

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

Département de Génie de l'Environnement

Mémoire de master en Génie de l'Environnement

Thème

La Qualité des eaux de barrages en Algérie

MESSAI Insaf

Sous la direction de : Mr. DROUICHE Professeur (ENP)

Présenté et soutenu publiquement le (1/07/2017) :

Composition du Jury :

Président de jury :	Mr N.MAMRI	Professeur (ENP)
Examineur	: Mr H.GRIB	Professeur (ENP)
Promoteur	: Mr DEROUCHE	Professeur (ENP)

ENP 2017

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

Département de Génie de l'Environnement

Mémoire de master en Génie de l'Environnement

Thème

La Qualité des eaux de barrages en Algérie

MESSAI Insaf

Sous la direction de : Mr. DROUICHE Professeur (ENP)

Présenté et soutenue publiquement le (1/07/2017) :

Composition du Jury :

Président de jury :	Mr N.MAMRI	Professeur (ENP)
Examineur	: Mr H.GRIB	Professeur (ENP)
Promoteur	: Mr DEROUCHE	Professeur (ENP)

ENP 2017

الملخص

وفي مواجهة المعادلة الصعبة بين الموارد المائية المحدودة وتزايد وتنوع احتياجات السكان والصناعة والري، الجزائر يريد أن يجعل قطيعة مع الإدارة السابقة من خلال تنفيذ سياسة جديدة المياه، مستوحاة من العقيدة والمياه الدولي القائم على مبدأ الإدارة المتكاملة والرشيده للموارد المائية.

حددت لنفسها هدف ضمان توافر نوعية المياه، مع الحفاظ على البيئة للأجيال الحالية والمستقبلية. ولكن هذه السياسة لديها تحديات كبيرة تواجهها في تنفيذ العديد من القيود الإدارية التي تحد من النتائج.

الكلمات المفتاحية: ميزة، ماء السد، الجودة.

Abstract

Confronted with the thorny equation between limited water resources and the growing and diversified needs of the population, industry and irrigation, Algeria wants to break with past management by implementing a new policy Based on the principle of integrated and rational management of water resources (IWRM), inspired by the international doctrine of water.

It sets the objectives of ensuring the availability of quality water, while preserving the environment for present and future generations. But this policy which presents important issues is confronted in its implementation to Management constraints that limit its results.

Keywords: Dam water; the quality; feature

Résumé

Confrontée à l'épineuse équation entre des ressources en eaux limitées et des besoins croissants et diversifiés de la population, de l'industrie et de l'irrigation, l'Algérie veut opérer une rupture avec la gestion passée en mettant en œuvre une nouvelle politique de l'eau , inspirée de la doctrine internationale de l'eau et basée sur le principe de la gestion intégrée et rationnelle des ressources en eaux (GIRE) .

Celle-ci se fixe comme objectifs d'assurer la disponibilité d'une eau de qualité, tout en préservant l'environnement, pour les générations présentes et futures .Mais cette politique qui présente des enjeux importants est confrontée dans sa mise en œuvre à de nombreuses contraintes de gestion qui limitent ses résultats.

Mots clés : eaux de barges ; caractéristiques ; la qualité.

Table des matières

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction général.....	9
Chapitre 1 : Les ressources en eaux des barrages en Algérie.....	10
1.1 Introduction	11
1.2. Principales ressources hydriques superficielles	11
1.2.1 Les barrages.....	11
1.3. L’envasement des barrages	17
1.4. Conclusion.....	17
Chapitre 2 : caractéristiques physico-chimique et biologique des eaux de barrages.....	19
2.1 Introduction	19
2.2 Différents états des constituants de l’eau	20
2.2. 1 Matières en suspension.....	20
2.2.2. Etat dissous.....	20
2.3 Caractéristiques organoleptiques.....	20
2.3.1 La couleur.....	20
2.3.1.1 Sources	20
2.3.1.2. Recommandation pour la qualité des eaux	21
2.3.1.3. Effets sur l’utilisation des eaux	21
2.3.2. Goût et odeur	21
2.3.3. Température	22
2.3.3.1. Sources	22
2.3.3.2. Recommandation pour la qualité des eaux	23
2.3.4. Turbidité.....	23
2.3.4.1. Valeurs de la turbidité.....	24
2.3.4.2. Sources	24
2.3.4.3. Recommandation pour la qualité des eaux	24
2.3.4.4. Effets sur l’utilisation des eaux.....	24
2.4 : Caractéristiques minérales des eaux.....	25
2.4.1. Dureté	25
2.4.1.1. Différents types de la dureté	25

2.4.2. pH	25
2.4.2.1. Intervalles dans l'environnement	26
2.4.2.2. Sources	26
2.4.2.3. Recommandation sur la qualité des eaux	26
2.4.2.4. Effet sur l'utilisation des eaux	26
2.4.3. Agressivité.....	27
2.4.4. Acidité	27
2.4.5. Conductivité	27
2.4.5.1. Effets sur l'utilisation des eaux	27
2.4.6. Alcalinité	27
2.4.7. Oxygène dissous.....	28
2.4.7.1 Concentration dans l'environnement	28
2.4.7.2 Sources	29
2.4.7.3 Recommandation sur la qualité des eaux	29
2.4.7.4. Effets sur l'utilisation des eaux	29
2.4.8. Sodium et potassium	29
2.4.9. Chlorures et sulfates	30
2.5. Eléments minéraux indicateurs de pollution	30
2.5.1. Azote ammoniacal	30
2.5.2. Nitrites et nitrates	30
2.5.3. Phosphates	31
2.6. Eléments indésirables.....	31
2.6.1 Aluminium, Fer, Cuivre, Manganèse et Zinc	31
2.7 Eléments toxiques	32
2.8. Caractéristiques organiques.....	33
2.9. Caractéristiques biologiques	33
2.9.1. Les bactéries	34
2.9.2. Les virus	34
2.9.3. Plancton	34
2.9.4. Champignons.....	34
2.10. Aspects toxicologiques et normes relatives à la qualité des eaux de surfaces	34
2.10.1. Normes microbiologiques	34
2.10.2. Normes et recommandations pour les paramètres physiques et chimiques	35
2.11. Qualité physico-chimique des eaux de surface Algériennes	37

2.11.1 Sources de pollution	37
2.11.2. Qualité physico-chimique des eaux de surface Algériennes	40
2.12. Conclusion.....	43
Chapitre 3 : caractéristiques physicochimiques des eaux des barrages de l'est Algérien.....	43
3.1. Introduction	43
3.2. Température	43
3.3. pH.....	44
3.4. Conductivité.....	44
3.5. Turbidité.....	45
3.6. Dureté.....	46
3.7. Alcalinité.....	46
3.8. Chlorures et sulfates	47
3.9. Sodium et Potassium	48
3.10. Matières organiques	49
3.11. Conclusion.....	50
Conclusion général	53
Références	55

Liste de figures

Figure 3-1: Valeurs de la température des eaux de barrages.....	43
Figure 3-2: Valeurs des pH des eaux de barrages.....	44
Figure 3-3: Valeurs de la conductivité des eaux de barrages.....	45
Figure 3-4 : Valeurs de la turbidité des eaux des barrages.....	45
Figure 3-5 : Valeurs du TH des eaux des barrages.....	46
Figure 3-6 : valeurs du TAC des eaux des barrages	47
Figure 3-7 : Valeurs des chlorures et des sulfates des eaux des barrages.....	48
Figure 3-8 : Valeurs des sodiums et des potassiums des eaux des barrages.....	49
Figure 3-9 : valeurs des matières organiques des différents barrages étudiés.....	50

Liste des tableaux

Chapitre 1

Tableau 1-1 : Ressources en eaux mobilisées en Algérie.....	13
--	----

Chapitre 2

Tableau 2-1 : Limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.....	34
--	----

Tableau 2-2: Barrages affectés par la pollution.....	37
---	----

Tableau 2-3: Bulletin mensuel de la qualité des eaux des barrages.....	39
---	----

Tableau 2-4: Valeurs guides de l'agence nationale des ressources hydrauliques.....	41
---	----

Introduction générale

Introduction générale

Les ressources naturelles en eau sont constituées d'eaux souterraines et superficielles. Elles sont prélevées pour être destinées à la consommation humaine, l'agriculture ou l'industrie.

Ces eaux sont susceptibles de contenir des substances diverses, de nature physico-chimique (sels minéraux, matières en suspension, micropolluants organiques et minéraux) et de nature biologique (bactéries, virus, parasites, ...). Certains de ces éléments peuvent non seulement dégrader la qualité organoleptique de ces eaux mais aussi créer des problèmes de santé publique (**BEAUDRY, 1984**). Il est donc indispensable de caractériser précisément la composition de ces eaux pour cerner les paramètres à corriger et prévoir le traitement adéquat.

Dans ce contexte, l'objectif de notre travail est d'étudier la qualité physicochimique des eaux de barrages en Algérie.

Au cours de cette étude, notre mémoire est répartie en trois chapitres :

Le 1^{er} chapitre résume les ressources en eau des barrages en Algérie.

Le 2^{ème} chapitre englobe les caractéristiques physicochimiques et biologiques des eaux de barrages et particulièrement les eaux de barrages en Algérie.

Dans le 3^{ème} chapitre nous avons montré un exemple d'étude de caractéristiques physicochimiques des eaux de barrages de l'est algérien.

Chapitre 1: Les ressources en eaux des barrages en Algérie

1.1 Introduction

En Algérie, l'eau revêt un caractère stratégique du fait de sa rareté et d'un cycle naturellement perturbé et déséquilibré. Qu'il s'agisse de l'eau souterraine ou de l'eau de surface, les ressources sont limitées et, compte tenu des problèmes démographiques et de l'occupation de l'espace (sachant que près de 60% de la population algérienne sont concentrés dans la frange septentrionale du territoire qui ne représente que le dixième de la surface totale du pays).

Si en 1962, la disponibilité en eau théorique par habitant et par an était de 1500 m³, elle n'était plus que de 720 m³ en 1990, 680 m³ en 1995, 630 m³ en 1998.

Estimée à environ 500 m³ à l'heure actuelle, elle ne sera que de 430 m³, en 2020 et serait encore plus réduite ramenée aux ressources en eau mobilisables. (**BOUDJAJA et MESSAHEL, 2003**).

1.2. Principales ressources hydriques superficielles

Les écoulements de surface avaient été estimés pendant la période coloniale à 15 milliards de m³ pour les bassins tributaires de la méditerranée 123000 km³, c'est-à-dire sans tenir compte des bassins qui dépendent des chotts (XIX^{ème} congrès géologique international Alger, 1952).

Dans les dernières études menées dans le cadre du plan national de l'eau et qui intègrent des années de sécheresse jusqu'à 1993, les ressources en eau de surface sont évaluées à 12,4 milliards de m³ répartis par bassin hydrographique (ANRH et DGAIH, 1998).

Les besoins en eau ont tendance à être à forte composante saisonnière : l'irrigation, la population, ainsi que la part du tourisme concentré dans les zones littorales à déterminer une forte saisonnalité des utilisations de l'eau. A l'inverse de la variabilité saisonnière des ressources : les demandes en eau sont maximales quand les ressources sont minimales. Ce déphasage entre le régime des ressources et des demandes se produit également à l'échelle interannuelle, ce qui accentue les risques de pénurie conjoncturelle.

1.2.1 Les barrages

Les barrages ont été longtemps le principal vecteur disponible en matière de domestication des eaux superficielles. Globalement, la capacité de mobilisation installée est répartie entre les barrages (21,4%), les forages (72,6%) et les sources (6,0%) (CNES, 2000).

Les barrages algériens sont de moyenne capacité, le plus grand d'entre eux a une capacité de 450 hm³/an (Gargar sur l'Oued R'Hiou – Wilaya de Rélizane). Les experts soulignent que les conditions naturelles et économiques en Algérie ne permettent pas d'avoir des barrages de

Plus grandes capacités comme c'est le cas par exemple de l'Egypte où le barrage d'Assouan renferme une capacité théorique de 160 milliards de m³ (soit 4 fois les écoulements superficiels de tous les pays du Maghreb) ou du Maroc qui avec 80 barrages mobilise une capacité totale de 10 milliards de m³.

Les barrages ont commencé à être érigés en Algérie à partir du 19^{ème} siècle, c'est le cas du premier barrage construit à Meurad (W. Tipaza). Le deuxième barrage réalisé en terre à Tlelat possède une capacité de 800.000 m³. A partir de 1930, des barrages de plus grandes capacités ont été édifiées. Les 15 barrages réalisés avant 1962 régularisent un volume annuel évalué à près de 600 millions de m³.

Depuis 1962, de nombreux barrages ont été réalisés, 110 barrages sont aujourd'hui en exploitation dont 43 avec une capacité supérieure à 10 millions de m³ et un volume régularisé globale de l'ordre de 1.988 millions de m³, 22 ouvrages sont en construction et 52 en projet (CNES, 2000).

Selon les dernières évaluations faites par les services techniques de l'ANB, les barrages dont la capacité est supérieure à 10 millions de m³, mis en service à ce jour, permettent avec une capacité totale de 4,9 milliards de m³ de régulariser un volume annuel estimé à 1,75 milliards m³, ce qui représente environ 40% du potentiel mobilisable (tableau 1-1).

Tableau 1-1 : Ressources en eaux mobilisées en Algérie (ANB janvier 2017)

Echlon	Barrages	Wilaya	Oued	capacité initiale(hm3)	capacité actuelle(hm3)	Volume inexploitable	destination du barrage	Superficie du BV (km2)
Ouest	Beni-Bahdel	Tlemcen	TAFNA et EL-KHEMIS	63,000	54,630	7,009	AEP-IRR	1016,000
	Meffrouch	Tlemcen	MEFFROUCH	15,000	14,990	0,510	AEP-IRR	90,000
	H-Boughrara	Tlemcen	TAFNA	177,000	175,450	14,945	AEP	4000,000
	Sikkak	Tlemcen	SEKKAK	27,000	25,500	1,195	AEP-IRR	362,000
	Sidi-Abdelli	Tlemcen	ISSER	110,000	106,610	10,600	AEP	1100,000
	Sarno	Sidi_bel_abbés	Sarno	22,000	21,250	0,003	AEP	264,000
	Cheurfas II	Mascara	Mebtouh	83,100	70,210	4,500	AEP-IRR	4190,000
	Ouzert	Mascara	Sahouat	100,000	93,910	7,000	TRANS	2100,000
	Bou-Hanifia	Mascara	EL-HAMMAM	73,000	38,110	3,633	MIXTE	7854,000
	Fergoug	Mascara	EL-HAMMAM	18,000	0,400	0,026	AEP-IRR	420,000
	Kramis	Mosataganem	Kramis	45,380	45,380	8,330	AEP-IRR	300,000
	Djorf-Torba	Bechar	Guir	350,000	260,250	15,000	AEP-IRR	22000,000
Brezina	El-Bayadh	Seggueur	122,500	108,470	14,000	IRR	3680,000	
Chelif	SMBA	Relizane	MINA	241,000	153,710	3,051	AEP-IRR	4990,000
	Bakhadda	Tiaret	Mina	56,000	39,940	16,058	AEP	1300,000
	Dahmouni	Tiaret	Nahr Ouassel	41,000	39,520	3,814	IRR	530,000
	Gargar	Relizane	OUED RHIOU	450,000	358,280	16,000	IRR	2900,000
	Merdja-S-Abed	Relizane	CHELIFF	58,000	47,970	4,400	AEP-IRR	44000,000
	Sidi - Yacoub	Chlef	Ardjen	252,850	252,850	51,348	AEP-IRR	920,000
	Koudiat Rosfa	Tissemsilt	Fodda	73,000	75,000	3,870	AEP-IRR	440,000
	Oued-Fodda	Chlef	Fodda	228,000	102,850	4,000	AEP-IRR	800,000
	Oueld Mellouk	Ain Defla	Rouina	127,000	119,400	6,566	AEP-IRR	865,000
	Harreza	Ain Defla	HARREZA	70,000	76,650	4,961	IRR	142,000

	SMBT	Ain Defla	ABDA	75,000	75,000	1,295	AEP-IRR	273,000
	Ghrib	Ain Defla	Celiff	280,000	116,320	11,650	MIXTE	23300,000
	Boughzoul	Medea	NAHR OUASSEL	55,000	20,270	-	TRANS	20500,000
	Deurdeur	Ain Defla	M.Tighzir	115,000	105,120	9,838	AEP-IRR	468,000
	C ^o Bougara	Tissemsilt	Nahr Ouassel	13,000	11,320	0,000	IRR	454,000
	Prise chélif (MAO)				50,000	20,000		
	Kerrada	Mostaganem			65,000	6,732		
Centre	Bouroumi	Blida	Bouroumi	188,000	181,960	11,957	AEP-IRR	150,000
	Meurad	Tipaza	BOUDJABROUN	1,200	0,200	0,030	IRR	18,000
	Ladrat	Medea	Ladrat	10,000	8,470	2,272	IRR	73,500
	Boukourdane	Tipaza	El Hachem	97,000	104,990	9,958	AEP-IRR	156,000
	Keddara	Boumerdes	BOUDOUAOU	145,600	142,390	2,840	AEP	93,000
	Beni-Amrane	Boumerdes	Isser	16,000	11,850	0,925	TRANS	3710,000
	Hamiz	Boumerdes	Arbatach	21,000	15,530	5,473	MIXTE	139,000
	Lekhal	Bouira	Lekhal	30,000	27,160	0,418	AEP-IRR	189,000
	Tilesdit	Bouira	Eddous	165,550	164,550	20,800	AEP-IRR	843,000
	Taksebt	Tizi-ouzou	Aissi	175,000	181,020	11,500	AEP	448,000
	Tichy-Haf	Bejaia	Bousalem	80,000	81,800	5,000	AEP-IRR	3980,000
K-accerdoune					120,000			
Est	K'Sob	M'sila	K'sob	31,000	12,340	1,000	IRR	1460,000
	Ain Zada	Bordj Bou arriridj	BOUSSELAM	125,000	121,400	12,068	AEP	2080,000
	El Agrem	Jijel	El-Agrem	33,900	33,040	3,300	AEP-IRR	39,500
	Kissir	18,000				2,000		
	Boussiaba	18,000		120,430	120,000	20,370		379,000
	Beni Haroun	Mila	Kebir	960,000	997,900	246,000	AEP-IRR	7725,000
	Oued Athmania	Mila	El Kaim	33,600	33,250	1,170	AEP-IRR	16,500

H Grouz	Mila	Rhumel	45,000	40,150	1,343	AEP	1120,000
Beni-Zid	Skikda	BENI ZID	40,000	39,390	4,000	AEP-IRR	58,600
Guenitra	Skikda	FESSA	125,000	117,820	6,120	AEP-IRR	202,000
Zardezas	Skikda	Saf Saf	31,000	16,860	2,507	AEP-IRR	345,000
Zit El Emba	Skikda	El Hammam	117,390	116,590	2,507	AEP-IRR	485,000
H Debagh	Guelma	Bouhamdane	200,000	184,350	5,100	AEP-IRR	1070,000
Oued Cherf	Souk-Ahras	Cherf	157,000	152,650	16,151	IRR	1735,000
Ain Dalia	Souk-Ahras	Medjera	82,000	76,080	7,840	AEP	193,000
F D Gazelles	Biskra	El Hai	55,500	54,740	7,000	IRR	1660,000
F E Gherza	Biskra	Abiod	47,000	14,890	0,006	IRR	1300,000
Koudiat Medouar	Batna	REBOUA	69,100	74,320	5,944	AEP-IRR	590,000
F E Gueiss	Khenchla	GUEISS	3,000	1,600	-	AEP-IRR	156,000
Babar	Khenchla	Babar	41,000	38,010	12,657	IRR	567,000
Cheffia	el-Taref	Bou namoussa	171,960	158,830	18,000	AEP-IRR	575,000
Mexa	El-Taref	El-Kebir	47,000	30,270	6,000	AEP	650,000
Bougous	36,000				10,200		

.3. L'envasement des barrages

Les pluies de courte durée et de forte intensité, le relief jeune et le couvert végétal insuffisant, font que l'érosion des bassins versants est importante en Algérie.

Selon l'ANRH, sur les 35 bassins versants de barrages en exploitation étudiés, plusieurs sont érodables sur près de 40% de leur superficie, il s'agit notamment de Bouroumi (71%), Ighil Emda (60%), Fergoug (53%), Béni Amrane (49%), Sarno et Bakhadda (48%), Eraguène (41%), Ain Dalia (40%), Bouhnifia (39%), et K'sob (38%). Cette situation se traduit par un envasement des barrages qui perdent ainsi une grande partie de leur capacité de régularisation.

1.4. Conclusion

Le début du 21^{ème} siècle s'annonce sous le signe d'une aggravation des pénuries d'eau, particulièrement dans les régions occidentales et du sud du pays en dépit du recours à d'autres formes de mobilisation de l'eau envisagée. On ne cessera jamais de souligner que le problème de l'eau en Algérie risque de devenir gravissime demain par les effets combinés de la sécheresse, de la gestion irrationnelle de cette ressource et du phénomène de la désertification.

Les eaux de surface algériennes sont caractérisées par une charge organique assez élevée. De point de vue qualité en vue de l'alimentation en eau potable, les eaux de surface sont généralement de qualité passable à mauvaise. Les classes extrêmes de potabilité apparaissent rarement. La dégradation de la qualité des eaux est visualisée en période des basses eaux pour devenir mauvaise à saveur peu désagréable. En général, l'amélioration de la qualité des eaux ne se fait qu'en saisons froides et pluvieuses.

La pollution des eaux se manifeste sous différentes formes (pollution domestique, industrielle et agroalimentaire), et la pression démographique influe négativement sur la disponibilité en eau déjà faible (**TABOUCHE et ACHOUR, 2004**).

Chapitre 2: *caractéristiques physico-
chimique et biologique des eaux de
barrages*

2.1 Introduction

Les eaux de barrages se sont les eaux maintenues derrière les barrages réservoirs.

Elles ont pour origine, les rassemblements des eaux de ruissellement. La composition chimique des eaux de barrages dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains, elle est donc généralement riches en gaz dissous, en matière en suspension et en matière organique ainsi qu'en plancton. Les eaux de barrages sont très sensibles à la pollution minérale et organique.

2.2 Différents états des constituants de l'eau

Dans l'eau, les éléments minéraux ou organiques peuvent être à l'état dissous ou à l'état dispersé (matière en suspension).

2.2.1 Matières en suspension

Les M.E.S sont les particules solides de densité supérieure à celle de l'eau. Elles sont très divers tant par leur nature que par leurs dimensions. Elles proviennent, soit de la dégradation des végétaux et d'animaux soit de l'arrachement des sables ou des argiles causées par les eaux de ruissellement. Généralement, la proportion minérale est dominante dans les eaux des barrages, surtout en période de crue. **(DORÉ, 1989)**

2.2.2. Etat dissous

Il englobe toutes les molécules et les ions de dimension inférieure à $10^{-3}\mu\text{m}$, à l'état minéral (sels minéraux) ou organique.

2.3 Caractéristiques organoleptiques

2.3.1 La couleur

Les eaux naturelles sont toujours plus ou moins colorées, leur couleur varie du jaune paille à peine perceptible au brun rougeâtre, selon la nature et la concentration des matières colorantes. Ces matières sont les plus souvent d'origine naturelle et proviennent de la dégradation de la matière végétale, bois, lignine, tanin, écorces. Le degré de couleur d'eau dépend non seulement de la concentration en matières colorantes, mais aussi du pH et de la turbidité. **(TARDAT-HENRY et BEAUDRY, 1984)**

La mesure de la couleur d'une eau naturelle se fait par comparaison avec une échelle artificielle de couleur. La substance de référence choisie est le chloroplatinate de potassium

(K_2PtCl_6) dans une solution de chlorure de cobalt ($CoCl_2$). L'unité de couleur est le Hazen correspondant à un mg/l de platine sous forme de (K_2PtCl_6). On l'appelle aussi platino-cobalt ou unité de couleur vraie. Pour une eau potable, le degré de couleur maximale est de 15 μCV (**RODIER, 1996**)

2.3.1.1 Sources

La couleur de l'eau peut être due à des substances minérales naturelles, comme le fer et le manganèse ou, à des composés organiques, dont les plus répandus sont les algues, les protozoaires et les produits naturels de la décomposition des végétaux comme les substances humiques, les tanins et les lignines. Sous l'action du lessivage, les sols organiques peuvent également libérer d'autres acides organiques moins communs. Etant donné que les substances humiques, les tanins et les lignines sont des composés organiques naturels complexes qui résistent à la dégradation microbienne, ils sont très répandus dans l'environnement et expliquent très souvent la coloration des eaux naturelles.

2.3.1.2. Recommandation pour la qualité des eaux

En principe, la couleur n'est pas considérée comme un grave problème de pollution, mais en faisant obstacle à la pénétration de la lumière, elle peut ralentir l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques. Selon les recommandations, il ne faut pas que l'élimination des déchets ou d'autres activités entraînent une trop grande coloration des eaux naturelles (**ENVIRONNEMENT CANADA, 1994**)

2.3.1.3. Effets sur l'utilisation des eaux

Du point de vue strictement esthétique, toute coloration perceptible des eaux brutes est critiquable. Les eaux colorées ont souvent des propriétés absorbantes et coagulantes qui provoquent l'entartrage des chaudières industrielles. En effet, une eau colorée peut être impropre à la production de papiers fins, de textiles blancs et de produits pharmaceutiques, ainsi qu'à la production de vapeur, à l'industrie des boissons gazeuses et de photographie, ainsi qu'aux activités domestiques (**ENVIRONNEMENT CANADA, 1994**)

2.3.2. Goût et odeur

L'odeur peut être définie comme étant l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

Le goût est défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche **(POTELON et ZYSMAN, 1998)**.

Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau de substances relativement volatiles. Ces substances peuvent être inorganiques comme le chlore, les hypochlorites, le bioxyde de soufre (SO₂) ou le sulfure d'hydrogène (H₂S), ou organiques comme les esters, les alcools, les dérivés aromatiques et des composés plus ou moins identifiés résultant de la décomposition de matières animales ou végétales, comme les algues. Certaines substances donnent des goûts à l'eau sans lui communiquer d'odeur et inversement. **(DUPONT, 1981)**.

2.3.3. Température

La température joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels etc... Pour l'eau potable, la température maximale acceptable est de 15°C. Dans les eaux naturelles et au dessus de 15°C, il y a risque de croissance accélérée de microorganismes, d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'une augmentation de la couleur et de la turbidité **(RODIER, 1996 ; EDELINE, 1992)**

Les variations de température font partie du régime climatique normal. La température des plans d'eau naturels subit des variations saisonnières et diurnes, de même qu'une stratification verticale. Les organismes aquatiques ont une limite supérieure et une limite inférieure de tolérance thermique à l'intérieur desquelles la croissance, l'incubation des œufs et la migration sont optimales. Ces limites varient selon chaque espèce. Les modifications des régimes de température peuvent donc influencer sur la répartition et la composition des biocénoses aquatiques.

La température est l'un des paramètres à mesurer et noter sur place au moment du prélèvement et cela, quelles que soient les analyses à effectuer par la suite. **(TARDAT-HENRY et BEAUDRY, 1984)**

2.3.3.1. Sources

La température des eaux dépend essentiellement du régime climatique ; toutefois, elle peut être influencée par l'activité humaine. L'utilisation de l'eau comme agent de refroidissement dans les centrales entraîne une hausse de la température dans les eaux réceptrices. Le rejet de nombreux effluents industriels peut également élever la température des eaux. En été, l'arrivée d'eaux froides de l'hypolimnion des réservoirs de retenue peut faire abaisser la température des eaux réceptrices **(RODIER, 1996)**.

2.3.3.2. Recommandation pour la qualité des eaux

Les eaux destinées à l'approvisionnement en eau potable doivent être fraîches. Une température de 15°C est considérée comme acceptable. La température peut également influencer sur l'efficacité des procédés de traitement des eaux. Ainsi, une basse température limite la croissance des organismes dans les canalisations du réseau de distribution. **(DEGREMONT, 1989)**

La température des eaux d'irrigation peut influencer sur la croissance des végétaux, soit par contact direct, soit par modification de la température du sol.

2.3.4. Turbidité

La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes fines telles que les argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc.... . On comprend immédiatement qu'il existe une certaine relation entre la concentration en matières en suspension (MES) et la turbidité d'une eau. La turbidité résulte de la diffusion de la lumière qui est ainsi déviée dans toutes les directions. Ce sont des particules en suspension dans l'eau qui diffusent la lumière. Leur origine peut être extrêmement variable : érosion des roches, entraînement des matières minérales ou organiques du sol, déversement d'eaux usées domestiques ou industriels riches en matières en suspension grossières.

Les particules très fines, en suspension colloïdale, diffractent également la lumière ; c'est l'effet Tyndall qui permet de différencier les solutions vraies des colloïdes.

Pour mesurer la turbidité on utilise certains instruments **(POTELON et ZYSMAN, 1998)** :

- Le turbidimètre de Jackson (méthode visuelle).
- L'opacimètre
- Le turbidimètre de Hellige
- Le néphélémètre de Hach

En Algérie, les turbidités sont très variables selon la nature de l'eau de surface et selon les saisons. Ainsi, les eaux de barrage sont souvent moins turbides que les cours d'eau du fait d'une sédimentation naturelle des matières en suspension vraies. Les oueds présentent des turbidités et colorations importantes en période de crue (**LAZERGUI et BOUGHEDAOU, 1987**)

2.3.4.1. Valeurs de la turbidité

On ne peut établir d'intervalle de valeurs pour la turbidité ; cependant, on peut dire qu'une turbidité non décelable correspond à de l'eau pure distillée (0 unité Jackson, ou UJ). La turbidité peut être supérieure à 1000 UJ dans les eaux résiduaires et atteindre plusieurs centaines d'UJ dans les eaux naturelles riches en matières en suspension (**SANTE CANADA, 2003**)

2.3.4.2. Sources

La quantité de matières solides en suspension dans l'eau peut résulter de l'érosion naturelle, du ruissellement et de prolifération des algues, mais aussi de l'activité humaine. La concentration et la taille des particules de matières en suspension peuvent entraîner d'importantes variations de turbidité ; ainsi, la turbidité est forte dans les eaux de ruissellement au printemps (**SANTE CANADA, 2003**)

2.3.4.3. Recommandation pour la qualité des eaux

Une forte turbidité réduit l'activité photosynthétique de la végétation aquatique submergée et enracinée et des algues, ce qui ralentit leur croissance et peut nuire, par conséquent, à la croissance et à la reproduction des poissons. La turbidité peut donc influencer sur les biocénoses aquatiques. Conformément aux recommandations sur la qualité des eaux, les effluents d'origine anthropique ne doivent pas modifier la turbidité des eaux naturelles réceptrices.

Sauf si elle est attribuable à des minéraux à base d'amiante, la turbidité n'altère pas la qualité de l'eau potable, mais elle peut la rendre moins attirante. On peut consommer une eau

dont la turbidité est de 5 UJ ; Cependant, il est recommandé que celle-ci soit inférieure à 1 UJ (SANTÉ CANADA, 2003)

2.3.4.4. Effets sur l'utilisation des eaux

Une forte turbidité nuit à l'utilisation de l'eau à des fins domestiques, industrielles et récréatives. Il faut souvent éliminer une partie des matières en suspension présentes dans les eaux industrielles ; en effet, les eaux très turbides sont abrasives et peuvent endommager les pompes, les canalisations et les aubes des turbines. En outre, elles sont plus difficiles à traiter dans les usines d'épuration, car les matières particulaires réduisent l'efficacité de la désinfection et augmentent la quantité de boues (SANTÉ CANADA, 2003)

2.4 : Caractéristiques minérales des eaux

2.4.1. Dureté

2.4.1.1. Différents types de la dureté

La dureté ou titre hydrotimétrique correspond essentiellement à la présence de sels de calcium et de magnésium. Elle est directement liée à la nature des terrains traversés. Ils proviennent des roches calcaires ou dolomitiques. La présence du CO_2 favorise cette dissolution.

On distingue :

- La dureté totale = $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$
- La dureté totale = dureté calcique + dureté magnésienne
- La dureté calcique $T_{\text{Ca}} = [\text{Ca}^{2+}]$
- La dureté magnésienne $T_{\text{Mg}} = [\text{Mg}^{2+}]$

Les ions calcium et les ions magnésium sont positifs, donc dans l'eau, ils peuvent se lier à d'autres ions négatifs ; de ce fait on peut diviser la dureté en deux catégories :

La dureté carbonatée ou temporaire qui est éliminable par ébullition de l'eau ; là les ions Ca et Mg sont liés aux carbonates et bicarbonates CO_3^{2-} et HCO_3^- . Dans le cas de la dureté permanente, les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} sont liés au Cl^- , SO_4^{2-} . (MARCOEN, 1983 ; DUPONT, 1981)

2.4.2. pH

Le pH correspond, pour une solution diluée, à la concentration d'ion d'hydrogène. Il mesure l'acidité ou la basicité (alcalinité) d'une eau. Le pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés. Dans le domaine de l'eau, le pH joue un rôle primordial à la fois dans :

- Les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité).
- Les processus biologiques dont certains exigent des limites très étroites des pH ;
- L'efficacité de certains traitements (coagulation, adoucissement, contrôle de la corrosion, chloration).
- Les mécanismes de ces traitements.

La détermination du pH est donc la mesure que l'on doit effectuer le plus fréquemment. Pour mesurer le pH, on utilise un pH-mètre (**CHOCAT et al, 1997**).

2.4.2.1. Intervalles dans l'environnement

Indice de la concentration des ions hydrogène, le pH se mesure sur une échelle allant de 0 à 14. De 0 à 7, les eaux sont acides ; à 7, elles sont neutres et entre 7 et 14, elles sont basiques. Le pH oscille entre 4 et 9 dans les eaux douces naturelles qui renferment un système tampon constitué de bicarbonates et de carbonates. En eaux salées, il est compris entre 8,0 et 8,3. Le pH théorique des eaux de pluie est de 5,6, ce qui signifie que ces eaux sont légèrement acides (**RODIER, 1996**).

2.4.2.2. Sources

Les carbonates, les hydroxydes et les bicarbonates augmentent l'alcalinité de l'eau, tandis que les acides minéraux libres et les acides carboniques en accroissent l'acidité. Les eaux d'exhaure acides et les effluents industriels qui n'ont pas été neutralisés peuvent abaisser considérablement le pH de l'eau (**ENVIRONNEMENT CANADA, 1994**).

2.4.2.3. Recommandation sur la qualité des eaux

Le pH de l'eau peut influencer sur la répartition des biocénoses en milieu aquatique, de même que sur la disponibilité des substances nutritives et sur la toxicité relative de nombreux oligo-éléments. Pour assurer la protection du milieu aquatique, le pH doit se situer entre 6,5 et 9 ; en outre, les eaux résiduaires ne doivent pas faire varier le pH des eaux réceptrices de plus

de 0,5 dans les zones de turbulence. On a proposé d'adopter le même intervalle de pH pour les plans d'eau ayant une importance esthétique et récréative. Un pH supérieur à 9 peut réduire la solubilité du carbonate de calcium, lequel précipite et donne à l'eau un aspect laiteux **(DUPONT, 1981)**

2.4.2.4. Effet sur l'utilisation des eaux

On modifie le pH de l'eau potable afin de réduire les effets corrosifs ou entartrant dans les réseaux de distribution. Le pH de l'eau a aussi une grande importance pour les industries suivantes : blanchissage, photographie, galvanoplastie, traitement des minerais et photogravure. Le pH sert à déterminer le type de traitement approprié des eaux. **(ENVIRONNEMENT CANADA, 1994)**

2.4.3. Agressivité

Alors qu'une eau est corrosive si elle tend à attaquer et à oxyder les métaux, elle est agressive si elle attaque et solubilise les roches calcaires. Ce sont les eaux acides qui attaquent les calcaires et autres minéraux ou roches carbonatées ainsi que les sulfures. Elles peuvent aussi convertir les feldspaths en argile en solubilisant le Na et le K qu'ils contiennent. Dans les eaux naturelles, l'acidité est due essentiellement au CO₂ libre **(POTELON et ZYSMAN, 1998)**.

2.4.4. Acidité

Elle correspond à la présence d'anhydride carbonique libre, d'acides minéraux et de sels d'acides forts et de bases faibles.

L'acidité d'une eau est mesurée par la quantité de bases nécessaires pour élever le pH de cette eau jusqu'à une certaine valeur choisie par convention (généralement autour de 8,3)

On l'exprime soit en normalité (et plutôt en méq/l), soit en mg/l de CaCO₃ équivalents **(MARCOEN, 1983)**

2.4.5. Conductivité

La conductivité, caractéristique physico-chimique de l'eau est liée généralement à la concentration des substances minérales dissoutes et à leur nature. Les matières organiques et colloïdales ne présentent qu'une faible conductivité. Elle varie avec la température.

La conductivité électrique d'une eau est la conductance 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.

La mesure est basée sur le principe du pont de wheatstone en utilisant un conductimètre électrique, ce dernier est étalonné avec de l'eau distillée.

La conductivité électrique s'exprime en micro siemens/cm, en milli siemens/cm ou en mètresiemens/cm à une température de 20°C.

2.4.5.1. Effets sur l'utilisation des eaux

Une conductivité spécifique élevée est l'indice d'une forte concentration de matières solides dissoutes totales (**POTELON et ZYSMAN, 1998**).

2.4.6. Alcalinité

La plupart des eaux naturelles ont un pH compris entre 4,5 et 8,3 et leur alcalinité est attribuable essentiellement aux bicarbonates (HCO_3^-), base faible que la neutralisation par un acide convertit en CO_2 libre. Autrement dit, on est amené à considérer deux types d'alcalinité qui correspondent, encore une fois à deux bornes de pH :

- L'alcalinité à la phénophtaléine (P) qui est une mesure de bases fortes carbonates et alcalis (TA). Elle mesure la teneur en $\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-}$. Elle est aussi influencée par les bases fortes éventuellement présentes dans l'eau.
- L'alcalinité au méthylorange ou total (TAC), qui est une mesure des bases fortes et des bases faibles (bicarbonates). (**RODIER, 1996 ; MARCOEN, 1983**).

Dans le cas des eaux naturelles et en particulier en Algérie, l'alcalinité est souvent bicarbonatée car le pH est généralement inférieur à 8,3. (**SELLAH, 1993 ; REHI et GAID, 1987**)

2.4.7. Oxygène dissous

L'oxygène est l'un des gaz que l'on retrouve à l'état dissous dans les eaux de surface naturelles. Il est moyennement soluble dans l'eau. La quantité d'oxygène dissous dans les eaux naturelles varie en fonction de la température, la salinité et de la turbulence (brassage) des eaux, ainsi que de la pression atmosphérique (qui diminue avec l'altitude).

La concentration d'oxygène dissoute est soumise à des variations diurnes et saisonnières qui sont dues en partie aux fluctuations de la température, de l'activité photosynthétique et du débit de l'eau. Elle dépend également de la respiration des organismes et du processus de réoxygénation. La décomposition des déchets organiques par les micro-organismes et l'oxydation

des déchets inorganiques peuvent entraîner une désoxygénation quasi totale de l'eau. (CHOCAT et al, 1997).

2.4.7.1 Concentration dans l'environnement

Généralement, la concentration d'oxygène dissoute dans les eaux de surface naturelles est inférieure à 10 mg/l. La solubilité maximale de l'oxygène atmosphérique dans les eaux douces est comprise entre environ 8 mg/l et 15mg/l (ENVIRONNEMENT CANADA, 1994).

2.4.7.2 Sources

L'oxygène dissous dans l'eau provient soit de l'atmosphère, soit de la photosynthèse par les végétaux aquatiques, entre autres le phytoplancton. (RODIER, 1996).

2.4.7.3 Recommandation sur la qualité des eaux

De nombreux organismes aérobies ne peuvent survivre quand la quantité d'oxygène dissoute est inférieure à un certain seuil. Les besoins en oxygène dissous des différents organismes aquatiques sont fonction de la température et varient considérablement selon les organismes ; voilà pourquoi il ne serait pas très utile de recommander une seule concentration d'oxygène pour tous les organismes présents dans toutes les eaux. Une très faible concentration d'oxygène dissous a des effets particulièrement nocifs sur les organismes aquatiques. Il n'est pas approprié d'établir une concentration minimale acceptable pour l'oxygène dissous, mais il a été prouvé que des concentrations inférieures à 4 mg/l nuisent à la plupart des organismes aquatiques. (ENVIRONNEMENT CANADA, 1994).

2.4.7.4. Effets sur l'utilisation des eaux

Les eaux riches en oxygène dissous conviennent à toutes les utilisations, sauf aux utilisations industrielles, car l'oxygène dissous augmente la corrosivité de l'eau. Il est donc préférable pour l'industrie d'utiliser des eaux exemptes d'oxygène dissous. (CHOCAT et al, 1997)

2.4.8. Sodium et potassium

Le sodium et le potassium, le 6ième et 7ième élément les plus abondants à l'état naturel sont en proportions très variables.

Le sodium joue un rôle important en agriculture, pour l'irrigation, du fait de son action sur la perméabilité des sols.

Le potassium, beaucoup moins abondant que le sodium, et rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l. Il ne représente aucun inconvénient particulier bien que le K soit une des sources possibles de radioactivité de l'eau (**MARCOEN, 1983 ; TARDAT-HENRY, 1984**) .

2.4.9. Chlorures et sulfates

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Habituellement, la teneur en ion chlorure des eaux naturelles est inférieure à 50 mg/l mais elle peut subir des variations provoquées (**RODIER, 1996**) :

- Dans les zones arides par un lessivage superficiel en cas de fortes pluies.
- Dans les zones industrielles par des pollutions liées à des eaux usées (mine de potasse, industrie chimique, etc...)

Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium. La réglementation française et les normes américaines suggèrent que la teneur en chlorure des eaux ne dépasse pas 250 mg/l. (**RODIER, 1996**).

Les eaux naturelles contiennent pratiquement des sulfates, en proportion très variable. Leur présence résulte de la solubilité des sulfates de calcium des roches gypseuses et de l'oxydation des sulfures répandus dans les roches (les pyrites par exemple). (**MARCOEN, 1983**).

2.5. Eléments minéraux indicateurs de pollution

2.5.1. Azote ammoniacal

L'azote ammoniacal présent en grande quantité indique généralement une contamination récente par des matières organiques en décomposition. Par passage de l'eau dans le sol et sous l'influence de certaines bactéries, l'azote ammoniacal se transforme en azote nitreux puis en azote nitrique. Une eau pauvre en ammoniacque et riche en nitrates indique donc qu'elle a subi une filtration et une épuration efficace dans le sol. L'ammoniacque est favorable au développement de certaines bactéries qui sont à leur tour génératrices des mauvais goûts (**DEGREMONT, 1989**).

2.5.2. Nitrites et nitrates

Les nitrites peuvent être rencontrés dans les eaux mais généralement à des doses faibles. Ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites peut être considérée comme suspecte (**RODIER, 1996**).

Toutes les formes d'azotes (azote organique, ammoniaque, nitrite, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. La présence des nitrates en faible quantité dans une eau est tolérable. Néanmoins, une forte quantité de nitrate doit être considérée comme une probabilité de pollution (**PAUWELLE et al, 1996**).

2.5.3. Phosphates

Ils peuvent provenir des excréta humains et animaux ou du sous-sol. On en tolère jusqu'à 5 mg/l (**OMS, 2004**).

La présence du phosphate dans les eaux naturelles est liée aux terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Les eaux de surface peuvent être contaminées par des rejets industriels ou par le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traitées par certains pesticides (**RODIER, 1996**).

2.6. Eléments indésirables

2.6.1 Aluminium, Fer, Cuivre, Manganèse et Zinc

L'aluminium ne présente pas de caractère toxique significatif pour les populations en général. Toutefois, l'OMS recommande une teneur limite de 0,2 mg/l car dès 1972, diverses études ont montré que l'exposition chronique à une eau chargée en aluminium pouvait provoquer des atteintes neurologiques (**RODIER, 1996**).

Le fer ferreux est soluble dans l'eau alors que le fer ferrique l'est très peu et tend à précipiter sous forme d'hydroxyde. Sous l'action de l'oxygène, le fer ferreux s'oxyde en fer ferrique et il est difficile de les doser séparément. Il est tout aussi difficile de distinguer nettement entre fer en solution, en suspension, à l'état colloïdal, sous forme de complexes minéraux ou organiques (**DUPONT, 1981**).

Le cuivre peut se rencontrer dans certaines eaux naturelles généralement à des teneurs inférieures à 1 mg/l sous forme ionique ou de complexes (cyanures, ammoniaque, produits

organiques, etc.). En dehors de pollutions industrielles ou de traitements agricoles, ce métal provient habituellement de la corrosion des tuyauteries de distribution (0,5 à 1 mg/l). **(RODIER, 1996).**

Le manganèse est généralement associé au fer quoiqu'en quantité plus faible. C'est le Mn^{2+} qui est soluble dans les eaux naturelles bien que le manganèse présente de nombreux autres états d'oxydation. D'après l'OMS, 2004, la teneur en manganèse est limitée à 0,5 mg/l dans les eaux potables pour le goût qu'il peut communiquer, pour les taches et les dépôts qu'il peut occasionner et aussi parce qu'il favorise la croissance de certains micro-organismes. La teneur souhaitable est inférieure ou égale à 0,01 mg/l **(POTELON et ZYSMAN, 1998).**

Le zinc qui peut être trouvé dans les eaux de distribution à des teneurs dépassant souvent 5 mg/l, provient généralement des canalisations par les eaux agressives ou riches en chlorures et sulfates. Pour des teneurs relativement faibles (2 mg/l), le zinc peut communiquer à l'eau une opalescence variable avec la dureté. Ce métal peut contenir 1% de cadmium. La quantité tolérable dans l'eau est limitée par le goût désagréable des sels de zinc **(RODIER, 1996).**

2.7 Eléments toxiques

Le plomb ne doit normalement pas se trouver dans l'eau de boisson, les conduites d'eau étant cependant très fréquemment en plomb, la possibilité d'intoxication d'origine aqueuse existe. La quantité de plomb qui va se dissoudre dans l'eau dépend beaucoup de sa composition chimique et de son degré d'aération. Les eaux acides, riches en chlore, en nitrates, en acide carbonique dissolvent facilement le plomb et la paroi du tuyau. La présence d'air dans le tuyau, favorise la formation d'oxyde de plomb qui se dissout dans l'eau. Une eau potable doit contenir moins de 0,01 mg/l de plomb **(OMS, 2004).** Le saturnisme apparaît avec les eaux contenant plus de 0,3 mg de plomb par litre.

L'arsenic ne peut pas se trouver dans l'eau de boisson, si elle en contient c'est la preuve d'une pollution par des résidus industriels **(RODIER, 1996).**

De nombreux autres cations peuvent se trouver en proportions variables dans les eaux naturelles, et le plus souvent, à l'état de traces, ce qui exige des méthodes de dosage particulièrement sensibles.

Le chrome, le mercure, le plomb ou le sélénium ont un caractère toxique marqué et leurs concentrations maximales acceptables dans l'eau potable sont très faibles **(PPOTELON et ZYSMAN, 1998 ; MARCOEN, 1983).**

D'une certaine manière, toutes les émissions de métaux toxiques dans l'atmosphère se retrouvent à plus ou moins long terme, pour une certaine part, dans les eaux de surfaces.

2.8. Caractéristiques organiques

L'eau naturelle renferme des matières organiques qui peuvent être :

- Soit d'origine naturelle dont la majorité provient de la décomposition des végétaux tels que les acides aminés, les chlorophylles, les sucres, substances humiques, les bactéries et les algues.
- Soit d'origine artificielle, provenant de l'activité humaine (industrie, agriculture, rejets des eaux usées urbaines). (**TARDAT-HENRY et BEAUDRY, 1984**).

La teneur en matières organiques peut être exacerbée par une conjugaison de facteurs tels que, lumière, pH, O₂, température, nutriments. Cette teneur peut provoquer de grands problèmes :

- Soit dans le réseau de distribution tels que la corrosion, les dépôts dans les conduites ;
- Soit sur la santé de l'être humain tels que la toxicité chronique, alors on recherche toujours à les éliminer. (**TARDAT-HENRY et BEAUDRY, 1984**).

2.9. Caractéristiques biologiques

Dans l'analyse globale des eaux naturelles, il faut tenir compte des constituants biologiques car leur présence caractérise leur qualité et le degré de pollution. L'analyse biologique, complémentaire de l'analyse chimique, a l'avantage de donner une valeur moyenne de l'«état sanitaire » de l'eau, alors que les mesures chimiques ne fournissent que des indications momentanées. On distingue deux types de micro-organismes :

- Ceux qui sont pathogènes et provoquent des maladies.
- Ceux qui sont saprophytes c.à.d qui n'ont pas un effet sur la santé de l'être. (**DEGREMONT, 1989**).

L'analyse des eaux fait apparaître différentes espèces de micro-organisme tel que les bactéries, les virus, les planctons et les champignons.

2.9.1. Les bactéries

Ce sont des organismes microscopiques unicellulaires, isolés ou coloniaux, les bactéries peuvent provoquer certaines réactions exothermiques pour en tirer l'énergie nécessaire. C'est le cas de la nitrification, déferrisation, démanganisation et corrosion des conduites, elles agissent sur la fermentation et les cycles de l'azote et de soufre. **(DEGREMONT, 1989)**.

2.9.2. Les virus

Ce sont des agents pathogènes extrêmement petits visibles seulement au microscope électronique et qui ne peuvent se multiplier qu'à l'intérieur d'une cellule vivante. Ils sont constitués par l'association d'un acide nucléique et d'une protéine. **(DEGREMONT, 1989)**. L'eau joue un rôle essentiel dans la transmission de certaines maladies virales.

2.9.3. Plancton

L'ensemble des micro-organismes qui flottent au sein de l'eau constitue le plancton qui se divise en zoo plancton (plancton animal) et phytoplancton (plancton végétal), leur taille est comprise entre 20µm et quelques millimètres. **(DEGREMONT,1989)**.

2.9.4. Champignons

Un champignon microscopique infeste parfois les canalisations. C'est l'histoplasme capsulation, cause de la maladie appelée histoplasmose. Ces champignons sont résistants au chlore mais facilement éliminés par les procédés de filtration. **(DEGREMONT, 1989)**.

2.10. Aspects toxicologiques et normes relatives à la qualité des eaux de surfaces

2.10.1. Normes microbiologiques

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux. Le groupe des coliformes totaux comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives, gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnets, qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins de 48 h à 35 °C. Le groupe des coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24 h à 44,5 °C.

On trouve les bactéries coliformes fécales en grand nombre dans les intestins et les excréments des animaux à sang chaud. On utilise de préférence les coliformes fécaux comme

indicateurs de la qualité des eaux brutes, ce qui permet de déceler la présence d'organismes pathogènes à la source.

Les coliformes totaux étant largement répartis dans la nature, ils n'indiquent pas nécessairement qu'il y a contamination. Par ailleurs, ces organismes survivent plus longtemps dans l'eau et résistent mieux à la chloration que les coliformes fécaux ou les bactéries pathogènes communes. On utilise donc de préférence les coliformes totaux comme indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau potable. La présence d'un organisme coliforme quelconque dans l'eau traitée révèle en effet que le traitement a été inefficace ou qu'il y a eu contamination après traitement.

2.10.2. Normes et recommandations pour les paramètres physiques et chimiques

Les normes visent à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue pas un risque pour la santé. Dans les recommandations, on propose également des objectifs esthétiques. Une eau de mauvaise qualité esthétique fait naître un doute sur sa salubrité dans l'esprit du consommateur, qui est alors tenté de s'approvisionner en eaux de meilleure apparence, mais dont les qualités chimiques et bactériologiques n'ont pas été mises à l'épreuve. Signalons toutefois qu'une mauvaise qualité esthétique découle souvent d'une contamination chimique ou bactériologique.

Les CMA (concentrations maximales admissibles) sont des valeurs limites au-delà desquelles il serait possible d'observer un effet sur la santé. Pour certaines substances, l'insuffisance de données toxicologiques ne permet pas d'établir une CMA avec une certitude raisonnable. On propose alors une concentration provisoire (CMAP) en fonction des données connues concernant la santé.

Les CMAP font l'objet de révisions périodiques afin qu'on puisse tenir compte des nouvelles données toxicologiques et des progrès dans les méthodes de dosage ou de traitement des eaux. **(DESJARDINS, 1997).**

La qualité d'une eau potable doit obéir à des normes bien précises. C'est à dire les caractéristiques physico-chimiques, organoleptiques et biologiques doivent être semblables à celles par les normes. Il est à noter que beaucoup de pays ont leurs propres normes mais lorsqu'il n'existe pas des normes nationales, on adopte celles de l'O.M.S (Organisation Mondiale de la Santé). Les normes de l'O.M.S sont assez tolérantes pour certains critères

Ces normes déterminent à la fois le « bon état chimique » et le « bon état écologique ». Le bon état chimique est atteint lorsque les substances dangereuses respectent des

concentrations maximales, tandis que le bon état écologique est atteint lorsqu'il n'y a pas de substances dangereuses.

Tableau 2-1 : Limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Source : OMS, 2004

paramètres	Limite de qualité	Unité
Paramètres microbiologiques		
Escherichia Coli	0	/100 ml
Entérocoques	0	/100 ml
Paramètres physico-chimiques		
température	25	°C
pH	6,5 – 9	Unité pH
conductivité	180 - 1000	µS/cm
turbidité	1	NTU
DBO	Eau naturelle pure > 1 Rivière légèrement polluée >1 et <3.	mg/l d'O ₂
DCO	1,5 à 2 fois la DBO ₅	mg/l d'O ₂
chlorures	200	mg/l
sulfates	250	mg/l
magnésium	50	mg/l
sodium	150	mg/l
potassium	12	mg/l
Aluminium total	200	µg/l
Paramètres concernant des substances indésirables		
Nitrates	50	mg/l
Nitrites	0,5	mg/l
Ammonium	0,1	mg/l
Azote kjeldahl	1	mg/l
fer	200	µg/l
Manganèse	0,5	mg/l
Cuivre	2	mg/l
Zinc	5	mg/l
Phosphore	5	mg/l

Chapitre 2 : caractéristiques physico-chimique et biologique des eaux de barrages

Argent	10	µg/l
Fluor	1500 (pour T : 8 -12 C°)	µg/l
Fluor	700 (pour T : 25 – 30 C°)	µg/l
Paramètres concernant des substances toxiques		
Arsenic	10	µg/l
Cadmium	3	µg/l
Baryum	0,7	mg/l
Benzène	1	µg/l
Bore	1	mg/l
Bromates	10	µg/l
Chrome	50	µg/l
Chlorure de vinyle	0,5	µg/l
Cyanures totaux	50	µg/l
Hydrocarbures aromatiques	0,1	µg/l
Mercure total	1	µg/l
Nickel	20	µg/l
Plomb	10	µg/l
Sélénium	10	µg/l

2.11. Qualité physico-chimique des eaux de surface Algériennes

2.11.1 Sources de pollution

La pollution des ressources en eau commence à atteindre des proportions inquiétantes notamment dans la région tellienne où se trouve la plus grande partie de nos ressources en eau de surface.

La pollution d'origine agricole est plus élevée dans les régions où l'agriculture est intensive. De plus, l'azote et le phosphore se trouvent rarement en concentrations jugées toxiques pour la vie aquatique. Toutefois, ces éléments peuvent nuire à la qualité de l'eau à cause du processus d'eutrophisation. Les teneurs en éléments nutritifs dans les eaux de surface dépassent souvent un ou plusieurs des seuils recommandés pour la qualité de l'eau dans les régions où l'agriculture est importante. Les pesticides pénètrent dans les eaux superficielles par écoulement de surface sur les terres agricoles. Il n'est pas rare de rencontrer des bactéries dans les eaux de ruissellement qui proviennent des champs amendés avec du fumier. L'usage de l'eau par les populations provoque une pollution non seulement biologique, mais aussi, et de plus en plus souvent, physico-chimique. Les cartes de qualité des eaux publiées par l'ANRH montrent que des tronçons importants de cours d'eau dans les bassins de Tafna, Macta, Chélif, Soummam et Seybousse sont aujourd'hui pollués (**BANQUE MONDIALE, FAO, AFD, 2003**).

La pollution de certains barrages, tant par les eaux usées domestiques que par des rejets industriels, a déjà été soulignée (tableau 2-2).

Tableau 2-2: Barrages affectés par la pollution (A.N.B, 2016)

Barrage	Wilaya	Source de pollution
Cheffia	El-Taref	Rejets urbains et industriels
Zardezas	Skikda	Rejets urbains
Hammam Grouz	Mila	HENKEL Chelghoum-Laid
Lakhal	Bouira	ENAD* Sour-El-Ghozlane
Béni Amrane	Boumerdes	ENAD Lakhdaria/Hydrocarbures
Kaddara	Boumerdes	Hydrocarbures
Hamiz	Alger	Hydrocarbures
Harbil	Médéa	Complexe antibiotique de SAIDAL**
Fergoug	Mascara	Rejets urbains et industriels
Béni Bahdel	Tlemcen	Rejets urbains et industriels
Sidi Abdelli	Tlemcen	Rejets industriels
Merdja Sidi Abed	Relizane	Rejets urbains et industriels
(*) Entreprise Nationale des Détergents et produits d'Entretien.		
(**) Entreprise Nationale de Production Pharmaceutique.		

La protection des ressources en eau contre les effets de la pollution, a été prise en considération par les pouvoirs publics. C'est ainsi que de nombreuses stations d'épuration (STEP) ont été réalisées. Quarante-neuf (49) stations d'épuration d'une capacité totale de près de quatre (4) millions équivalent-habitant ont été édifiées.

La pollution de certaines eaux de surface du nord du pays a atteint ces dernières années un seuil critique du fait des différentes formes de contamination telles que fuites des effluents domestiques, nitrates, produits phytosanitaires et engrais chimiques. Elles sont par ailleurs, menacées par le déversement d'effluents industriels notamment les huiles usagées et solvants chlorés.

2.11.2. Qualité physico-chimique des eaux de surface Algériennes

En Algérie, l'eau constitue une denrée de plus en plus rare, vulnérable et difficilement renouvelable. De ce fait, la prise de conscience impose de la gérer d'une manière rationnelle et de se préoccuper des effets de la qualité des eaux sur les écosystèmes naturels mais surtout sur la santé publique.

Il importe donc que les ressources en eau, déjà réduites, soit efficacement protégées contre tout nuisance et qu'elles soient traitées afin de produire une eau dont la qualité satisfait à des normes biologiques et physico-chimiques de potabilité (**ACHOUR, 2001**).

Au plan de la qualité, sur la globalité des eaux inventoriées par les études, 44% seraient de bonne qualité, 44% de qualité satisfaisante et 12% de qualité médiocre (**BANQUE MONDIALE, FAO, AFD, 2003**).

L'environnement géologique d'un bassin versant est toujours considéré comme l'impact principal de la qualité des eaux et sa teneur en éléments toxiques. L'eau précipitée se charge de plus en plus lors de son ruissellement et son contact avec les terrains superficiels. La présence des roches carbonatées et les roches salines ou évaporites à la surface du bassin versant conduisent à une diminution de la qualité des eaux et peuvent influencer le type de faciès chimique d'une eau donnée.

De résultats d'analyses physico-chimiques réalisées sur différentes eaux de barrages à travers le centre, l'est et l'ouest du nord de l'Algérie, sont présentés ci-après (tableau 2-3).

Tableau 2-3: Bulletin mensuel de la qualité des eaux des barrages (ANRH, 2016)

Région	Barrages	pH	Res sec mg/l	O ₂ diss (%)	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	NH ₄ mg/l	PO ₄ mg/l	DBO ₅ mg/l	DCO mg/l	MO mg/l
	Fergoug	7,49	1880	92,9	5	0,05	0,15	0,24	12,3	50	7,5
	Bouhnifia	7,90	1080	59,8	1	0,06	0,06	0,20	11,3	60	6,0
O	SMBA	8,13	1480	89,5	2	0,06	0,12	0,67	12,3	50	7,1
U	Merdja-S-A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	Ouizert	8,07	1060	99,3	1	0,50	0,00	0,30	4,7	20	9,2
S	Gargar	7,60	1660	87,1	2	0,09	0,04	0,06	13,3	50	6,7
T	Cheurfa	8,40	1880	75,2	5	0,14	0,03	0,32	34,3	100	22,5
	Bougrara	8,27	1280	69,1	5	1,40	4,75	4,70	13,5	60	9,3
	Beni Bahdel	8,35	480	93,3	6	0,07	0,00	0,32	9,9	40	9,3
	Mefrouch	8,80	260	80,4	9	0,02	0,05	0,20	14,7	60	6,2
	Sidi Abdelli	7,35	900	74,9	5	0,01	0,03	0,20	4,3	20	4,1
	Bakhadda	8,02	880	121,7	2	0,06	0,04	0,00	12,3	50	25
	Sarno	7,30	3680	62,1	4	0,13	0,65	0,90	-	210	30,0
	Sikkak	8,26	700	161,1	2	0,20	0,81	0,41	5,1	20	9,0
	Kramis	7,62	2480	91,9	11	0,05	0,03	0,16	19,5	80	5,6
	Dahmouni	8,12	1680	93,3	1	0,30	2,70	1,97	18,5	70	30
	Keddara	7,93	805	72,68	3,79	0,04	0,03	0,00	1,5	22	5,7
C	Ghrib	7,80	2385	127	1,0	0,006	0,074	0,00	-	23,2	6,9
E	Bouroumi	7,30	594	138	3	0,013	0,00	0,00	-	32,5	22
N	Boukourdane	7,50	1353	111	11,0	0,036	0,00	0,00	-	13,9	4,5
T	Deurdeur	7,60	1178	116,0	1,0	0,013	0,055	0,00	-	32,5	6,5
R	Lekhal	8,0	459	75,0	6,0	0,06	0,194	0,00	-	27,8	6,5
E	Harreza	8,1	1044	127,0	1,0	0,088	0,104	0,00	-	23,2	4,9
	Fodda	7,70	1616	73,0	2,0	0,019	0,00	0,00	-	46,4	12,2
	Sidi Yakoub	7,7	1729	57,0	3,0	0,00	0,00	0,079	-	9,3	7,0

Chapitre 2 : caractéristiques physico-chimique et biologique des eaux de barrages

	Oued Mellouk	7,8	1024	115,0	3,0	0,029	0,00	0,00	-	32,5	5,8
	Ain Zada	7,8	632	100	2	0,00	0,00	0,20	4,3	43	14,1
E	H-Grouz	7,67	780	100	10	0,715	0,00	0,20	2,3	34	13,2
S	Zardezas	8,13	502	92,05	5	0,00	0,00	0,10	2,7	31	12,6
T	Ain Dalia	7,96	396	95,7	7	0,014	0,00	0,10	2,4	15	10,7
	Cheffia	7,80	244	95,2	2	0,00	0,00	0,20	1,4	18	5,4
	Guénitra	7,99	366	100	6	0,00	0,00	0,00	1,7	19	9,2
	H. Debagh	8,05	480	100	9	0,035	0,00	0,20	2,7	24	7,6
	Mexa	7,90	340	86,9	1	0,00	0,00	0,10	2,1	15	7,6
	Beni Zid	7,86	158	95,4	1	0,00	0,00	0,00	3,2	13	8,4
	Zit Amba	8,04	414	100	1	0,00	0,00	0,20	5,7	25	9,4

Ces données représentent les résultats d'analyses effectuées sur les eaux brutes à l'état naturel, sans aucun prétraitement ou traitement. Cependant, ces eaux sont globalement de qualité médiocre et nécessitent dans tous les cas un traitement poussé de potabilisation. En effet, en faisant une rapide comparaison de cette qualité avec les normes de potabilité et valeurs guides ANRH ainsi qu'avec les normes de l'OMS, il apparaît que les eaux algériennes sont souvent minéralisées, avec une dureté assez importante, notamment pour les eaux du Sud algérien (tableau 2-4).

Tableau 2-4: Valeurs guides de l'agence nationale des ressources hydrauliques

Désignation	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
pH	6,5 à 8	6,5 à 8,5	5 à 9	> 9 et < 6,5
O ₂ dissous %	90 à 50	50 à 30	30 à 10	< 10
NH ₄ mg/l	0 à 0,01	0,01 à 0,1	0,1 à 3	> 3
NO ₂ mg/l	0 à 0,01	0,01 à 0,1	0,1 à 3	> 3
NO ₃ mg/l	0 à 10	10 à 20	20 à 40	> 40
PO ₄ mg/l	0 à 0,01	0,01 à 0,1	0,1 à 3	> 3
DBO ₅ mg/l O ₂	5	5 à 10	10 à 15	> 15
DCO mg/l O ₂	20	20 à 40	40 à 50	> 50
MO mg/l	5	5 à 10	10 à 15	> 15
RS mg/l	300 à 1000	1000 à 1200	1200 à 1600	> 1600

2.12. Conclusion

Par qualité des eaux des barrages , on entend les propriétés physiques, chimiques, et biologiques des eaux des cours d'eaux et des retenues. La qualité de l'eau évolue avec les saisons et d'une région géographique à l'autre, même en l'absence de pollution. La chimie fondamentale des eaux des cours d'eau est déterminée par le sol, les formations géologiques, la topographie et la végétation présente dans le bassin versant. A ces conditions fondamentales s'ajoutent les substances introduites à la suite d'une activité humaine. En particulier, l'évolution de l'utilisation des terres et des pratiques d'exploitation influe sur la quantité et sur la qualité de l'écoulement de surface qui, à son tour, modifie le bilan hydrique, la chimie de l'eau et les biocénoses des plans récepteurs.

Chapitre 3: caractéristiques
physicochimiques des eaux des barrages
de l'est Algérien

3.1. Introduction

La connaissance des paramètres physico-chimiques fait partie de l'ensemble des informations dont doivent disposer tous ceux qui sont amenés à évaluer la qualité de l'eau afin de prendre des décisions d'actions dans de nombreux domaines.

On peut citer à titre d'exemple les domaines de la santé pour la surveillance de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et de l'environnement pour la prévention vis-à-vis des polluants.

Les résultats d'analyses de quelques eaux de barrages de l'est algérien seront discutés sur leur qualité physico-chimique de ces eaux.

3.2. Température

La température des eaux de surface dépend du climat et des conditions atmosphériques. Dans le cas de l'est algérien, il a été remarqué une légère fluctuation qui serait due à l'influence de la température de l'air. La figure (3-1) présente les différentes valeurs des températures des eaux des barrages étudiés par les chercheurs, au moment des prélèvements.

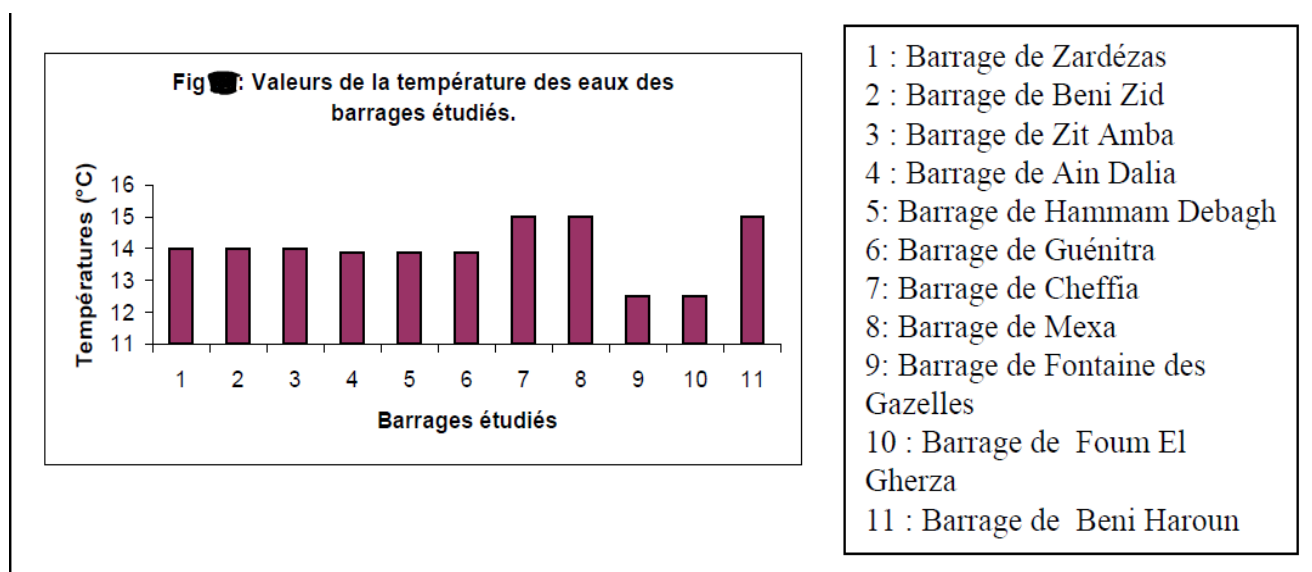


Figure 3-1: Valeurs de la température des eaux de barrages (N.Harrat ,2004)

3.3. pH

Le pH est compris entre 6,18 et 8,23. Le pH d'une eau potable doit être compris entre 6,5 et 8,5 (OMS, 2016).

Les résultats obtenus montrent que ces eaux ont un pH voisin de la neutralité (figure3-2).

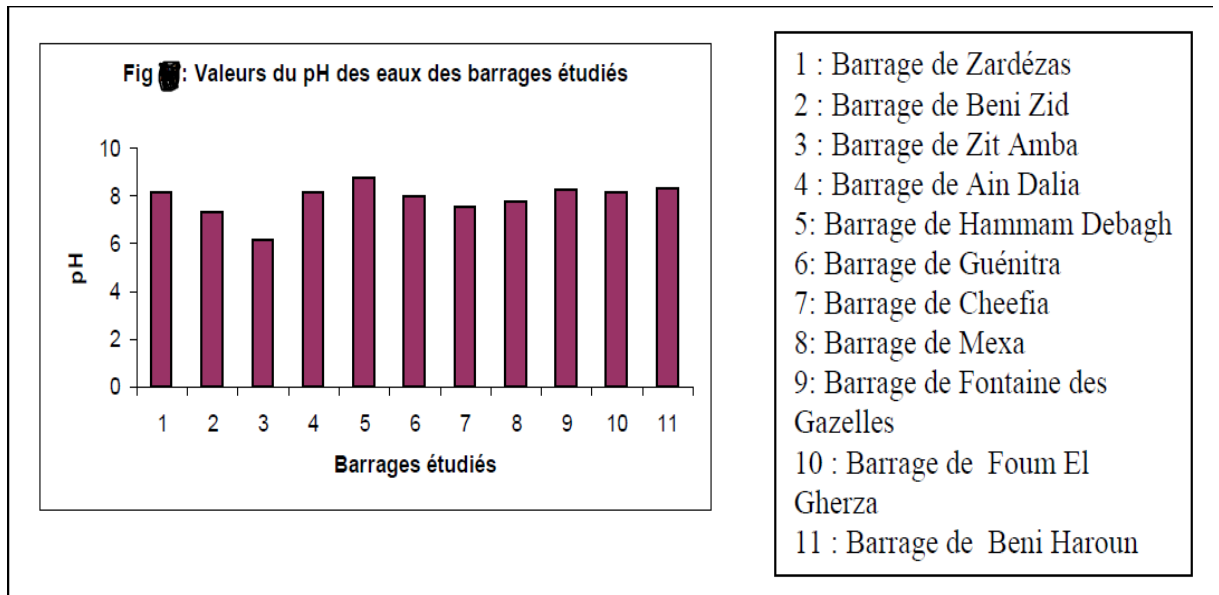


Figure 3-2: Valeurs des pH des eaux de barrages (N.Harrat ,2004)

3.4. Conductivité

D'après les résultats des chercheurs présentés dans la (figure 3-3) Les conductivités enregistrées se situent entre 210 et 1018 $\mu\text{s}/\text{cm}$. La valeur 1018 est enregistrée au niveau du barrage de Beni Haroun, elle peut être due à la contamination par les rejets urbains et industriels ainsi que la géologie des sols.

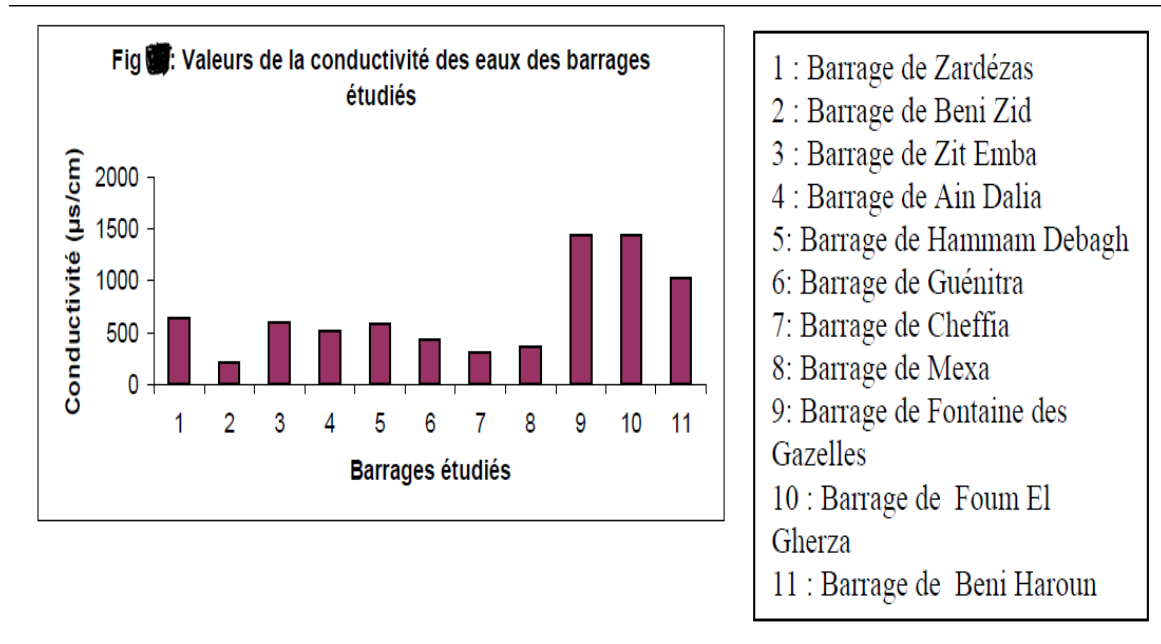


Figure 3-3: Valeurs de la conductivité des eaux de barrages (N.Harrat ,2004)

3.5. Turbidité

Les eaux de barrages de Beni Haroun, Mexa, et Cheffia sont caractérisées par une forte turbidité. Ces barrages sont en effet situés dans des régions très boisées.

La valeur extrême enregistrée est de 23 NTU au niveau du barrage de Beni Haroun, elle pourrait être essentiellement de nature organique (figure 3-4).

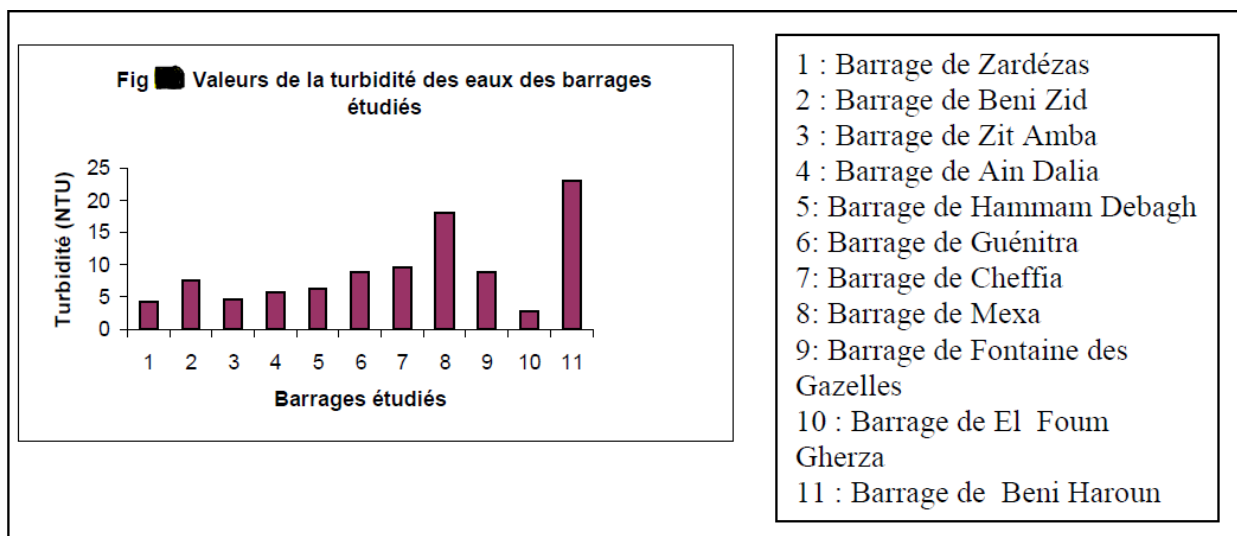


Figure 3-4 : Valeurs de la turbidité des eaux des barrages (N.Harrat ,2004)

3.6. Dureté

Les eaux étudiées sont caractérisées par des concentrations moyennes en calcium et en magnésium, excepté les barrages de Beni Haroun, Fontaine des Gazelles et Foug el Gherza, qui présentent une dureté supérieure à la norme de 50 °F (figure 3-5).

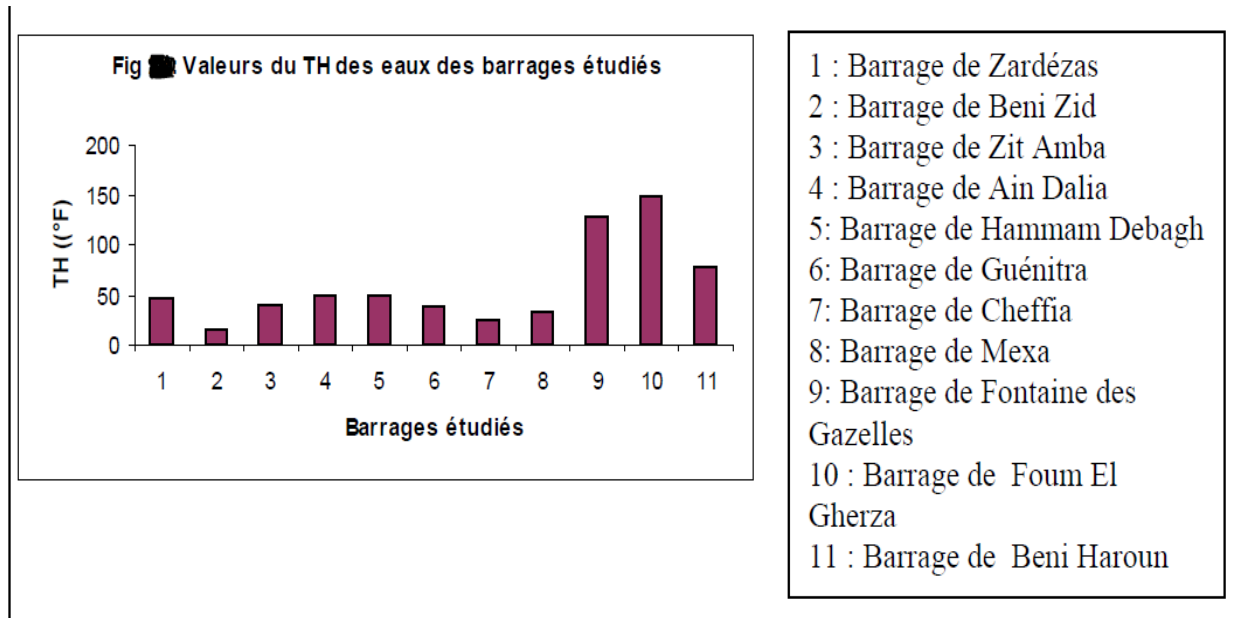


Figure 3-5 : Valeurs du TH des eaux des barrages (N.Harrat ,2004)

3.7. Alcalinité

Dans le cas des eaux naturelles et en particulier en Algérie, l'alcalinité est souvent bicarbonatée car le pH est généralement inférieur à 8,3. (SELLAH, 1993 ; REHI ,1987).

Dans les échantillons étudiés par les chercheurs, les valeurs de TAC varient entre 4,1 et 18,5 °F. Les plus fortes teneurs en TAC pourraient provenir de la mise en solution des roches calcaires et de lessivage lors d'une forte pluie. La figure 3.6 présente les valeurs de TAC dans les eaux des barrages étudiés dans l'est Algérien.

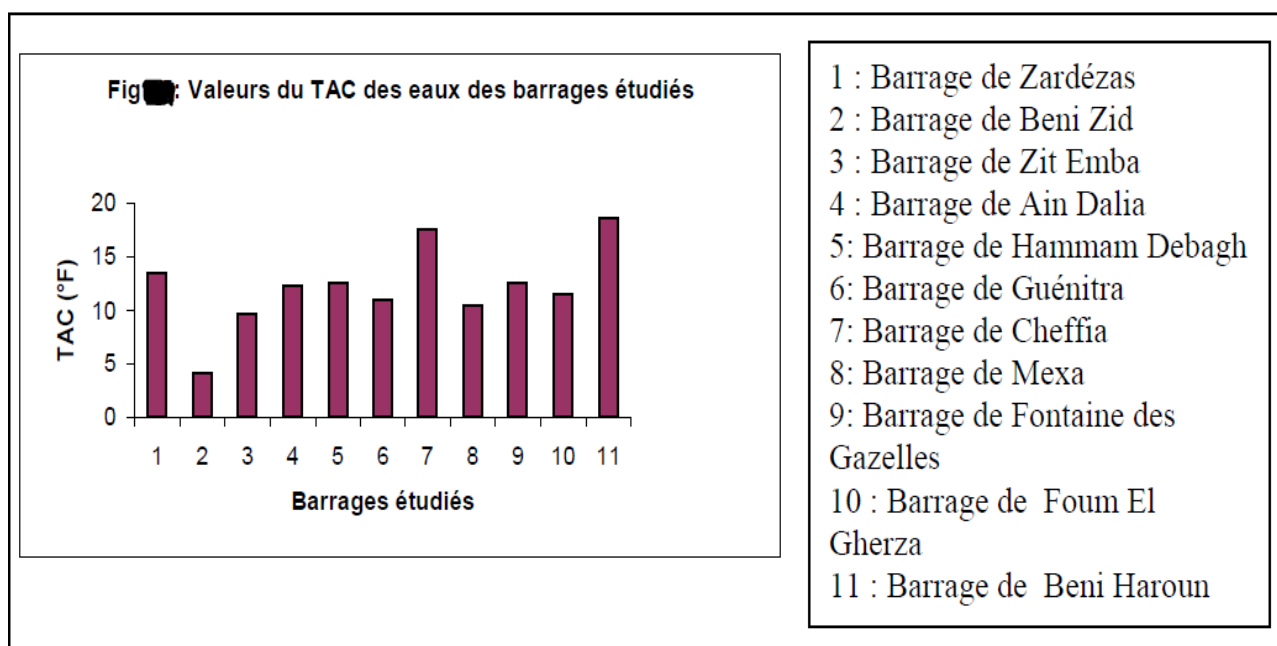


Figure 3-6 : valeurs du TAC des eaux des barrages (N.Harrat ,2004)

3.8. Chlorures et sulfates

L'analyse des résultats présentés par la figure 3-7 montre des teneurs élevés en chlorures pour les barrages de Fontaine des Gazelles, Foum el Gherza et Beni Haroun, la valeur extrême est enregistrée au niveau de cette dernière. Les valeurs lues pour les sulfates varient de 39 à 185 mg/l. Les fortes teneurs en chlorures et sulfates pourraient s'expliquer par la géologie des terrains de la région ou par une contamination directe de l'eau des barrages par des rejets domestiques surtout riches en détergents ou par l'utilisation des pesticides dans l'agriculture. Ces deux éléments provoquent un goût désagréable dans les eaux de consommation et la rendent corrosive vis-à-vis des conduites. Ils sont aussi nocifs pour les plantes. Notons, que ces deux éléments provoquent aussi l'augmentation du chlore résiduel lors de la chloration de l'eau chargée en matière organique (ACHOUR et GUERGAZI, 2002).

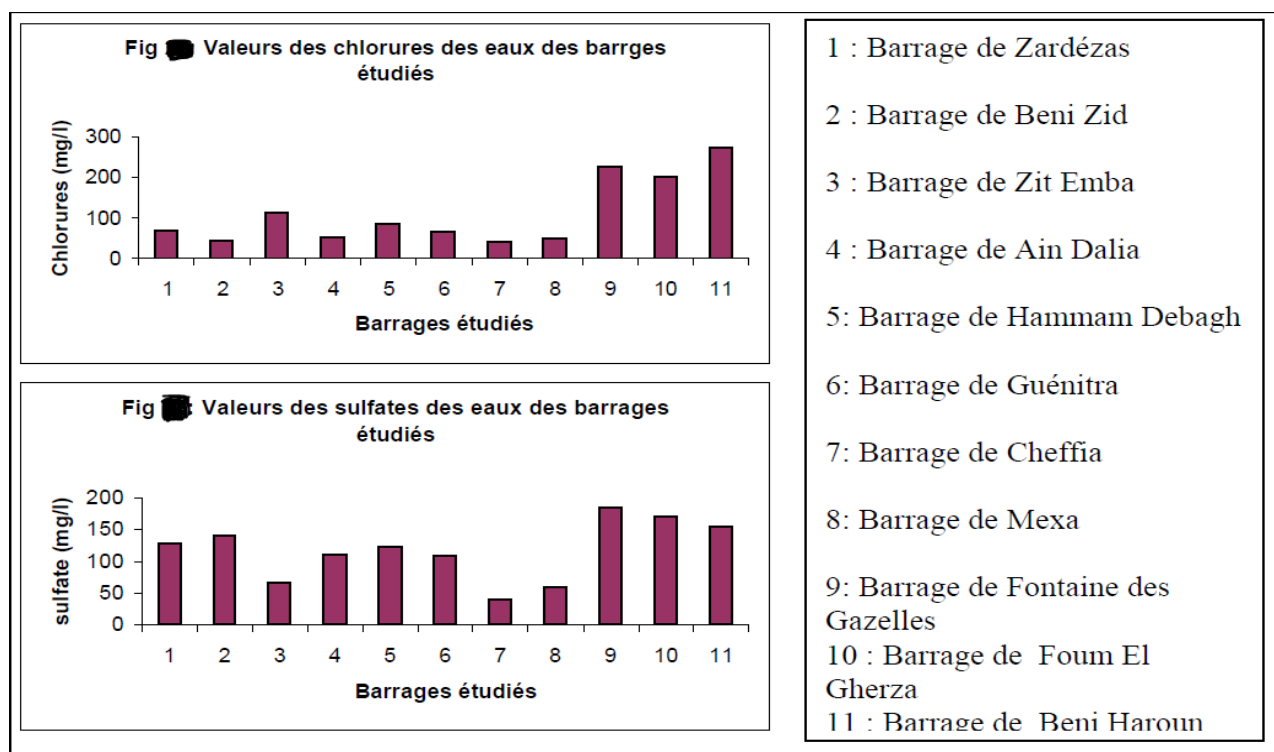


Figure 3-7 : Valeurs des chlorures et des sulfates des eaux des barrages (N.Harrat ,2004)

3.9. Sodium et Potassium

Nous observons dans la figure 3-8 une concentration moyenne en sodium et potassium, la valeur maximale de ces deux éléments est enregistrée au niveau du barrage de Beni Haroun. Selon l'OMS, la valeur maximale pour le sodium est 150 mg/l et 12 mg/l pour le potassium, généralement ce dernier est beaucoup moins abondant que le sodium et rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l (TARDAT-HENRY, 1984).

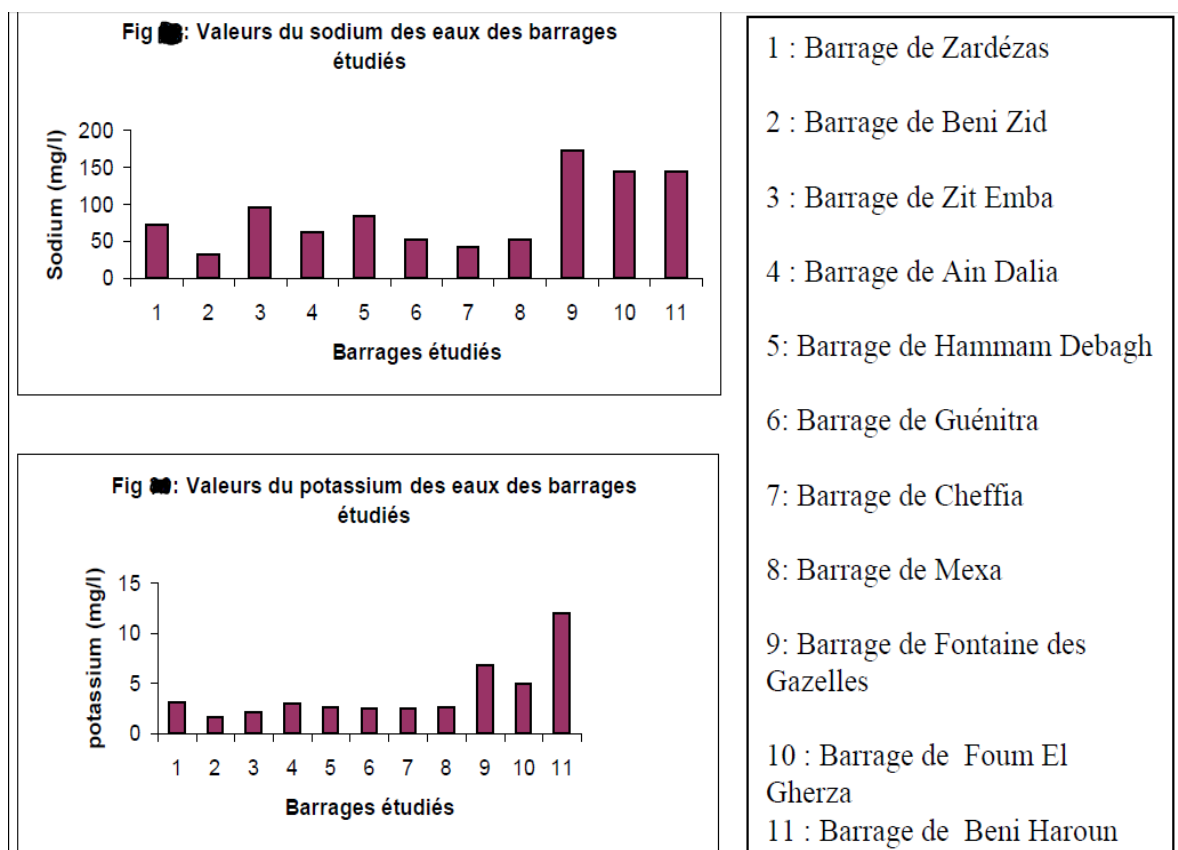


Figure 3-8 : Valeurs des sodiums et des potassiums des eaux des barrages (N.Harrat ,2004)

3.10. Matières organiques

La charge organique (Oxydabilité au KMnO_4 , substances humiques, absorbance en UV) apparaît comme non négligeable notamment pour les eaux du nord du pays du fait d'une pollution naturelle (végétation en décomposition), mais aussi de pollutions d'origine exogène (rejets urbains et industriels, pratiques agricoles). Toutefois, les substances humiques seraient encore prépondérantes dans la matière organique des différentes eaux testées dans l'est Algérien, les valeurs extrêmes qui expriment la charge organique sont enregistrées au niveau des barrages du nord (barrage de Beni Haroun, Cheffia et Mexa), les valeurs de l'absorbance en UV sont plus élevées dans les régions où les substances humiques sont présentes (figure 3-9) (N.Harrat ,2004).

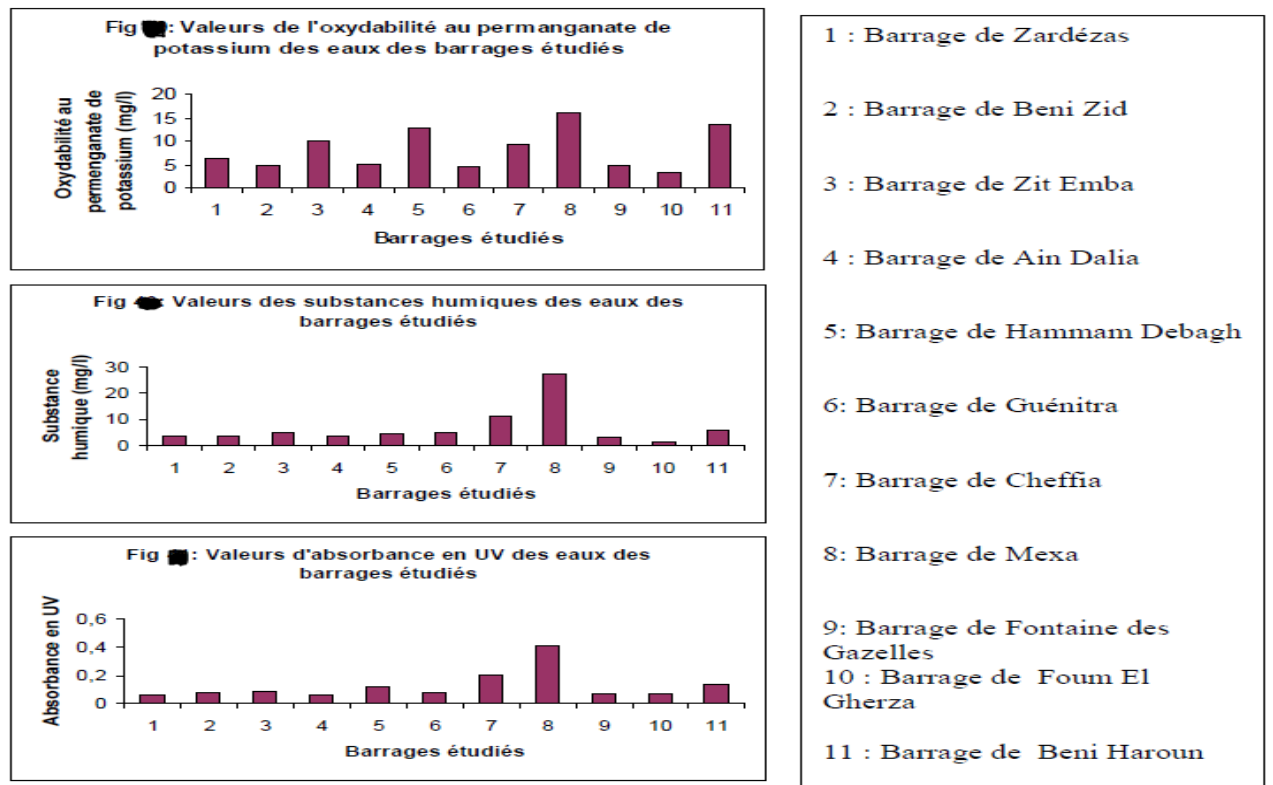


Figure 3-9 : valeurs des matières organiques des différents barrages étudiés (N.Harrat ,2004)

3.11. Conclusion

L'interprétation des analyses physico-chimiques font remarquer que:

- Le pH des eaux est voisin de la neutralité avec un léger caractère alcalin;
- La conductivité exprime une minéralisation moyenne à forte selon les eaux testées et notamment les eaux du sud du pays alors que les eaux sont mi-dures à dures;
- La conductivité et la dureté sont plus élevées dans les barrages de Beni Haroun, Fontaine des Gazelles et Foum El Gherza;
- En ce qui concerne les barrages de Zardézas, Beni Zid, Zit Amba, Hammam Debagh, Cheffia et Mexa, les éléments considérés comme indésirables ou toxiques sont le cuivre, le fer ,le manganèse et le brome;
- La charge organique est élevée dans toutes les eaux testées par les chercheurs notamment pour les barrages de Beni Haroun, Mexa et Cheffia. Toutefois, la proportion en substances humiques reste appréciable dans la plupart des eaux, indiquant l'origine naturelle de ces matières organiques;

Chapitre 3 : caractéristiques physicochimiques des eaux des barrages de l'est Algérien

- Au niveau du barrage de Beni Haroun ainsi que dans certains barrages, les valeurs de la concentration de quelques éléments dépassent les normes préconisées par l'OMS;

Le barrage de Beni Haroun est considéré comme étant le barrage le plus pollué parmi les onze étudiés, puisqu'il est caractérisé par de mauvaise qualité physico-chimique aussi bien organique que minérale (**N.Harrat ,2004**).

Conclusion général

Conclusion général

L'eau participe largement à la production de biens et services, et est la source de développement d'un pays, et de ce fait, elle focalise attentes, espoirs, peurs, stress et appréhensions de chacun, en même temps qu'elle suscite des intérêts, des stratégies, des politiques, en un mot, une vision. Elle est donc à la fois un enjeu majeur, un défi futur à relever et un espoir de mieux-être et de progrès. L'eau est un produit indispensable et est irremplaçable. À notre connaissance, aucune des technologies de ce nouveau siècle ne nous permet de fabriquer de l'eau et rien ne peut lui être substitué et de plus elle ne peut pas être reproduite. Elle doit donc être protégée par des textes de loi sévères et on doit la considérer comme une denrée très précieuse et de plus en plus rare.

Ainsi, il est absolument faux de prétendre que la nature a la capacité de guérir toutes les blessures que l'être humain lui fait subir et si elle le pouvait, il faudrait des siècles pour cela. Il n'y a qu'à voir les espèces animales ou végétales ayant disparu pour toujours par la faute de l'inconscience, dirais-je même parfois la bêtise de l'homme.

Pour un développement durable (DD), il est indispensable qu'il y ait des approches stratégiques de la gestion durable des ressources, et cela ne peut se faire que par une démarche intégrée, intersectorielle, multi et pluridisciplinaire.

L'eau participe largement à la production de biens et services et est la source de développement d'un pays, et de ce fait, elle focalise attentes, espoirs, peurs, stress et appréhensions de chacun, en même temps qu'elle suscite des intérêts, des stratégies, des politiques, en un mot une vision. Elle est donc à la fois un enjeu majeur, un défi futur à relever, et un espoir de mieux-être et de progrès.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

ACHOUR S. (1992), La chloration des eaux de surface et ses effets sur la formation de composés organohalogénés toxiques, Thèse de Magister en Génie de l'Environnement, ENP, Alger.

ACHOUR S ; MOUSSAOUI K. (1993), La chloration des eaux de surface algériennes et son incidence sur la formation de composés organohalogénés. *Environmental technology*, 14, 885-890.

ACHOUR S ; MOUSSAOUI K. (1993), Effet de la chloration sur quelques types d'eaux algériennes, *Tribune de l'eau*, N° 564/ 4, 31-34.

ACHOUR S. (2001), Incidence des procédés de chloration, de floculation et d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles, Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Hydrauliques, Université de Tizi-Ouzou, 231 p.

ACHOUR S, GUERGAZI S. (2002), Incidence de la minéralisation des eaux algériennes sur la réactivité de composés organiques vis-à-vis du chlore, *Rev. Sci. Eau*, 15, 3, 649-668.

ACHOURS, GUERGAZI S. (2003), Effet de sels métalliques sur la chloration des substances humiques en eau distillée. *larhyss journal*, 02, 105-113.

A.B.H. (2005), Agence des bassins hydrographiques, données hydrologiques des bassins de l'Est Algérien. (www.abh.dz).

A.B.H.S.(2005), Agence des bassins hydrographiques saharienne, données hydrologiques des bassins de Sud-est Algérien (www.abhs.dz)

AFOUFOU F, DEBBAR K. (1997), Optimisation de la floculation de l'eau du barrage Fom-El-Gherza. Mémoire d'ingénieur en Hydraulique, université de Biskra.

A.F.E.E. (Association française pour l'étude des eaux). (1985), Fiabilité de la distribution d'eau potable. L'entretien des réseaux d'eau. Etude de synthèse pp1-96.

A.N.B, (2017), Agence national des barrages, données hydrologiques des bassins de l'Est Algérien (www.anb.dz).

A.N.R.H. (2016), Agence nationale des ressources hydrauliques, données hydrochimique sur la qualité des eaux des barrages de l'Est Algérien.

ASTRUC M. (1986) Propriétés chélatantes des substances humiques des eaux continentales, Séminaire sur les substances humiques, G.R.U.T.T.E.E., Rennes.

BANQUE MONDIALE, FAO, AFD. (2003), République algérienne démocratique et populaire – Secteur de l'eau : Eléments d'une stratégie sectorielle. Rapport d'identification.

BENGUELLA B., BENAÏSSA H. (2002). Cadmium removal from aqueous solution by chitin, Wat. Res., 36, 2463-2474.

BEAUDRY J.P. (1984), Traitement des eaux. Ed Le Griffon d'Argile, Québec.

BERNARD C BOISSONNADE G, REGNAT Y, COLIN F, JOURDAIN M, BOUCHINET J. (1987), Automatisation de la détection des bactéries coliformes en vue du suivi industriel de la qualité des eaux potables distribuées, T.S.M. L'eau, 82, 1, 5-18.

BOURBIGOT M.M. (1996), La désinfection des eaux : Contraintes-Contradictions-Solutions, L'Eau, l'Industrie, les Nuisances, 195, 24-26.

BOUDJAJA A, MESSAHEL M ; PAUC H. (2003), Ressources hydriques en Algérie du Nord, Rev. Sci. Eau, 16, 3, 285-304.

CEE. (2000), Rapport de la CEE sur les situations des STEP en Algérie. Ministère des ressources en eaux, Algérie.

CHAMI T., KHALAF H., BOUAMAMA A. (1998), Le cadmium dans les phosphates et son adsorption par les plantes, COMAGEP 3, Tome II (matériaux), 30-33, Tamanrasset, 10-13 Mai.

CHOCAT B. (1997), Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement, Ed. Eurydis 92, France.

CHADIK P. A., AMY G. L. (1987), Molecular Weight effects on THM control by coagulation and adsorption, Journ. Env. Eng., 13, 6, 1-14.

CHRISTMAN R. F., GHASSIMI M. J. (1966), Chemical nature of organic color in water., J. Am Water Works Ass., 58,6, 723-741.

CNES. (2000), Conseil National Economique et Social. L'eau en Algérie : Le grand défi de demain. Commission de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Rapport et avis du CNES.

COLEMAN W. E., MUNCH J.W., KAYLOR W.H., STREICHER R.P., RINGHAND H.P., MEIER J.R.(1984), Gaz chromatography/mass spectroscopy analysis of mutagenic extracts of aqueous chlorinated humic acid. A comparison of the by-products to drinking water contaminants, Environ. Sci. technol., 18, 674-681.

CONDIE L. W., (1986), Toxicological problems associated with chlorine dioxide., J.A.W.W.A.,73, 132-141.

CROUE J.P. (1987), Contribution à l'étude de l'oxydation par le chlore et l'ozone d'acides fulviques naturels extraits d'eaux de surface, Thèse de Docteur d'Université, Poitiers, France.

DESJARDINS R. (1997), Le traitement des eaux. Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal. France.

DEGREMONT. (1989), Memento technique de l'eau, 9^{ème} Ed., Ed. Lavoisier, Paris, Tome 1, 575-581.

DE LAAT J. MERLET N, DORE M. (1982), Chloration de composés organiques : Demande en chlore et réactivité vis-à-vis de la formation de trihalométhanes, Wat. Res., 16, 1437-1450.

DE LAAT J. (1981), Contribution à l'étude du mécanisme de formation des trihalométhanes et incidence de l'azote ammoniacal et les traitements de préoxydation. Doctorat de 3^{ème} cycle, Université de Poitiers, N° 818.

DOSSIER-BERNE F. MERLET N. (1996), Evolution des acides aminés et de la matière organique dissoute dans une filière de production d'eau potable : Corrélation avec le carbone

organique dissous biodégradable et le potentiel de demande en chlore à long terme, Rev. Sci. Eau, 9, 1, 115-133.

DORE M. (1989), Chimie des oxydants-Traitement des eaux, Ed. Lavoisier, Paris.

DUPONT A. (1981), Hydraulique urbaine : Hydrologie-captage et traitement des eaux, Ed. Eyrolles, tome I.

EDELIN M. F. (1992), Epuration physico-chimique des eaux, 2^{ème} édition, Ed. CEBEDOC, France.

ENVIRONNEMENT CANADA, (1994), Surveillance de la qualité des eaux de surface, Guide à l'intention des citoyens des étudiants et des communautés du Canada atlantique.

GUERGAZI S., ACHOUR S. (2005), Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra. Pratique de la chloration. larhyss/ journal, 4, 119-127.

GIANISSIS D., LE CLOIREC C., DORANGE G., MARTIN G. (1985), Efficacité de la chloration sur l'élimination du manganèse en présence de substances humiques, J. Water SRT Aqua, 4, 199-203.

GOMELLA G, GUERREE H. (1983), Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales. II. – Le traitement. 2^{ème} Edition, Paris (France).

GRULOIS P ; MATEJKA G ; PARINET B, (1989), Les précurseurs de T.H.M dans les eaux de retenue de Notse., Env. Tech.Let., 10, 221-230.

GUESBAYA N. (1998), Elimination des composés organiques par le procédé de coagulation-floculation. Thèse de Magister, Université de Biskra.

KLEIN L. A; LANG. M; NASH. N (1974), Sources of Metals in New York City Waste Water. J. W.P. C. F., 46, 12, 2653-2662.

KNOCKE W. R., VAN BENSCHOTEN J.E., KEARNEY M., RECKHOM D.A. (1990), Alternative oxidants for the removal of soluble iron and manganese, Ed. AWWA Research Foundation, 132-142, U.S.A.

KOSTYAL E., SASKI E., SALKINOJA-SALONEN M. (1994), Organic contaminant survey of drinking waters, mineral waters and natural waters in Eastern and central European countries, J. Water SRT-Aqua, vol 43,6, 296-302.

KRUTHHOF J. C., SCHIPPERS JC., VAN DIJK J.C. (1994), Drinking-water production from surface water in the 1990s. J. Water SRT Aqua, 43, 2, 47-57.

LARBI. A. (2004), Contribution à l'étude de la qualité des eaux de barrages de la région centre de l'Algérie. Mémoire d'ingénieur, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique. Blida. Alger.

LE MARCHAND D. (1981), Contribution à l'étude des possibilités de rétention de matières organiques en solution dans l'eau potable sur charbon actif. Thèse de Doctorat Ingénieur, Rennes.

MARCOEN. J. M. (1983), Cours d'hydrochimie, Faculté des sciences agronomiques de l'Etat de Gembloux, Belgique.

MALCOLM R.L., (1985), The geochemistry of stream fluvic and humic substances. Rapport interne de U.S. Geological Survey.

MARTIN G. (1979), Le problème de l'azote dans les eaux, Ed. Tech. Et Doc., Lavoisier, Paris, Chap. 18, 231-246.

MALLEVIALE J., SCHMITI E., BRUCHET A. (1982), Composés organiques azotés dans les eaux : Inventaire et évolution dans différentes filières industrielles de production d'eau potable, Journées Informations Eaux, Tome 1, Poitiers.

MEIER J. R. (1988), Genotoxic activity of organic chemicals in drinking water, Mutat. Res., 196, 211-245.

MEIER J.R., LINGG R.D., BULL R.J. (1983), Formation of mutagens following chlorination of humic acid: a model for mutagen formation during water treatment, Mutat. Res., 118, 25-41.

MERLET N. (1986), Contribution à l'étude du mécanisme de formation des trihalométhanes et des composés organohalogénés non volatils lors de la chloration de molécules modèles, Doctorat Es-Sciences Physiques, Université de Poitiers, France.

MERLET N., DE LAAT J., DORE M. (1982), Oxydation des bromures au cours de la chloration des eaux de surface – Incidence sur la production de composés organohalogénés, Rev. Sci. Eau, 1, 215-231.

MINEAR R.A. (1981), Bromide, the missing factor in THM formation and removal prediction. Proceeding of the international conference “Water industry 81” Brighton (U.K.), 105-113.

MURPHY K. L., ZALOUM R. (1975), Effect on chlorination practice on soluble organics, Wat. Res., 9, 389-396.

O.N.U. (2002), Aspects du développement durable liés aux ressources naturelles de l’Algérie – Agenda 21-

O.M.S. (2004), Guidelines for drinking-water quality, Vol. 1, Recommendations, 3rd Ed., World Health Organization, Geneva.

PATTERSON K.S., LYKINS JR.B.W., RICHARDSON S.D. (1995), Mutagenicity of drinking water following disinfection., J. Water Srt. Aqua., 44, 1, 1-9.

POTELON J. E., ZYSMAN K. (1998), Guide des analyses de l’eau potable, Ed. « La lettre du cadre territoriale ». S.E.R.T. Dossier d’expert, France.

PAUWELLS H., MARTELAT A., FOUCHER J.C., LACHASSAGNE P. (1996). Dénitrification des eaux souterraines du bassin versant du Coet-Dan : Suivi géochimique et hydrologique du processus. Rapport B.R.G.M. , R 39055, Orléans, France. 66 p.

REHI R., GAID A. (1987), Optimisation du traitement physico-chimique d’une eau de surface. Cas de l’oued Kessir alimentant la ville de Jijel, T.S.M L’eau, 4, 169-171.

RIZET (1984), Evolution de la qualité bactériologique d’une eau en cours de distribution, p 1-14.

RIZET M., DUMOUTIER N., BELLAKEN D.,(1986), Techniques d’élimination des particules virales, Aqua, 6,343-353.

RODIER J. (1996), L’analyse de l’eau: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, Ed. Dunod, 8^{ème} Edition, Paris.

SANTE CANADA, (2003). Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada : Documentation à l'appui- La turbidité. Bureau de la qualité et de la santé, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario).

SAUNIER B., SELLECK R. E. (1979), The kinetic of break point chlorination in continuous flow systems, J. Am. Water Works. Ass., 7,3, 164-172.

TABOUCHE N., ACHOUR S.(2004), Etude de la qualité des eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional algérien. Larhyss/journal, 3, 99-113.

TARDAT-HENRY M, BEAUDRY J. (1984), Chimie des eaux, Ed. Le Griffon d'argile, INC, Québec.

THIBAUD H. (1987), Contribution à l'étude du mécanisme de formation de la chloropicrine au cours de traitements oxydants : Application aux eaux à potabiliser. Thèse de Doctorat d'Université de Poitiers, N° 90, Poitiers.

THURMAN E.M. (1985), Developments in biogeochemistry: Organic geochemistry of natural waters, Ed. NIJHOFF, Dr. W. Junk Publishers, DORDRECHT.