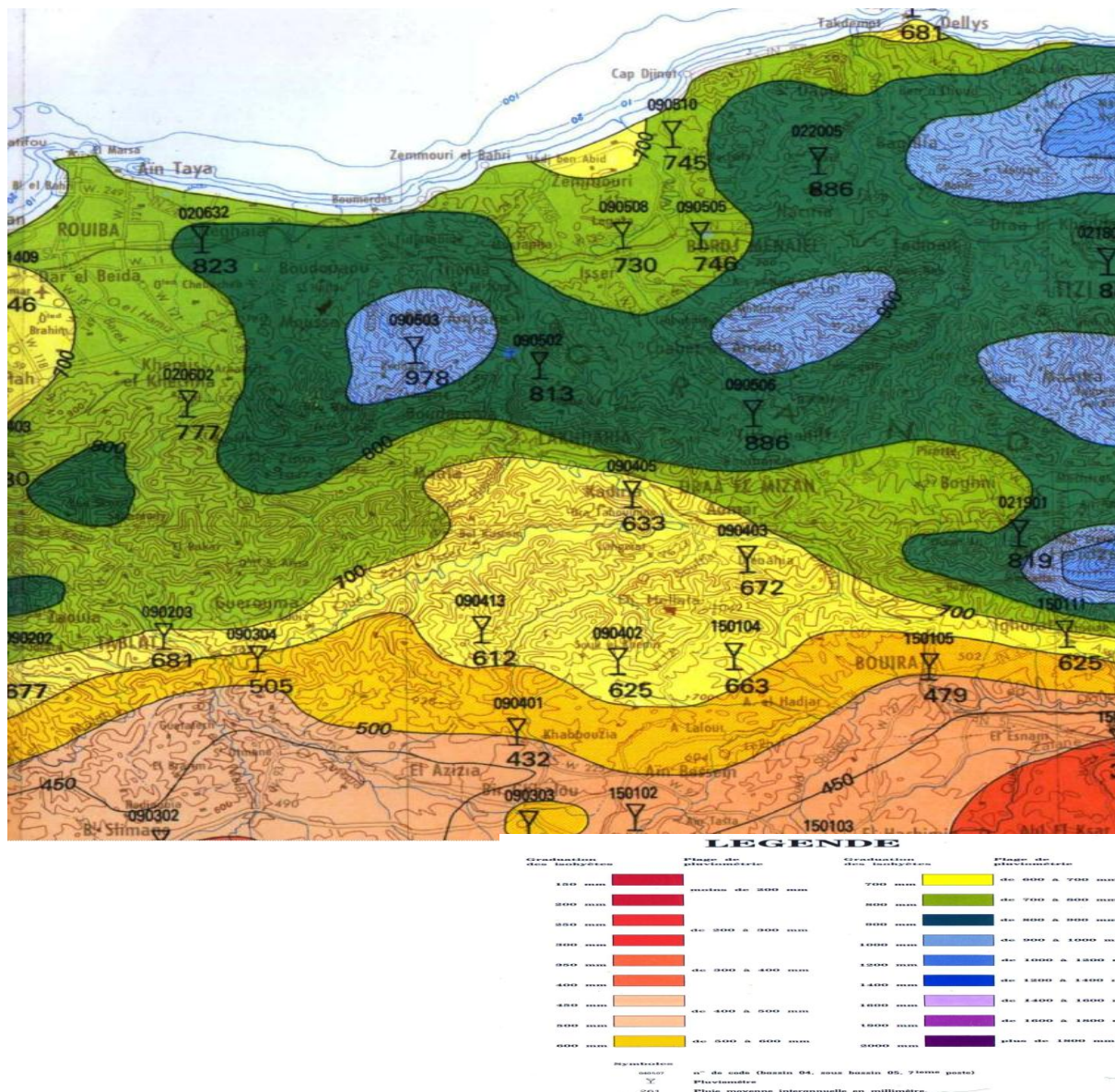
I.3.1 Aspect du climat :

Le climat est de type méditerranéen, il est caractérisé par des hivers doux pluvieux et des étés chauds [2]

I.3.2 Les précipitations :

La pluie est un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères. La région d'étude est considérée parmi les régions les plus arrosées avec une moyenne annuelle de l'ordre de 700 à 800mm. Elles sont relativement importantes, variables et irrégulières d'une année à une autre.

Fig.(1.4) Pluviométrie de Boumerdes[ANRH]



Pluies moyennes mensuelles :

Le mois le plus pluvieux est le mois de décembre, Sa pluviométrie peut atteindre parfois les 169,96 mm.

Mois	sep	oct	nov	déc	Jan	fev
Pluies moyennes mensuelle	35,92	28,48	100,12	169,96	154,7	30,98
mar	avr	mai	jui	juil	août	TOT
71,96	56,78	17,68	11,8	0	1,42	672,8

Tableau (N°1.1) : Représentation des Précipitations moyennes mensuelles (2014 2018)

Pluies moyennes annuelles :

Elles sont assez importantes, elles varient entre 642mm et 835 mm La moyenne annuelle de 5ans d'observation égale 729,68mm.

Année	2014	2015	2016	2017	2018	moy
Pluies annuelles	642,5	642,5	835,5	835,5	692,4	729,68

Tableau (N°1.2) : Représentation des Pluies moyenne annuelles de (2014-2018)

I.3.3 Température :

La température moyenne saisonnière varie entre 12,03°C en hiver et 24,7°C en été. Par contre la moyenne annuelle et de l'ordre de 17.30 °C.

Mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev
Température en c°	21,35	19,52	14,68	13,7	12,03	12,47
Mar	avril	mai	jui	juil	Aout	
13,69	14,5	16	21,67	23,15	24,7	

(N° 1.3): variation des températures moyennes (2014-2018)

I.3.4 L'humidité et vent :

L'humidité est plus élevée en hiver qu'en été, le taux d'humidité moyen au cours de l'année est de 70%. Le vent est un facteur important du climat, il influe sur la température, l'humidité et l'évaporation.

La direction, la fréquence et la vitesse des vents sont variables au cours de l'année. En général, la connaissance de la vitesse et de la direction des vents est primordiale pour la mise en place d'un ouvrage quelconque. Les vents dominants dans la région sont ceux du Nord-ouest avec une vitesse assez constante au cours de l'année, entre 1.9 et 2.5 m/s, avec un maximum en hiver et un minimum en été. [4]

Le barrage de keddara est exposé presque complètement au vent dominant du nord-ouest, il est considéré comme une des sources d'une pluviométrie relativement prononcée.

I.3.5 relief :

Le relief de la Wilaya de Boumerdes se caractérise par la juxtaposition d'ensembles physiques bien différenciés : Les plaines et les vallées au nord, les collines et plateaux dans la partie intermédiaire et les montagnes au Sud. [6]

I.3.6 La Géologie de la région :

La région **keddara** est caractérisée par une dominance des sols calcaires, et on trouve des sols argileux de texture moyenne à fine dans la région de Boudouaou. Le haut bassin des oueds El Haad et Keddara, aux pentes fortes, et le sol est à nu ou recouvert d'une maigre végétation. [2]

La carte suivante montre la géologie de la région

TERRAINS SÉDIMENTAIRES

A	Aluviens actuelles; lacs, marécages, deltas, chotts, sables, limons et coquilles d'opalin	
D	Dans récentes	
qt	Quaternaire continental; alluvions, rqa, terrasses	
qm	Quaternaire marin; plages anciennes et formations dunaires consolidées qui les accompagnent	
qC	Calabriens; gis. marins et formations dunaires associées	
qV	Villafranchien; calcaires lacustres, argiles à légers, couches rouges	
pV	Pliocène continental et Villafranchien non séparés (pV)	
pc	Pliocène continental; podolites, calcaires lacustres	
p	Pliocène marin; conglomérats blancs, mollusques, grès et formations dunaires subordonnées	
mp	Pontien (équivalent du m ₂)	
ms	Miocène terminal marin et lagunaire; couches à Trépoli, marais à Zypre	
mm	Miocène supérieur marin; calcaires, grès, argiles	
mo	mi	Miocène continental antépontien
mi	Miocène inférieur marin (Burdigalien)	
oa	Aquitainien continental (passant insensiblement à la base du Burdigalien)	
oc	Oligocène continental (passant insensiblement à l'Éocène sup ^r continental)	
o	Oligocène marin insensiblement à l'Éocène supérieur)	
em	Éocène moyen marin	
ee	Éocène moyen et inférieur continental	
ei	Éocène inférieur marin	
es	es Crétacé supérieur marin	
ese	ese Crétacé supérieur continental	
eam	eam Crétacé supérieur marin non subdivisé	
em	em Crétacé moyen (marin ou lagunaire) et Turonien	
en	en Cénomanien	
e	e Crétacé marin non subdivisé	
ei	ei Crétacé inférieur (Vauconien à Berriassien)	
eip	eip - crétacés et subcrétacés	
eic	eic - crétacés et lagunaires	
	Crétacé et jurassique non séparés	
js ₂	js ₂ Jurassique sup ^r et moyen	
js ₁	js ₁ Jurassique sup ^r et moyen marins non séparés	
js ₃	js ₃ Portlandien et Kimmeridgien (passant insensiblement à la base du Berriassien)	
js ₄	js ₄ Lusitanien	
js ₅	js ₅ Oxfordien et Callovien	
jm	jm Jurassique moyen (passant insensiblement à l'Aalénien supérieur)	
ji ₂	ji ₂ Anisien et Turécien	
ji ₁	ji ₁ Domérien et Phénobachien	
ji ₃	ji ₃ Anisien à Domérien	
ji ₄	ji ₄ Phénobachien à Rhétien	
t	Trias marin ou lagunaire	
pt	Permo-Trias; gis. rouges, conglomérats	
hs	hs Westphalien D et Stéphanien	
hw	hw Westphalien AB et C	
hwab	Westphalien C (hWC) Westphalien AB (hwab)	
hn	hn Namurien	
h	h Carbonifère non subdivisé	
hv	hv Viséen	
hd	hd Dinantien	
ht	ht Touzouzien	
d	d Dévonien (sup ^r ds; moyen dm; inf ^r di)	
sa	sa Gothlandien	
si	si OrdoVICIEN	

	Cambo-OrdoVICIEN
	Aalénien
ki	Georgien
ks	Conglomérats de base du Georgien
s	Primaire non subdivisée
X _{3a}	Précambrien supérieur (schistes et grès Conglomérats)
X ₃	
X ₂	Précambrien moyen: schistes et ardoVICIENS

TERRAINS MÉTAMORPHIQUES

	Métamorphisme faible de qj et ci (Région d'Oran)
	Métamorphisme de contact
	Micaschistes, schistes cristallins
	Gneiss
	Pyroxénites
C	Calcaires métamorphiques (schistes, argiles)
Z	Amphibolites, pyroxénites, granites, etc.

ROCHES IGNÉES

	γ Granites, granodiorites
	γ ^m Microgranites, microgranodiorites
	Diorites, gabbros, dolérites
	Rhyolites, andésites, dacites et tufs associés
	Andésites et tufs associés
	Basaltes et tufs associés
	Phonolites
	Serpentines
	Roches associées au Trias (diorites, ophiolites, gabbros, etc.)

Les lettres q(Quaternaire), t(Tertiaire), s(Secondaire), et (Permo-Trias), h(Dévonien et Carbonifère), X₁₋₃(Précambrien), suivies sans indice des roches indiquées précèdent l'âge, chaque fois qu'il n'a été possible de le faire.

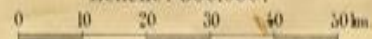
CARTE GÉOLOGIQUE DE L'ALGÉRIE (2^{ème} édition)

Dressée d'après la 1^{ère} édition et les travaux récents par MM. Cornet, A. Dalloni, M. Deleury, P. Flanbrin, J. Guatier, M. Gourinard, Y. Goussou, X. Laffitte, R. avec la collaboration de MM. Agnié, A. Bertrams, J. Caire, A. Chadenon, L. Cheylan, G. Clair, A. Cornet, G. Craye, H. Drogger, C. Dubourdieu, G. Duplan, L. Dorand-Belge, M. Durouay, G. Gevin, F. Glacou, J. Glangeaud, L. Guillemot, J. Hilly, J. Karpoff, R. Lucas, G. Marks, P. Mattauer, M. Moussi, H. Mourou, P. Rast, A. Raven, Th. Sadron, C. Thébaud, J. Van de Fliert, R. J. Vieu, L. Voitte, C. du Service géologique de la Société Nationale de Recherche et d'Exploitation des Pétroles en Algérie et des Services géologiques du Maroc et de la Tunisie pour leurs territoires respectifs.

Manuscrit mis au point par les soins de M. Bouillon, Chef des Travaux graphiques. Carte éditée en 1951-1952, M. G. Bélier, Ingénieur Général des Mines, était Directeur du Service de la Carte géologique, MM. R. Laffitte, J. Boyer, H. Terrier, Conseillers scientifiques.

ASSEMBLAGE		
ORAN NORD	ALGER NORD	CONSTANTINE NORD
1	3	5
ORAN SUD	ALGER SUD	CONSTANTINE SUD
2	4	6

Echelle: 500.000^e



I.4 Milieux physiques :

I.4.1 Définition d'un bassin versant :

Le bassin versant est défini comme une unité topographique et hydrographique dans laquelle se produit des entrées d'eau (sous forme de précipitation, les apports souterraines issus d'autre bassin) ou l'écoulement s'effectue suivant un système de pente et de drains naturel, en direction de l'exutoire ou de l'embouchure de cours d'eau collecteur [5].

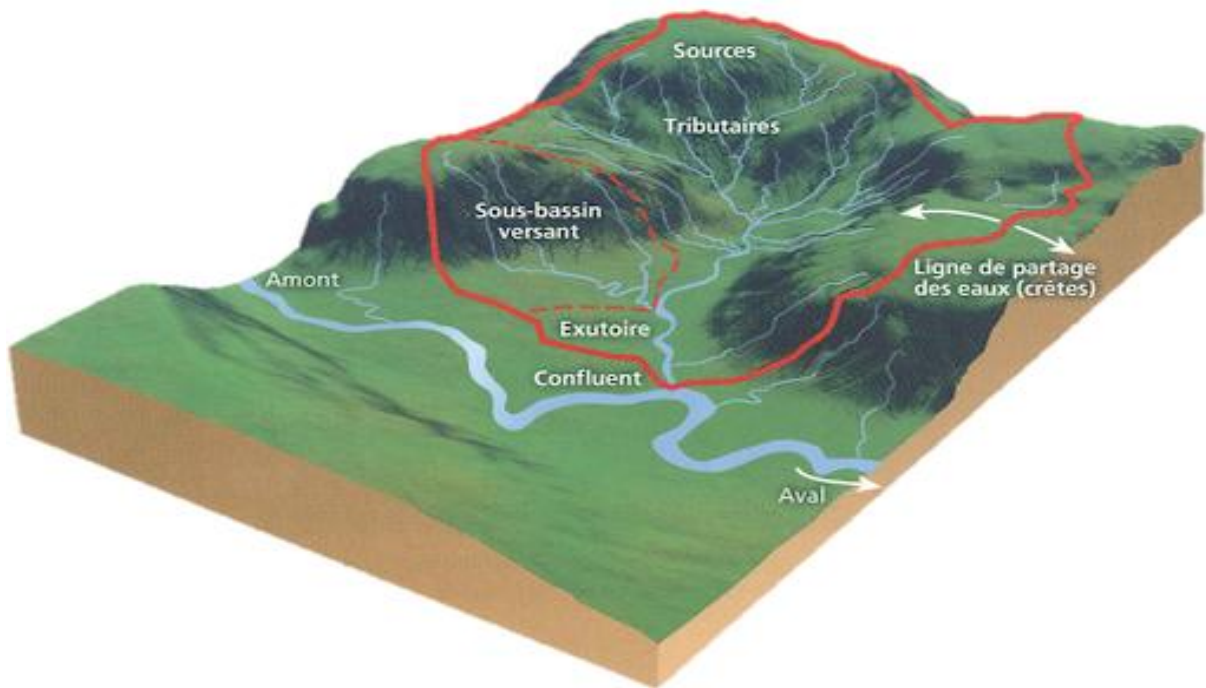


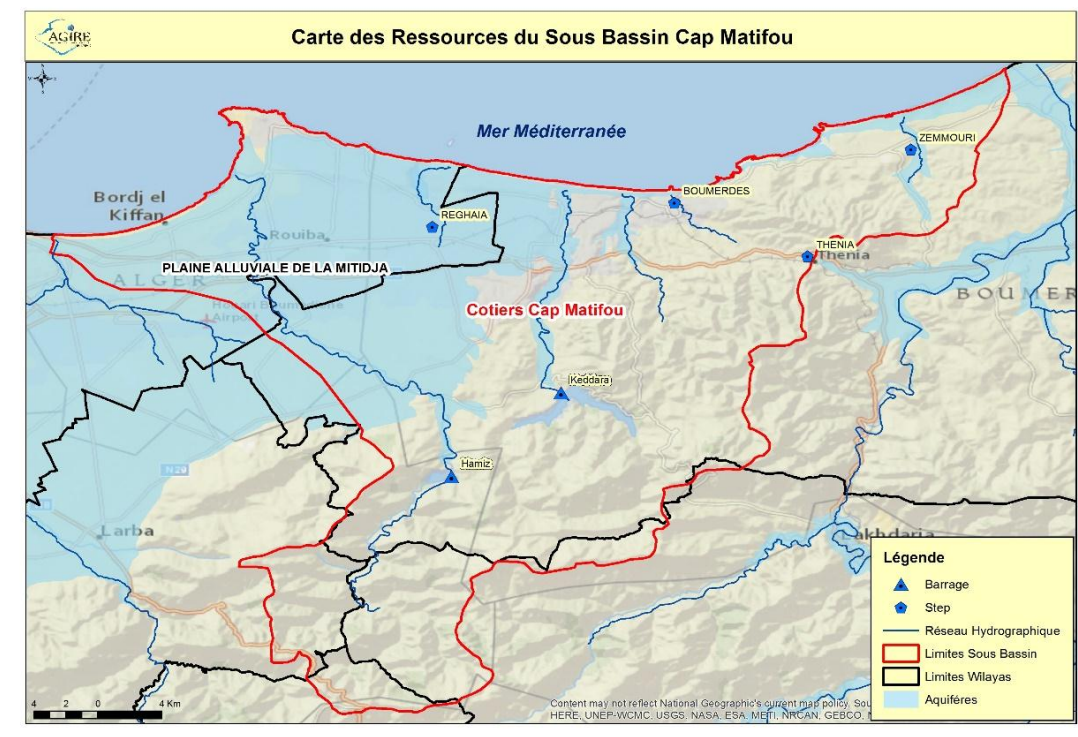
Fig.(1.6) Un bassin versant

I.4.2 Le bassin hydrographique :

Un bassin hydrographique est un **bassin versant** de grande taille, ensemble du territoire d'un pays drainé par un réseau de **cours d'eau** et de leurs **affluents** se déversant vers la mer par une seule embouchure, estuaire ou delta.

Notre zone d'étude se situe dans le bassin hydrographique **Algerois-hodna-soummam**, sur le sous bassin cap-Matifou.

Figure (1-7) Représentation du sous bassin cap Matifou(ANRH)



Bassins hydrographiques	Superficie en km2	Bassins versants
Algérois-Hodna-Soummam	47 431	Côtiers algérois Sébaou Isser Soummam Chott Hodna

Tableau N°1.4 Bassins hydrographique : Algerois-Hodna-Soummam

I.4.3 Délimitation du bassin versant d'oued keddara :

La superficie du bassin versant du barrage keddara est 93km², à proximité de la mer méditerranée, le couvert végétal du bassin KEDDARA est très différent d'un secteur à un autre.

Ce bassin s'organise autour de deux oueds (oued **EL HAAD** et **KEDDARA**) dont la fusion donne l'oued **BOUDOUAOU**. (figure1.8)

L'oued **keddara** draine environ 2/3 du Bassin versant, il prend sa source de 850m d'altitude à l'extrême sud-ouest du bassin Après un parcours de 21km, il rejoint l'oued **EL HAAD**, long d'une quinzaine de km. [2]



Figure(1-8) Delimitation avec Arc Gis

Le tableau 1.5 ci-dessous donne les principales caractéristiques morphométriques et physiographiques du bassin KEDDARA

	KEDDARA
Coordonne du site	X : 564 Y : 372
Surface	93km²
Périmètre	41km
Altitude max	1047m
Altitude min	60m
Altitude moy	466m
Langueur talweg principal	21km
Langueur rectangle équivalent	9,64km
Indice de compacité	1,07
Indice de pente	0,30
Dd	3,3
C.T	46,11

Tableau N : 1.5 : caractéristiques morphométriques et physiographiques du
B.V keddara

I.4.5 Occupation du sol :

Secteur de l'Agriculture :

La wilaya dispose d'un potentiel agricole d'une grande valeur dont l'essentiel est située dans la vallée du bas Isser, la plaine du Sabaou et le périmètre du Hamiz (plaine de la Mitidja Est). La wilaya est classée en zone une (1) à fortes potentialités agricoles.[6]

Occupation du sol campagne Agricole 2009/2010:

Céréales: 6 500 ha

Fourrages: 13794 ha

Arboriculture: 21346 ha

Maraîchage: 26154 ha dont pomme de terre: 2 948 ha[6]

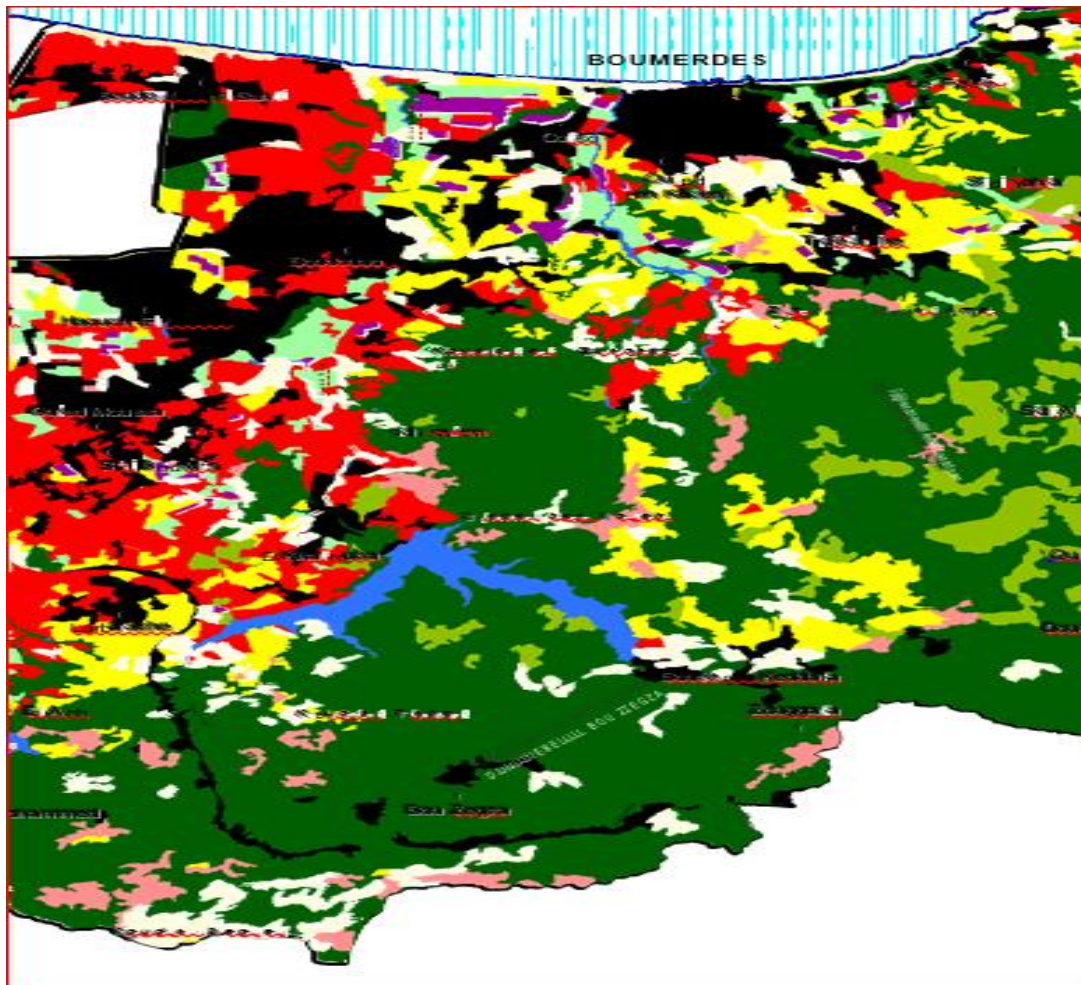
Secteur de l'Industrie :

La gestion et le développement du foncier industriel, en tant que gisement principal d'emplois et de richesses pour la wilaya, constituent la préoccupation majeure des pouvoirs publics locaux.

A ce titre les résultats du diagnostic établi, ont permis de faire ressortir que la wilaya de Boumerdes dispose d'un potentiel industriel de 500 projets (dont 40% sont opérationnels).[6]

La figure (1.9) Représente l'occupation du sol de toute la zone d'étude

Fig.(1.9) L'occupation du sol de la zone d'étude. [ANRH]



I.5 conclusion :

Les principales caractéristiques du barrage keddara se résument dans cette partie, ainsi les conditions climatiques.

La capacité de stockage du barrage est 145 millions m³, on constate que c'est un barrage très important par rapport à sa capacité et son rôle.

Chapitre 2 :

Paramètres physico-chimique des eaux superficielles

Introduction :

La qualité de l'eau est la capacité d'une eau pour maintenir plusieurs usages et processus, peut être aussi définie comme une gamme de variables qui limite l'usage de l'eau.

Pour évaluer la qualité d'une eau, il faut examiner toutes les propriétés d'un plan d'eau, soit physico-chimiques, biologiques.

Dans ce chapitre nous allons présenter les différents paramètres physico-chimique des eaux superficielles, ainsi les Normes et classes de la qualité des eaux de surface données par L'ANRH Alger.

II.1 Paramètres de la qualité des eaux superficielles :

Pour apprécier la qualité des eaux de surface, la mesure de paramètres physico-chimiques est une nécessité. [7]

II.1.1 Les paramètres physico-chimiques :

Température (T °C) :

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz.

Les vitesses des réactions chimiques et biochimiques sont accrues par la température d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10°C. Dès que l'on augmente la température de l'eau, l'activité métabolique des organismes aquatiques est alors accélérée, La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes [7].

Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH mesurant l'acidité d'une solution, est défini par l'expression $\text{pH} = -\log \text{H}^+$ où **(H+)** est l'activité de l'ion hydrogène H⁺ dans la solution .Les équilibres physicochimiques sont conditionnés par le pH, il intervient avec d'autres paramètres comme la dureté, l'alcalinité et la température, Habituellement il varie entre 7,2 et 7,6 .Cependant, dans certains cas, il peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés, des **pH** faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons. [3]

Conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique d'eau est la conductivité d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm, Généralement l'on considère que la situation est particulière ou anormale au-delà de 2000 µS/cm et une conductivité de l'eau supérieure à 1500 µS/cm classe alors une eau comme difficilement utilisable dans les zones irriguées.

Pour les usages industriels, l'interprétation des résultats doit se faire en fonction d'une analyse complète de l'eau retenons, pour le contrôle des rejets industriels, que la conductivité ne reflète qu'une minéralisation globale et que l'identification des éléments chimiques en cause est assez difficile. [7]

Conductivité électrique	Taux de minéralisation
CE < 100 µs /cm	minéralisation très faible
100 < C.E < 200 µs /cm	minéralisation faible
200 < C.E < 333 µs / cm	minéralisation moyenne
333 < C.E < 666 µs / cm	Minéralisation moyenne accentuée
666 < C.E < 1000 µs/ cm	Minéralisation importante
C.E > 1000 µs/cm	Minéralisation élevée

Tableau 2.1 : Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique

Chlorure (Cl⁻) :

Les chlorures sont fréquents dans les réserves d'eaux douces à un taux de 10 mg/l à 100 mg/l, Une forte teneur en chlorures peut indiquer une pollution par des eaux usées .Les chlorures (Cl⁻) doivent être particulièrement suivis Les teneurs en chlorures des eaux de surface sont extrêmement variées. Elles sont principalement liées à la nature des terrains traversés.

Sulfate (SO₄²⁻) :

Les sulfates sont des composés naturels des eaux, Ils sont liés aux cations majeurs tels que le calcium, le potassium et le sodium. Ils proviennent de certains minéraux, en particulier du gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation des minéraux sulfureux, Les teneurs en sulfates des eaux naturelles sont variables, de 5 à 200 mg/l. Les eaux usées de nombreuses industries peuvent également contenir des sulfates.

Matières en suspension :

Elles constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques dans une eau naturelle ou polluée dans les eaux superficielles non polluées, les matières en suspension ont surtout pour origine le bassin versant sous l'effet de l'érosion naturelle, les détritiques d'origine organique (débris végétaux...etc.) et le plancton. La nature des **MES** est donc souvent minérale et leur taux relativement bas sauf en périodes de crues des cours d'eau. Les eaux naturelles ne sont jamais exemptes de matière en suspension et on admet une teneur inférieure à 30 mg/l.[7]

Le Résidu sec :

Les résidus sec sont obtenus par pesée après évaporation à sec dans une étuve à 105°C, de 50 cm³ d'échantillons d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule d'aluminium tarée, Les résultats sont exprimés en mg/l.

L'Oxygène dissous (O² dissous) :

Les concentrations en oxygène dissous, constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. Dans les eaux de surface, l'oxygène dissous provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques, La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. La concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau. Une teneur en oxygène inférieure à 1 mg d'O² par litre d'eau, indique un état proche de l'anaérobie. Cet état se produit lorsque les processus d'oxydation des déchets minéraux, de la matière organique et des nutriments consomment plus d'oxygène que celui disponible, Une faible teneur en oxygène dissous

provoque une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments.[8]

II.1. 2 Les paramètres de pollution :

La Demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

La demande biochimique en oxygène (**DBO**), constitue une mesure de la pollution des eaux par les matières organiques, C'est la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes suivants pour assurer l'oxydation et la dégradation des matières organiques présentes dans l'eau usée.

Le rejet des matières organiques fermentescibles par un émissaire d'égout, par exemple, provoque immédiatement une déplétion de la teneur en oxygène dissous par dégradation sous l'action des bactéries aérobies, qui va s'atténuer dans le sens du courant [8] .L'indicateur utilisé est généralement la DBO₅ qui correspond à la quantité d'oxygène(exprimée en mg/l) nécessaire aux microorganismes décomposeurs pour dégrader et minéraliser en 5 jours la matière organique présente dans un litre d'eau polluée.[8]

La Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène 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'O² consommé par les matières. [8]

II.1. 3 Différentes formes d'azote :

L'Ammonium (NH₄⁺) :

L'ammonium a été dosé par la méthode au bleu d'indophénol en milieu alcalin et en présence de qui agit comme un catalyseur. Les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol, susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire. Les résultats de la teneur en ion ammonium sont exprimés en mg/l de NH₄ + [7]

Les nitrites (NO₂⁻) :

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés ; ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates.

Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates (par voie chimique et bactérienne). Des concentrations élevées en nitrites, témoignent souvent de la présence de matières toxiques [2] Les nitrites sont surtout nuisibles pour les jeunes poissons. [8]

Les nitrates (NO_3^-) :

L'azote des nitrates, comme celui des nitrites et de l'ammoniac, est un des éléments nutritifs des plantes et à ce titre il a donné lieu, au même titre qu'au phosphore, à des études intensives sur le terrain. Les nitrates présents naturellement dans les eaux, proviennent en grande partie de ruissellement des eaux sur le sol constituant le bassin versant .Les eaux naturelles non polluées contiennent généralement peu de nitrates, Les nitrates présents dans l'eau peuvent provenir de sources indirectes ou directes .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. [7]

Les phosphates (PO_4^{3-}) :

Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage de minéraux) mais, à l'heure actuelle, leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle (engrais, polyphosphates des formulations détergentes, eaux traités aux phosphates, industrie chimique...) .Le contenu en phosphore total comprend non seulement les orthophosphates mais également les polyphosphates et les phosphates organiques. L'eutrophisation peut se manifester à des concentrations relativement basses en phosphates ($50 \mu\text{g P/l}$). [7]

II.2 Impacts anthropiques sur la qualité des eaux de surface :

L'activité humaine influence fortement la qualité des eaux de surface, en particulier par :

- **l'industrie** : les unités industrielles rejettent leurs effluents liquides soit dans les cours d'eau, soit directement en mer via les égouts sans aucun traitement préalable. [3]
- **le tourisme** : les facteurs de dégradation sont multiples, les eaux usées émanant des installations immobilières et touristiques sont véhiculées vers les cours des oueds avoisinants.[3]
- **l'agriculture** : l'exploitation forestière et minière, la limitation des feux de forêt, une augmentation de l'érosion et l'exportation des nutriments, essentielles le phosphore et l'azote, vers les plans d'eau de quantités importantes d'engrais et des pesticides et un recours massif au pompage individuel parce que les agriculteurs sont inadaptées à la situation de pénurie [3]

II.3 Evaluation de la qualité des eaux :

Différents outils d'évaluation de la qualité des cours d'eau sont utilisés. La qualité physicochimique des eaux est évaluée selon Le système d'évaluation de la qualité (SEQ-Eau).

II.3.1 Le système d'évaluation de la qualité (SEQ-Eau) :

Le Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau, permet d'évaluer la qualité de l'eau et son aptitude à assurer certaines fonctionnalités. Les évaluations sont réalisées au moyen de plusieurs paramètres physico-chimiques, le SEQ eau, permet un diagnostic précis de la qualité de l'eau et contribue à définir les Actions de correction nécessaires pour son amélioration en fonction des utilisations souhaitées. [7]

II.3.2. Normes et classes de la qualité des eaux superficielles :

La qualité des eaux est extrêmement variable dans le temps et elle est fonction de différents facteurs. Afin d'avoir une bonne connaissance de l'état globale d'un cours d'eau, et de pouvoir suivre son évolution dans le temps ; le SEQ (Système d'Evaluation de la Qualité des eaux superficielles) à mis en place un outil d'évaluation qui permet d'obtenir une image globale de la qualité des cours d'eau, et définit les aptitudes à satisfaire les équilibres biologiques et les différents usages des cours d'eau. l'ABH est

inspirai du SEQ eau pour classer les eaux superficielles (tableau 2 et 3). Cette classification repose sur une grille de la qualité des eaux superficielles. [7]

Classe		C.I	C.II	C.III	C.IV
Paramètres		Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
Résidu Sec	mg/l	300 - 1000	1000 - 1200	1200 – 1600	> 1600
% Saturation		100 - 90	90 - 50	50 - 30	< 30
DBO₅	mg/l	< 5	5 - 10	10 - 15	> 15
DCO	mg/l	< 20	20 - 40	40 - 50	> 50
M.O	mg/l	< 5	5 - 10	10 - 15	> 15
NO₃	mg/l	0 -10	10 - 20	20 - 40	> 40
NO₂	mg/l	0 – 0.01	0.01 – 0.1	0.1 – 3	> 3
NH₄	mg/l	0 – 0.01	0.01 – 0.1	0.1 – 3	> 3
PO₄³⁻	mg/l	0 – 0.01	0.01 – 0.1	0.1 – 3	> 3

Tableau2. 2: Grille de la qualité des eaux superficielles(ANRH)

Classe	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Qualité chimique	Eau exempte de pollution	Eau de qualité moindre pouvant satisfaire tous les usages	Eau de qualité médiocre, suffisante pour les usages peu exigeants	Eau polluée, inapte à la vie biologique	Eau très polluée inapte à tous les usages, pouvant constituer une menace pour la santé publique et l'environnement
Eau potable	Acceptable	Traitement simple	traitement classique	traitement complexe	Inapte

Tableau2.3 : La classification de la qualité des cours d'eau en Algérie

II.3.3. Classe qualités du barrage :

Notre zone d'étude compte sur le barrage keddara, selon la grille de classification de l'ANRH au sujet des différentes classes de qualité précédemment exposé les résultats suivants sont dégagés sur les deux tableaux :

- **Altération Minérales :**

Années	Sr (mg/l)	Classes	Ca ²⁺ (mg/l)	Classe	Mg (mg/l)	Classes	Na (mg/l)	Classe	Cl- (mg/l)	Classe	SO ₄ (mg/l)	Classe
2013	791	C1	86	C1	74	C2	64	C1	118	C1	237	C2
2014	914	C1	129	C2	54	C2	60	C1	127	C1	274	C2
2015	763	C1	88	C1	42	C2	58	C1	100	C1	224	C2
2016	934	C1	87	C1	57	C2	99	C1	137	C1	286,4	C2
2017	852	C1	82	C1	51	C2	118	C2	158	C2	265	C2
2018	923	C1	103	C2	59	C2	112	C2	142	C1	271	C2

Tableau 2.4 : Classes de qualité du barrage Keddara

- Altération Organiques et Oxydables :

Années	MO (mg/l)	Classes	DCO (mg/l)	Classes	DBO5 (mg/l)	Classes	O2diss %	Classes
2013	9.4	C2	21.82	C2	-	-	80.62	C2
2014	7.2	C2	38.40	C2	6	C2	64.92	C2
2015	5	C2	24	C2	4	C1	71.12	C2
2016	6	C2	20	C1	5	C1	119,04	C2
2017	7.1	C2	37	C2	4	C1	142.04	C2
2018	5.2	C2	22	C2	4	C1	78.10	C2

Tableau2. 5 : Classes de qualité du barrage Keddara

Conclusion :

Les différents paramètres physico-chimiques du barrage se résument dans cette partie, ainsi l'évaluation de la qualité des eaux on utilisant les grilles de qualité de L'ANRH, pour ça on a conclus que notre barrage a une **Bonne à moyenne** qualité.

Deuxième partie : Analyse statistique

Chapitre 1 :
Analyses en composante
principales
ACP

Introduction :

Un modèle est une approximation de la réalité, l'utilisation de ces approximations permet de mieux comprendre le fonctionnement d'un milieu naturel.

La modélisation des phénomènes biologiques est une discipline originale et en plein développement qui nécessite de pouvoir franchir les frontières disciplinaires. Un modèle n'est pas une simple mise en ordre de l'observation. Les modèles biologiques modernes cherchent à identifier, au-delà des corrélations, les liens de causalité susceptibles d'exister entre des phénomènes en apparence disjoints.

Nous avons jugé intéressant de faire la méthode statistique (ACP) pour déterminer les paramètres clés utilisés par la suite dans la méthode de la régression linéaire multiple.[3]

1. Analyse En Composantes Principales :

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une méthode exploratoire des données, dans le but de pouvoir résumer un jeu de données à plusieurs colonnes sur quelque graphe simple, on pourra aussi examiner :

- Les relations entre variables
- La proximité des individus
- La caractérisation des individus par variable

L'analyse en composante principale est une méthode statistique dont le but est de comprendre et de visualiser comment des variables à priori indépendantes se combinent. Cette méthode mathématique d'analyses de données consiste à rechercher les directions.[3]

1.1L'objectif de l'ACP :

Les objectifs poursuivis par une ACP sont :

- La représentation graphique "optimale" des individus (lignes), minimisant les déformations du nuage des points, dans un sous-espace E_q de dimension q ($q < p$),
- La représentation graphique des variables dans un sous-espace F_q en explicitant au "mieux" les liaisons initiales entre ces variables.
- La réduction de la dimension (compression), ou approximation de X par un tableau de rang q ($q < p$). (q : dimension ; p : variable)

Les derniers objectifs permettent d'utiliser l'ACP comme préalable à une autre technique préférant des variables orthogonales (régression linéaire) ou un nombre réduit d'entrées (réseaux neuronaux).

Tableau :

Les données sont les mesures exécutées sur n unités $\{u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_n\}$. Les p variables quantitatives qui représentent ces mesures sont $\{v_1, v_2, \dots, v_j, \dots, v_p\}$.

Le tableau des données brutes `a partir duquel on va faire l'analyse est notée X et a la forme suivante :

$$X = \begin{matrix} & v_1 & v_2 & \dots & v_j & \dots & v_p \\ \begin{matrix} u_1 \\ u_2 \\ \cdot \\ u_i \\ u_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2p} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{ip} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Dans notre étude, les individus sont les mois et les variables représentent les paramètres physico-chimiques étudiés

Pour avoir une image de l'ensemble des unités, on se place dans un espace affine en choisissant comme origine un vecteur particulier de R_p . L'ensemble des points qui représentent les unités est appelé traditionnellement "nuage des individus".

En faisant de même dans R_n , chaque variable pourra être représentée par un point de l'espace affine correspondant. L'ensemble des points qui représentent les variables est appelée "nuage des variables".

L'idée générale des méthodes factorielles est de trouver un système d'axes et de plans tels que les projections de ces nuages de points sur ces axes et ces plans permettent de reconstituer les positions des points les uns par rapport aux autres, c'est-à-dire avoir des images les moins déformées possible.[10]

1-2 la représentation graphique :

1.2.1 Individus :

La "qualité globale" des représentations est mesurée par la part de dispersion

La qualité de la représentation de chaque x_i est donnée par le cosinus carré de l'angle qu'il forme avec sa projection.

Pour éviter de consulter un tableau qui risque d'être volumineux (n lignes), les étiquettes de chaque individu sont affichées sur les graphiques.[10]

1.2.2 Variables

Les graphiques obtenus permettent de représenter "au mieux" les corrélations entre les variables (cosinus des angles) et, si celles-ci ne sont pas réduites, leurs variances (longueurs).

La qualité de la représentation de chaque x_i est donnée par le cosinus carré de l'angle qu'il forme avec sa projection

1.2.3 Corrélation :

Le terme de corrélation est utilisé dans le langage courant pour désigner la liaison (relation / association) entre 2 variables quelconques. En statistique, le terme de corrélation est réservé pour désigner la liaison entre 2 variables QUANTITATIVES (le plus souvent continues). [10]

Pour savoir s'il existe une relation entre deux caractères, on établit un diagramme de corrélation. Le coefficient de corrélation de Pearson permet d'analyser les relations linéaires.

1.2.4 Coefficient de corrélation de Pearson (r) :

Ce coefficient permet de détecter la présence ou l'absence d'une relation linéaire entre deux caractères quantitatifs continus. Il dépend de la covariance

Le coefficient de corrélation de Pearson (r) est interprété comme suite :

Le r varie entre -1 et +1. Son interprétation est la suivante :

- si r est proche de 0, il n'y a pas de relation linéaire entre X et Y
- si r est proche de -1, il existe une forte relation linéaire négative entre X et Y
- si r est proche de 1, il existe une forte relation linéaire positive entre X et Y[10]

1.2.5 Coefficient de détermination (r^2) :

Le coefficient de corrélation sert avant tout à caractériser une relation linéaire positive ou négative par son intensité (relation : forte, faible, absente). En revanche, son carré « r^2 » que l'on appelle coefficient de détermination, s'interprète comme la proportion de variance de Y (ou X) linéairement expliquée par X (ou Y).[3]

1.2.6 Cercle des corrélations :

Deux points très proches du cercle des corrélations, donc bien représentées dans le plan, seront très corrélés positivement entre elles. Si elles sont proches du cercle, mais dans des positions symétriques par rapport à l'origine, elles seront très corrélées négativement. Deux variables proches du cercle des corrélations et dont les vecteurs qui les joignent à l'origine forment un angle droit, ne seront pas corrélées entre elles. Il faut, pour interpréter correctement ces graphiques des cercles de corrélation, se souvenir qu'un coefficient de corrélation est une mesure de liaison linéaire entre deux variables, et qu'il peut arriver que deux variables très fortement liées aient un coefficient de corrélation nul ou très faible, si leur liaison n'est pas linéaire [10]

Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté l'analyse en composante principale, son but ainsi la régression linéaire multiple.

Chapitre 2 :

Résultats et interprétations

Il est très important de connaître plus d'information sur les paramètres en ce qui concerne les relations linéaires entre eux.

Pour ce faire nous avons utilisé un logiciel spécialisé en la matière qui est XLSTAT, avec ce dernier, nous avons entré les données dans ledit pour le traitement souhaité.

Ce traitement d'information se base sur des tests statistiques, teste de corrélation et analyses en composante principale, les résultats permettent par la suite de faire la régression linéaire entre eux.

1. Analyse en composantes principales :

L'analyse en composante principale (ACP) permet d'analyser les données quantitatives (C.D) se présentant tableau n d'observation N variables.

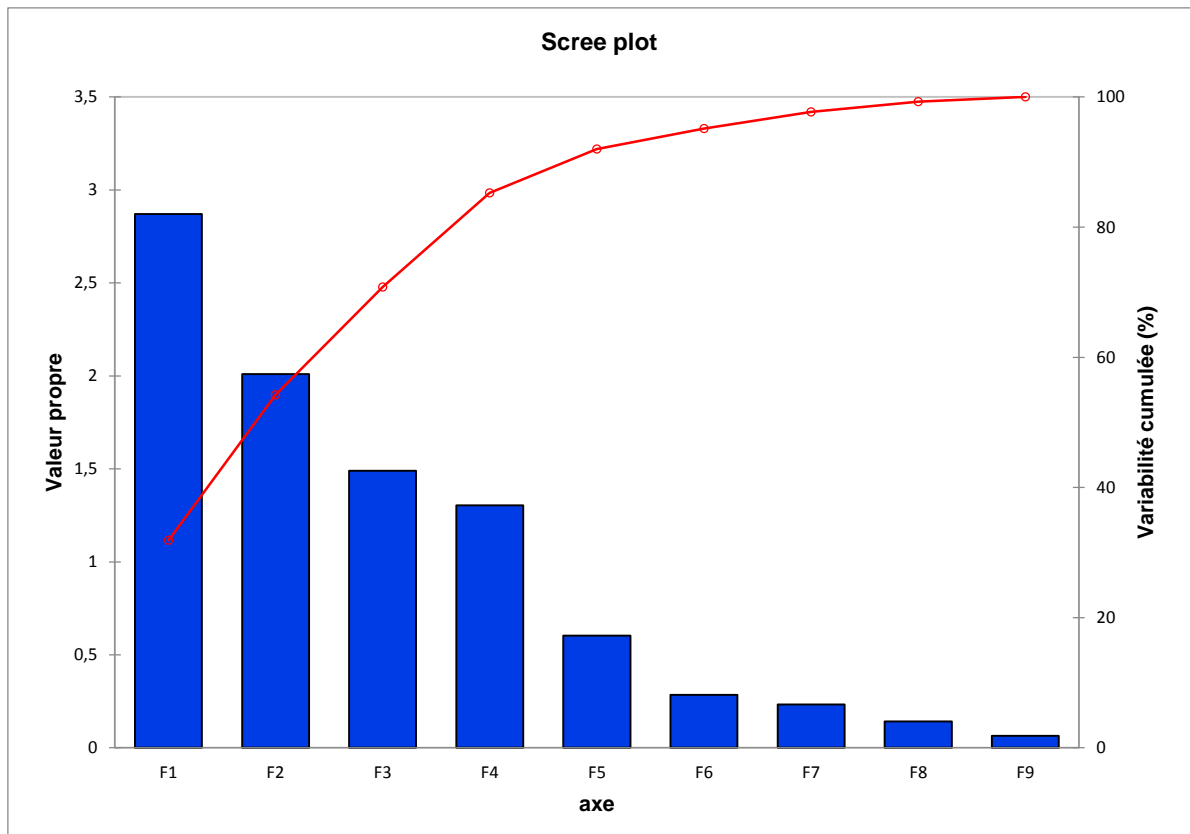
Elle permet de visualiser et analyser rapidement les corrélations entre les N variables, de visualiser et analyser les observations initialement décrits par N variables sur un graphique à deux ou trois dimensions, construit de manière à ce que la dispersion entre les données soit aussi bien préservée que possible .

Une fois les statistiques descriptives des valeurs affichées, le premier résultat sont le tableau1 récapitulant les différentes étapes.

Tableau 1 :les facteurs en composantes

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Valeur propre	2.871	2.010	1.490	1.303	0.603	0.284	0.233	0.141	0.064
Variabilité (%)	31.899	22.334	16.556	14.483	6.703	3.160	2.589	1.570	0.706
% cumulé	31.899	54.233	70.788	85.271	91.974	95.134	97.724	99.294	100.000

Le « scree plot » met en évidence la variation des valeurs propres et de la variabilité en fonction des facteurs composantes



Sur le tableau nous pouvons constater que les facteurs 1 et 2 renferment plus de 54% des données. Ce qui signifie que les deux premiers facteurs sont considérables à l'établissement des corrélations.

Ce premier résultat intéressant a analysé la matrice de corrélation les taux de la proportion des paramètres sont parfaitement corrélés ($r = -1$).

Idéalement les deux première valeur, propre correspondent à un pourcentage élevé de la variabilité, si bien que la représentation sur les deux premiers axes factoriels est de bonne qualité.

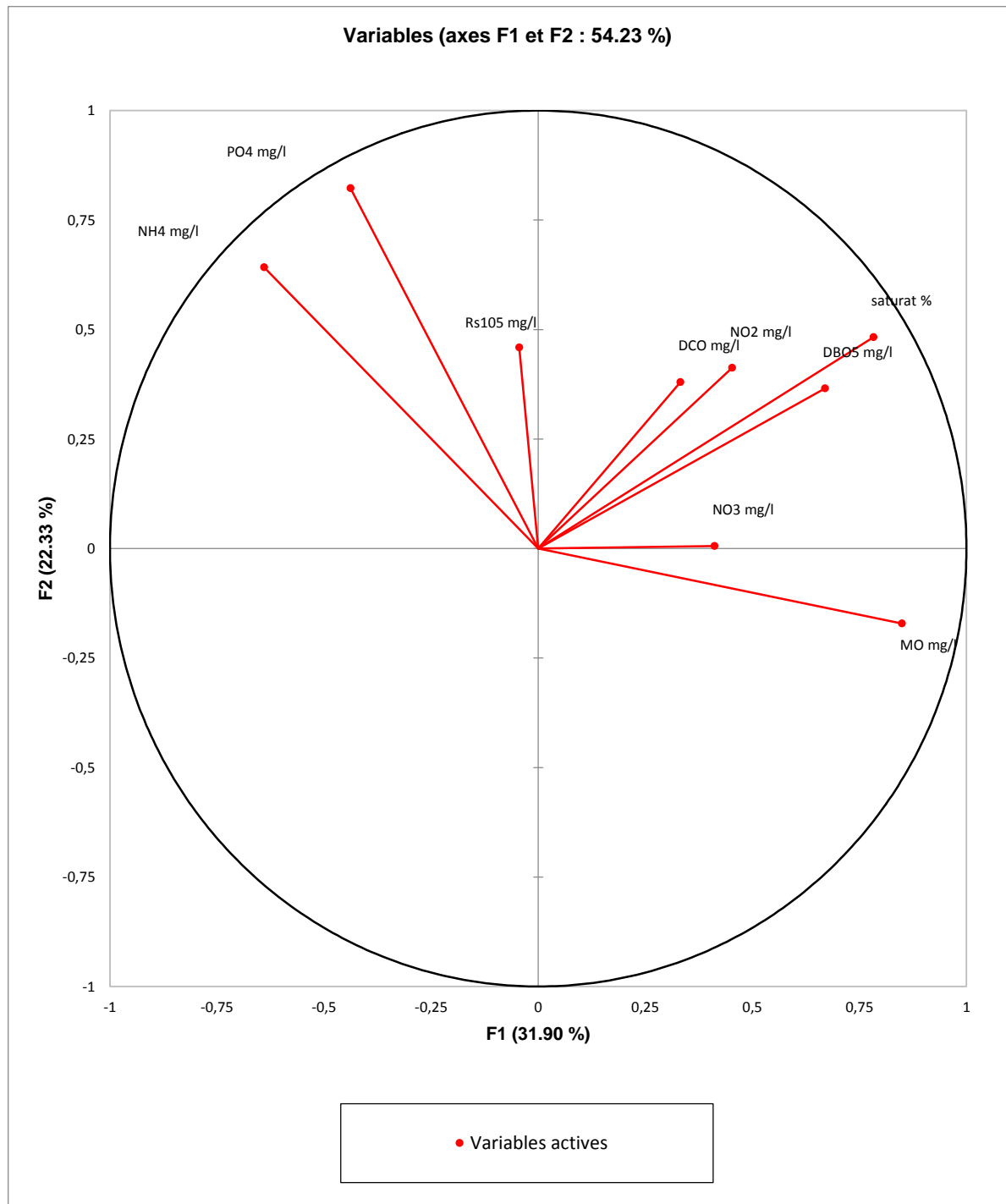
Dans notre exemple, cela n'est pas tout à fait le cas d'où nécessiter de valider l'hypothèse formulée par l'utilisation des graphiques sur les facteurs.

F1 et F2 d'une part et F1 et F3 d'autre part nous voyons ici le nombre de facteurs est 9, et que nous avons au départ 9 variable.

La matrice de corrélation ci-dessus

1.1 Cercle de corrélation :

Le premier graphique particulier à la méthode est le cercle de corrélation voir ci-dessus :



Cercle de corrélation sur les axes (F1 et F2)

Il correspond à une projection des variables initiales sur un plan à deux dimensions constitué par les deux premiers facteurs.

Lorsque deux variables sont loin du cercle du graphique alors où elles sont proches les unes par rapport aux autres, alors elles sont significativement positivement corrélées (**r proche de 1**), [DCO, NO₂, saturation%, DBO₅].

Lorsque deux variables Orthogonale les unes par rapport aux autres, alors elle sont significativement non corrélées (**r proche a 0**) (NO₃ et Rs) .

(DBO₅, PO₄) sont symétriquement opposées par rapport au centre, alors elle sont significativement négativement corrélées (**r proche -1**).

Lorsque les variables sont relativement proches du centre du graphique, une interprétation est hasardeuse.

On peut déduire du graphique que le Rs, PO₄, NH₄ sont corrélés, alors qu'elles ne le sont pas ce que l'on peut voir sur la matrice des corrélations ou le cercle des corrélations sur les axes F1 et F3.

En revanche, on voit bien la forte corrélation entre la No et DBO₅.

Le cercle de corrélation est aussi utile pour interpréter la signification des axes, l'axe F1 est clairement lié à la concentration des NO₃, alors que l'axe F2 est essentiellement lié Rs.

Ces tendances sont particulièrement intéressantes à dégager pour l'interprétation du graphique (ci-dessus)

Pour confirmer le fait qu'une variable est fortement liée à un facteur, il suffit de consulter la table des cosinus :

1.2 Cosinus carrés des variables

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
MO mg/l	0.721	0.029	0.027	0.066	0.024	0.084	0.026	0.017	0.007
DCO mg/l	0.110	0.144	0.025	0.595	0.028	0.064	0.033	0.000	0.000
DBO5 mg/l	0.448	0.134	0.169	0.160	0.016	0.003	0.002	0.068	0.001
saturat %	0.613	0.233	0.004	0.040	0.047	0.017	0.000	0.025	0.020
NH4 mg/l	0.410	0.412	0.047	0.003	0.000	0.035	0.081	0.006	0.007
NO2 mg/l	0.205	0.170	0.078	0.249	0.249	0.031	0.016	0.001	0.000
NO3 mg/l	0.169	0.000	0.662	0.025	0.066	0.047	0.018	0.007	0.005
PO4 mg/l	0.192	0.677	0.047	0.011	0.027	0.004	0.000	0.019	0.023
Rs105 mg/l	0.002	0.210	0.431	0.154	0.146	0.000	0.056	0.000	0.000

- Plus le cos est élevé en valeur absolue, plus la variable est liée à l'axe.
- Plus le cos n'est proche de zéro, moins la variable est liée à l'axe.

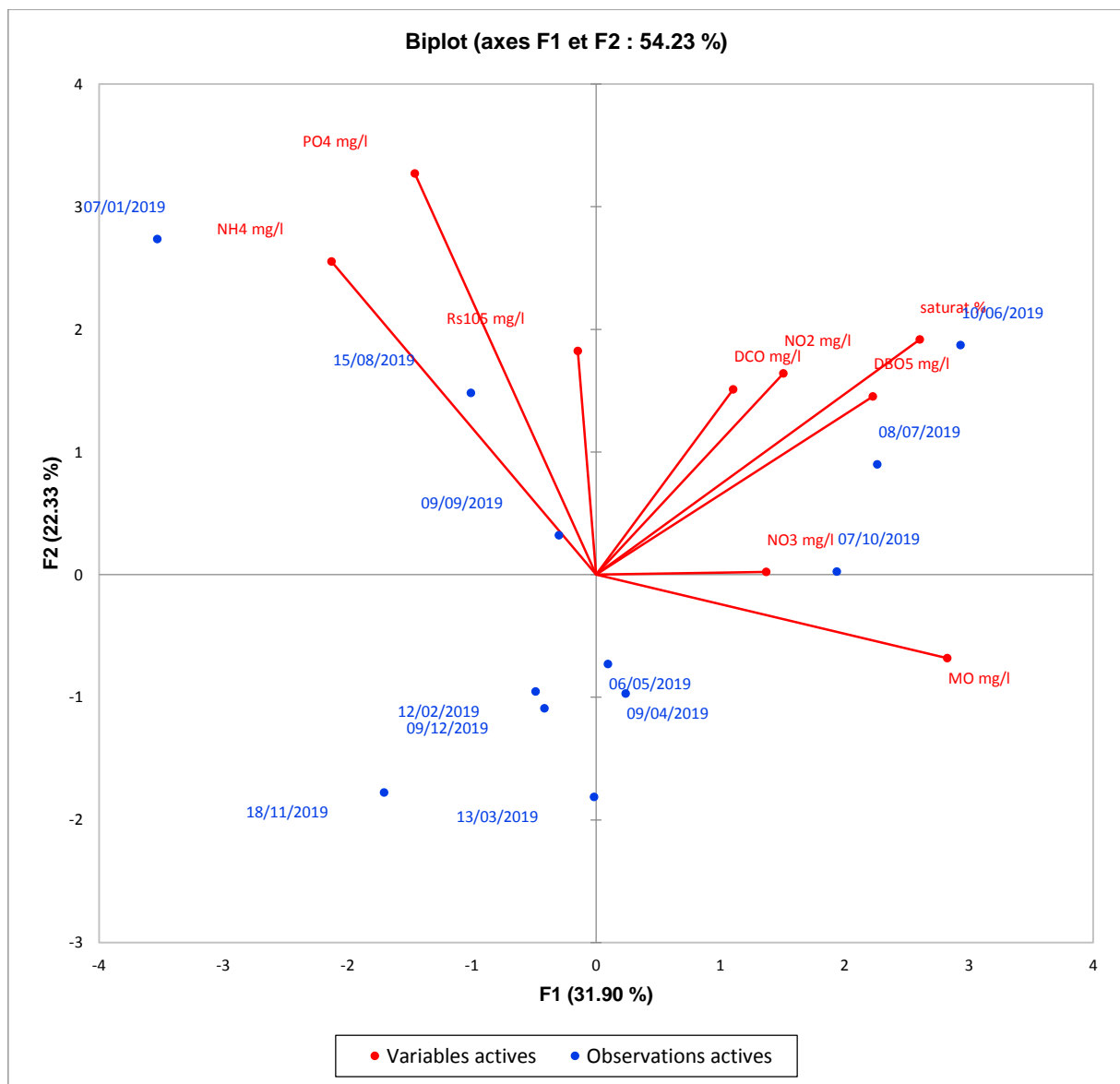
Dans notre cas la valeur du cos MO est élevée 0,721, donc MO est liée à l'axe F1, de même pour saturation%.

Pour les PO4, la valeur est 0,677, donc le PO4 est liée à l'axe F2.

Les NO3 le cos est 0,662, la valeur est liée à l'axe F3.

1.3 Le graphique des observations :

Ce graphique est l'un des objectifs de l'ACP, il permet de représenter les paramètres sur une carte à deux dimensions, et aussi d'identifier des tendances.



Dans notre cas d'étude les valeurs aux mois de janvier et juin sont particulières pour le NH₄ saturation%.

1.4 Conclusion :

L'analyse en composantes principal a montré que les po₄⁻ sont dominants et qu'il y'a une forte corrélation entre le phosphate et les autres paramètres physico-chimique.

Conclusion Générale :

L'eau est une Ressource de l'environnement un bien collectif, sa contribution de développement d'une société est si indispensable qu'on s'accorde à dire qu'il n'y a pas de vie sans eau.

Donc l'eau c'est la vie, mais nous devons savoir quelle est cette eau qui donne la vie, si elle n'est pas bonne, elle donne le contraire.

Le but de cette étude est de savoir la qualité des eaux du barrage **keddara** avec l'utilisation d'un modèle statistique, le barrage keddara est l'un des barrages les plus importants sur le nord Algérien, il est destiné pour l'alimentation des eaux potables, sa capacité est de 145 millions de m³.

Pour une étude de qualité, faut passer par l'évaluation des paramètres physico-chimiques en utilisant des grilles de qualité, le passage par cette étape nous a permis d'avoir une idée sur l'état de l'eau du barrage.

Dans la dernière partie on a utilisé **xlstat** pour une analyse en composante principale on a passé par plusieurs graphes, après une bonne interprétation qu'il y a une forte corrélation entre le PO₄ et les autres paramètres physico-chimiques.

Nous recommandons pour la suite du travail afin d'établir un modèle mathématique pour l'application du test ANOVA.

Reference Bibliographique :

[1] : **Bouchahed Ala (2017)**, Mémoire fin d'étude ,Evaluation des risques d'inondations associées à la rupture du Barrage à l'aide du modèle Telemac_2D et système d'information géographique cas du Barrage Keddara à Boumerdes.

[2] : **Agence National des Resource Hydrique (Alger)**.

[3] : **GARRAS Saida (2016)**, thèse de Doctorat, Modélisation de l'état trophique de la retenue du barrage Smir au Maroc.

[4] : **LEMZADMI Chemseddine et SAIDI Hamza(2017)**, Mémoire de master, Perte de capacité de stockage en eau dans quelques barrages de l'est Algérien.

[5] : **BOUSLAH SORAYA(2017-2018)**,Thèse Doctorat, étude de la qualité des eaux stockées à l'amont et les eaux d'infiltration à l'aval des barrages en remblai en Algérie.

[6] : **Andi.dz /pdf/monographies/Boumerdes**.

[7] : **SAIDI Dounia(2019)**, Mémoire de Master, la protection des barrages contre le gradient de sortie.

[8] : **Guechi Hiba et Leulmi Amira(2015-2016)**, Mémoire fin d'étude, les eaux superficielles caractérisation physico chimique et aptitude (lac réservoir du barrage mexa nord est algérien).

[9] : **B. REMINI Docteur** à l'Université de Blida.

[10] : **conné Ibrahima(2018)**, mémoire fin d'étude, Utilisation du Logiciel XLstat Pour L'étude de Qualité des eaux de Barrage Boukerdane.