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

UNIVERSITE D'AÏN-TEMOUCHENT BELHADJ BOUCHAIB – UATBB-
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie appliquée

Par :

ROUIDI Ouafa

THEME

**Évaluation bactériologique et physico-chimique de la
qualité de l'eau d'élevage de poissons destinée à l'irrigation**

Soutenu le :.... Septembre 2021

Devant le jury composé de :

Président : Belahcene M	« Pr »	U.B.B.A.T
Examinatrice : Ghembaza N	« MCB »	U.B.B.A.T
Encadreur : Boughalem M	« Pr »	U.B.B.A.T
Co-encadreure : Benkhamallah Z	« Docteur »	U.B.B.A.T

Année universitaire : 2020-2021

REMERCIEMENTS

Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout de mes rêves et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire « Alhamdoulilleh ».

Je tiens à assurer mon vif remerciement à Docteur Boughalem Mostafia, pour avoir accepté de m'encadrer, pour ses conseils, orientations et sa disponibilité.

Je tiens également à remercier vivement Docteur Benkhamallah Zahra, pour avoir accepté de diriger avec beaucoup d'attention et de soin ce mémoire, et d'avoir prêté un intérêt constant au sujet du mémoire.

Je remercie également les membres de jury d'avoir accepté de juger mon travail.

Je remercie vivement madame Bouzidi Fatiha propriétaire du laboratoire de qualité B.A.Q où le présent travail a été réalisé. Ainsi que madame Bouzidi Souad dans ce laboratoire.

Je remercie tout le personnel et enseignants du département Science de la nature et de la vie.

Je tiens tout particulièrement à remercier ma très chère sœur Rouidi Chahrazed pour sa présence inconditionnelle le long de la préparation de mon master.

Mes sincères remerciements à mon très cher père Rouidi Mohammed, qui m'a toujours soutenu dans ma vie, mes études et mon travail.

Merci infiniment à ma famille et mes amis et collègues grâce aux quels j'ai pu atteindre cette modeste somme de connaissance.

RESUME

Dans la région d'Ain Temouchent, l'irrigation est assurée particulièrement par les eaux souterraines et les eaux superficielles. La qualité de l'eau destinée à l'irrigation est d'une grande importance pour le produit agricole et le rendement.

Dans la présente étude, deux points d'eaux utilisés à des fins d'irrigation (le bassin piscicole et le puits d'alimentation,) ont fait l'objet d'une évaluation qualitative. Les deux points étudiés sont situés dans l'exploitation agricole d'Ain Tolba dans la wilaya d'Ain Temouchent.

La méthodologie suivie, pour l'évaluation de la qualité de ces eaux est celle préconisée par la FAO (1976). Les résultats obtenus ont montré que l'eau analysée (bassin et puits) est de bonne qualité. Elle a permis une augmentation des rendements agricoles et une amélioration significative de la qualité des cultures.

Mots clés : Ain Tolba, analyses physicochimiques, analyses bactériologiques, irrigation, qualité de l'eau, puits, bassin piscicole.

ملخص

في منطقة عين تموشنت ، يتم الري بشكل خاص بالمياه الجوفية والمياه السطحية. تعتبر جودة المياه المستخدمة في الري ذات أهمية كبيرة للمنتج الزراعي والمحصول. في هذه الدراسة ، كانت نقطتان للمياه المستخدمة لأغراض الري (بركة الأسماك وبئر الإمداد) موضوع تقييم نوعي. النقطتان اللتان تمت دراستهما تقعان في مزرعة عين طلبة بولاية عين تموشنت. المنهجية المتبعة لتقييم جودة هذه المياه هي التي أوصت بها منظمة الأغذية والزراعة (1976). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن نوعية المياه التي تم تحليلها (حوض وبئر) جيدة. لقد سمح بزيادة المحاصيل الزراعية وتحسن كبير في جودة المحاصيل.

الكلمات المفتاحية: عين طلبة ، تحاليل فيزيائية كيميائية ، تحاليل جرثومية ، ري ، نوعية المياه ، ابار ، بركة سمك.

ABSTRACT

In the region of Ain Temouchent, irrigation is provided particularly by groundwater and surface water. The quality of the water used for irrigation is of great importance for the agricultural product and the yield.

In the present study, two water points used for irrigation purposes (the fish pond and the supply well,) were the subject of a qualitative assessment. The two points studied are located in the farm of Ain Tolba in the wilaya of Ain Temouchent.

The methodology followed for assessing the quality of these waters is that recommended by the FAO (1976). The results obtained showed that the water analyzed (basin and well) is of good quality. It has allowed an increase in agricultural yields and a significant improvement in the quality of crops.

Keywords : Ain Tolba, physicochemical analyzes, bacteriological analyzes, irrigation, water quality, wells, fish pond.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique d'Ain Temouchent.....	33
Figure 2 : Les ressources halieutiques.....	35
Figure 3 : Répartition des terres agricoles (Ha).....	36
Figure 4 : Production agricole.....	37
Figure 5 : Surfaces occupées par les céréales (Ha).....	37
Figure 6 : Ressources hydrauliques des barrages.....	38
Figure 7 : Localisation géographique de la commune d'Ain Tolba de la wilaya d'Ain Temouchent.....	39
Figure 8 : pH mètre.....	59
Figure 9 : Multi paramètre (température, PH, conductivité, salinité, taux des sels dessus, oxygène dessus, potentiel redox).....	61
Figure 10: Dosage Volumétrique.....	65
Figure 11: Spectrophotomètre.....	71
Figure 12 : Histogramme représentatif des paramètres bactériologiques de l'eau piscicole Ain Tolba	84
Figure 13 : Histogramme représentatif des paramètres physicochimiques de l'eau de puits Ain Tolba et du bassin piscicole (mg/ l)	90

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition des barrages dans les 04 régions de l'Algérie du Nord.....	4
Tableau 2 : Inventaire des principales sources.....	7
Tableau 3 : Répartition des oueds de la wilaya d'Ain-Temouchent.....	8
Tableau 4 : Etat actuel des retenues de la wilaya d'Ain-Temouchent.....	9
Tableau 5 : Paramètres pour le recyclage de l'eau avec la signification agronomique.....	13
Tableau 6 : Menu des options pour améliorer la productivité de l'eau d'irrigation.....	15
Tableau 7 : Liste de sources potentielles de contamination des eaux souterraines.....	29
Tableau 8 : Les différentes doses croissantes de réactifs mixte.....	69
Tableau 9 : Taux de SAR dans l'eau d'irrigation.....	71
Tableau 10 : Résultats d'analyse de l'eau du bassin.....	79
Tableau 11 : Résultats d'analyse de l'eau du puits.....	82
Tableau 12 : Représentation de la table de Mac-Grady par le nombre le plus probable : (NPP).....	83
Tableau 13 : Résultats d'analyse de l'eau du bassin.	85
Tableau 14 : Résultats d'analyse de l'eau de puits.....	86

LISTE DES SCHEMAS

Schéma 1 : Préparation des dilutions.....	48
Schéma 2 : Recherche et dénombrement des Coliformes totaux (Test présomptif).....	50
Schéma 3 : Recherche et dénombrement des coliformes fécaux.....	52
Schéma 4 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux dans l'eau (Test présomptif).....	54
Schéma 5 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux dans l'eau (Test confirmatif).....	56
Schéma 6 : Résultat du dénombrement du teste présomptif (coliforme totaux).....	73
Schéma07 : Résultat du dénombrement du teste confirmatif (coliforme fécaux).....	76
Schéma08 : Résultat du dénombrement du teste présomptif (streptocoque fécaux).....	78
Schéma09 : Résultat du dénombrement du teste présomptif (coliforme totaux).....	80
Schéma10 : Résultat du dénombrement du teste présomptif (streptocoque fécaux).....	81

LISTE DES ABREVIATIONS

A.N.R.H : Agence Nationale des Ressources Hydrique

A.D.E : Algérie Des Eaux

A.E.P : Alimentation en Eau Potable

A.G.I.R.E : Agence Nationale De Gestion Intégrée Des Ressources En Eau.

A.N.I.R.E.F : Agence Nationale d'Intermédiation et Régulation Foncière.

A.E.P : Alimentation en Eau Potable

AFNOR NF VO8-010: Association française de normalisation.

BOD5: Demande biochimique en oxygène pendant cinq jours.

Ca : Calcium

CFU : Unités formants colonies.

Cl₂ : Chlore

D.H.W : Direction Hydraulique de la Wilaya

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DTQD : Déchets Toxiques en Quantité Dispersée

EDTA : Ethylène Diamine Tétra Acétique

E.coli: Eschirichia. coli

°F : Degré Fahrenheit.

FAO : Food Alimentation Organisation.

GPI : Des grands périmètres irrigués

HCO₃⁻ : Bicarbonate

LISTE DES ABREVIATIONS

H₂O : Monoxyde de dihydrogène.

ISO: Organisation internationale de normalisation.

K⁺ : Potassium.

Mg : Magnésium

NPP : Nombre le plus probable.

Na⁺ : Sodium.

NO₃ : Les nitrates

NO₂ : Les nitrites

NH₄ : L'ammonium

NA : Normes algériennes

OMS : Organisation Mondiale De La Santé.

O₂ : Le dioxygène.

Ph : Potentiel Hydrogène.

PO₄ : Les phosphates

SO₄ : Les sulfates

SAR : Degré d'Adsorption du Sodium

S.A.U : Superficie agricole utile

SEEE : Le Système d'évaluation de l'état des eaux

LISTE DES ABREVIATIONS

TSS/L : Solides en Suspension Turbidité par litre

TDS : Total des Solides Dissout et minéralisation Globale

TA: Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TH : Titre Hydrotimétrique

UV : Ultra violet.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

RESUME

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION GENERALE.....1

CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION3

1. Types d'eau3

1.1 Ressources en eau conventionnelles3

1.1.1 Eaux superficielles3

1.1.2 Eau souterraines4

1.2 Les ressources non conventionnelles en Algérie5

1.2.1 Ressources en eau dans la région d'Ain Tolba (Ain Temouchent)6

1.2.1.1 Potentiel hydrique de la wilaya6

a. Les eaux superficielles6

a.1 Les eaux de sources6

a.2 Les eaux des oueds8

a.3 Les eaux des retenues8

b. Les eaux souterraines9

b.1 Les nappes des roches volcaniques9

b.2	Les nappes des roches calcaires	9
b.3	Les nappes des grès	10
b.4	Les nappes des alluvions	10
b.5	Les nappes des dunes anciennes	10
c.	Les eaux non- conventionnelles	10
2.	Qualité de l'eau	11
2.1	Définition	11
2.2	L'état de la qualité de l'eau sur notre planète	11
2.3	L'irrigation	12
2.3.1	Définition	12
2.3.2	Qualité de l'eau d'irrigation	12
2.3.3	Analyse laboratoire de l'eau d'irrigation	16
2.3.4	Importance de l'irrigation	17
2.3.4.1	Les avantages	17
a.	Apport sur le plan économique	18
b.	La satisfaction	18
c.	L'irrigation un rempart à la famine	19
2.3.4.2	Les inconvénients	19
2.3.5	L'irrigation en Algérie	22
3.	Pollution des eaux	23
3.1	Définition	23
3.2	Origine de la pollution	24
3.2.1	Les rejets atmosphériques	24

3.2.2	La contamination du sol	25
3.2.2.1	Transfert vertical : la percolation de l'eau et le lessivage du sol	25
3.2.2.2	Transfert latéral : le ruissellement	25
3.2.2.3	Erosion	26
3.2.3	Les rejets directs dans les cours d'eau	26
3.2.3.1	Rejets industriels	26
3.2.3.2	Rejets domestiques	27
3.2.3.3	Rejets agricoles	27
3.3	Source de pollution	27
3.3.1	La pollution organique	27
3.3.2	La pollution chimique	27
3.3.3	Les micropolluants d'origine médicamenteuse	27
3.3.4	Sources de pollution des eaux souterraines	28
a.	Naturel	30
b.	Agricole	30
c.	Industriel	31
d.	Résidentiel	32
	CONCLUSION	32

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

	INTRODUCTION	33
1.	Situation géographique	33
1.1	Limites géographiques	34

2.	Le climat	35
3.	Les ressources halieutiques	35
3.1	La Pêche	35
3.2	Aquacultures	35
3.3	Agricoles	36
3.4	Mines	38
4.	Ressources Hydrauliques	38
4.1	Barrages	38
5.	Ain Tolba	39

CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES

INTRODUCTION	43
1. Objectif	43
2. Echantillonnage	43
2.1 Prélèvement et transport des échantillons	44
2.2 Les principaux renseignements fournis pour l'analyse de l'eau étudiée	44
2.3 Analyse des échantillons au laboratoire	45
3. Etude bactériologique	45
3.1 Matériels utilisés	45
3.2 Milieux de culture	45
3.2.1 Bouillon BCPL	45
3.2.1.1 Usage	45
3.2.1.2 Composition	45
3.2.1.3 Lecture	46

3.2.2	Eau peptonée exempt d'indole (Tryptone water)	46
3.2.2.1	Usage	46
3.2.2.2	Composition	46
3.2.2.3	Préparation	47
3.2.2.4	Lecture	47
3.2.3	Litsky	47
3.2.3.1	Usage	47
3.2.3.2	Composition	47
3.2.3.3	Préparation	47
3.2.3.4	Lecture	47
3.2.4	Rothe	47
3.2.4.1	Usage	47
3.2.4.2	Composition	47
3.2.4.3	Préparation	47
3.2.4.4	Lecture	47
3.3	Réactifs Kovacs	47
3.4	Préparation des dilutions décimales	48
3.5	Recherche et dénombrement des coliformes	49
3.5.1	Test présomptif: Recherche et dénombrement des coliformes totaux	50
3.5.2	Test confirmatif : Identification des Coliformes thermotolérants (Escherichia coli)....	52
3.6	Recherche et dénombrement des Streptocoques totaux	54
3.6.1	Test présomptif	54
3.6.2	Teste confirmatif	55

4.	Etude physicochimique	58
4.1	Les Analyses électrochimiques	59
4.1.1	Mesure du PH	59
4.1.1.1	Mode opératoire	59
a.	Etalonnage de l'appareil	59
b.	Dosage de l'échantillon	59
4.1.2	Mesure de la température	60
4.1.2.1	Mode opératoire	60
4.1.3	Mesure de la conductivité électrique	60
4.1.3.1	Matériel	60
4.1.3.2	Mode opératoire	60
4.1.3.3	Expression des résultats	61
4.1.4	Mesure de la TDS (Le taux des Solides dissout)	61
4.1.4.1	Principe	61
4.1.4.2	Mode opératoire	61
4.1.4.3	Matériel	61
4.1.4.4	Expression des résultats	61
4.1.5	Minéralisation	62
4.1.6	Salinité	62
4.1.7	Oxygène dissous	62
4.2	Les Analyses physico-chimiques volumétriques	63
4.2.1	Détermination du calcium (Ca ⁺²):	63
4.2.1.1	Principe	63

4.2.1.2	Réactifs	63
4.2.1.3	Mode opératoire	63
4.2.1.4	Expression des résultats	64
4.2.2	Détermination du magnésium (Mg^{+2}):	64
4.2.2.1	Principe	64
4.2.2.2	Réactifs	64
4.2.2.3	Mode opératoire	64
4.2.2.4	Expression des résultats	64
4.2.3	Détermination du sodium (Na^+), et de potassium (K^+) :	65
4.2.3.1	Principe	65
4.2.4	Détermination du la Dureté totale (TH)	65
4.2.4.1	Mode d'opérateur	66
4.2.5	Détermination Titre alcalimétrique (T.A)	66
4.2.5.1	Principe	66
4.2.5.2	Réactifs	66
4.2.5.3	Mode opératoire	67
4.2.6	Titre alcalimétrique complet (TAC)	67
4.2.6.1	Principe	67
4.2.6.2	Mode opératoire	67
4.2.7	Détermination des chlorures (Cl^-)	67
4.2.7.1	Principe	67
4.2.7.2	Réactifs.....	68
4.2.7.3	Mode opératoire	68
4.2.7.4	Expression des résultats.....	68

4.2.8	Dosage des nitrites (NO_2^-)	68
4.2.8.1	Réactifs	68
4.2.8.2	Appareillage	69
4.2.8.3	Mode opératoire.....	69
4.2.8.4	Expression des résultats	69
4.2.9	Dosage des nitrates (NO_3^-) :	69
4.2.9.1	Mode opératoire	69
4.2.10	Dosage des Sulfates (SO_4^-) :	70
4.2.10.1	Principe	70
4.2.10.2	Mode opératoire	70
4.2.10.3	Expression des résultats	70
4.2.11	Dosage bicarbonate (HCO_3^-) :	70
4.2.12	SAR : (Le Taux d'Adsorption du Sodium)	71
	CONCLUSION	72

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION

INTRODUCTION	73
1. Bactériologie	73
1.1 Eau du bassin	73
1.1.1 Les coliformes	73
1.1.1.1 Coliformes totaux	73
1.1.1.2 Les coliformes fécaux	75
1.1.2 Streptocoque fécaux	78
1.1.2.1 Le test présomptif : (résultat)	78
1.2 L'eau de puits	80

1.2.1	Les Coliformes	80
1.2.1.1	Les coliformes totaux	80
1.2.1.2	Teste confirmatif (coliformes fécaux)	81
1.2.2	Streptocoque totaux	81
1.2.2.1	Teste présomptif	81
1.2.2.2	Teste confirmatif (streptocoques fécaux)	82
2.	Physicochimique	85
2.1	L'eau de bassin	85
2.2	Eau de puits	86
2.3	Interprétation et discussion des résultats.....	87
2.3.1	La température.....	87
2.3.2	Le Ph.....	87
2.3.3	La conductivité électrique.....	87
2.3.4	Dureté totale ou Titre hydrométrique (TH).....	87
2.3.5	Alcalinité (TA- TAC).....	88
2.3.6	Le Calcium.....	88
2.3.7	Le Magnésium.....	88
2.3.8	Le Sodium.....	88
2.3.9	Le Potassium.....	88
2.3.10	Les Chlorures.....	89
2.3.11	Les Sulfates.....	89
2.3.12	Les Bicarbonates.....	89
2.3.13	Les Nitrates.....	89

2.3.14 Les Nitrites	89
2.3.15 Le SAR.....	90
CONCLUSION	91
CONCLUSION GENERALE	92
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	95

INTRODUCTION GENERAL

INTRODUCTION GENERALE

Pendant longtemps l'eau a été considérée comme un bien naturel, un « don du ciel » gratuit, d'exploitation facile. Mais l'évolution spectaculaire que connaît l'environnement urbain et industriel pose dans de nombreux pays le problème de l'eau qui devient de plus en plus inquiétant non seulement si on le considère du point de vue quantité mais encore et davantage peut-être sous l'aspect de la qualité.

Elle est indispensable à toute forme de vie ; elle est nécessaire à la santé, l'agriculture, l'industrie, le tourisme, les loisirs, la navigationetc. L'eau ne peut être considérée comme un simple produit commercial, elle doit être classée comme un patrimoine universel qui doit être protégée, défendue et traitée comme tel. (Webmaster 4)

L'agriculture est de loin, l'industrie ayant la plus grande consommation d'eau. L'irrigation des régions agricoles représente 70% de l'eau utilisée dans le monde entier.

Dans plusieurs pays en voie de développement, l'irrigation représente jusqu'à 95% de toutes les utilisations d'eau, et joue un rôle important dans la production de nourriture et la sécurité alimentaire. Les futures stratégies de développement agricole de la plupart de ces pays dépendent de la possibilité de maintenir, d'améliorer et d'étendre l'agriculture irriguée. (Webmaster 4)

D'autre part, il existe une pression croissante sur les ressources en eau, amplifiée par la concurrence des autres secteurs utilisateurs d'eau et par le respect de l'environnement. (Webmaster 4)

La pisciculture intégrée a été recommandée pour une meilleure utilisation des ressources, (eau piscicole) un meilleur revenu, un recyclage des déchets, une diminution de la pollution et une conservation de l'environnement. Elle est même considérée comme une solution aux problèmes sociaux économiques des communautés rurales dans les pays en voie de développement dont la vie de la majorité d'entre eux dépend de l'agriculture. **(Mohamdi A. Hemri M., 2017).**

Dans le cadre de ce mémoire de fin d'étude, notre vision principale consiste à évaluer la qualité de ces eaux piscicoles utilisées pour l'irrigation en réalisant les analyses bactériologiques et physico-chimiques des eaux d'élevage de l'exploitation agricole située dans la commune d'AIN TOLBA et d'un puits.

L'objectif de ce travail est d'évaluer la qualité physicochimique et bactériologique des

eaux de bassin piscicole et eaux d'un puits destinées à l'irrigation, et de résoudre les problèmes relatifs à la qualité de ces eaux d'irrigation, en présentant une analyse préventive des problèmes pédologiques et agronomiques potentiels (salinité, perméabilité, toxicité etc.).

La démarche adoptée pour la réalisation de cette étude a été la suivante : dans un premier temps une synthèse bibliographique sur la situation des ressources en eaux et sur l'irrigation, son importance et son impact sur l'économie et l'environnement.

Dans un deuxième temps nous exposerons la méthodologie préconisée par la FAO (1976) quant à l'évaluation de la qualité des eaux destinées à l'irrigation.

Et enfin la conclusion générale.

CHAPITRE 01 :

Synthèse bibliographique

INTRODUCTION :

De toutes les substances nécessaires à la vie telle que nous la connaissons sur cette terre, l'eau est la plus importante. C'est une ressource naturelle vitale, indispensable à la survie et à la satisfaction des besoins domestiques. Elle est également une source de bien être et de progrès, mais aussi une richesse nécessaire à toutes les activités humaines. (**Boudia A. et Boualem A., 2017**).

1. TYPES D'EAU :

Ressources en eau conventionnelles ou non conventionnelles, les unes étant offertes directement par le milieu naturel (eaux douces continentales), les autres par des appareils de production à partir de matière première non directement utilisable (eau de mer ou eau saumâtre, eau usée). (Webmaster 3)

1.1. Ressources en eau conventionnelles :

1.1.1. Eaux superficielles :

Selon Remini (2005), les potentialités hydriques de surface susceptibles d'être mobilisées sont représentées essentiellement par les apports suivants:

- 02 oueds (le Cheliff et le Kébir Rhumel), totalisant un apport moyen de 2,268 millions de m³/an ;
- 05 oueds (Sébaou, Seybousse, Soummam, Kébir Est et Isser), dont les apports sont de l'ordre de 3,410 millions de m³/an ;
- 11 oueds (Djendjen, Tafna, Sidi Khelif, Kébir Ouest, El Harrach, Mazafrah , Agrioun, Macta, Ghébir, Draa et Kissir), avec un apport total de 2530 millions de m³/an ;
- 16 oueds (Damous, Safsaf, Oued El Arab, Ksob, Hamiz, Messelmoun, Boudouaou, Assif Ntaida, Oued El Hai, Oued El Abid, Ibharrissen, Sakkak, Allalh, Chemouna et Hai), totalisent un apport de 718 millions de m³ /an ;
- Les apports des oueds restant sont de 3 502 millions de m³/ an.

Concernant les barrages, il place l'Algérie au premier rang dans le monde Arabe et à la deuxième place en Afrique, avec un nombre de 114. Leur capacité totale avoisine les 5200 millions de m³, permettant ainsi de régulariser un volume annuel de 5200 millions de m³ (Tableau 1). Néanmoins, les conditions naturelles et économiques ne permettent pas d'avoir des barrages de très grandes capacités.

Tableau 1: Répartition des barrages dans les 04 régions de l'Algérie du Nord (Remini, 2005).

Régions Désignations	Oranie- Chott- Chergui	Cheliff- Zahrez	Algérois- Soummam- Hodna	Constantinois- Seybousse- Mellègue	Total
Nombre	12	13	15	15	52
Capacité (millions de m ³)	685	1950	818	1530	5000

La région de Cheliff- Zahrez a un volume d'eau important, puisqu'elle détient 04 grandes barrages, à savoir :

- Gargar : 450 millions de m³
- Ghrib : 280 millions de m³
- Oued Fodda : 228 millions de m³
- Sidi yakoub : 280 millions de m³

Selon l'A.N.R.H (1996), 61 petits barrages d'une capacité moins importante sont en exploitation et cumulent un total de 98 millions de m³.

1.1.2. Eau souterraines :

Les ressources en eaux souterraines dans le Nord de l'Algérie sont évaluées à plus de 2 milliards de m³. Elle sont exploitées à plus de 90% , soit 1,9 milliard de m³ et ou

beaucoup de nappes se trouvent actuellement en état de surexploitation . Cette évaluation est effectuée à partir de 50000 points d'eau (forages et puits) recensés par l'A.N.R.H (1996) .

1.2. Les ressources non conventionnelles en Algérie :

Les ressources en eau non conventionnelles ou **ressources palliatives** représentent environ 5 % des ressources produites en Algérie. Ces ressources sont réparties comme suite :

- Dessalement d'eau de mer pour l'alimentation en eau potable
- Déminéralisation des eaux saumâtres
- Eau usées pour l'irrigation essentiellement.

Le recours au dessalement d'eau de mer pour compenser les déficits en eau est devenu une alternative incontournable au cours de la première décennie des années 2000. (Webmaster 1).

Concernant la réutilisation des eaux usées épurés, l'**AGIRE** dans le cadre de ces missions s'intéresse de très près à l'évolution de cette démarche au niveau national.

Une approche a été effectuée pour évaluer le taux d'utilisation des eaux usées épurés dans différents domaines et a montré que ces niveaux sont préférés. Ces résultats ont montré qu'un grand travail de sensibilisation au droit des usagers pour améliorer leur acceptabilité au recours à ce type de ressource dans l'irrigation d'une part , et d'autre part à trouver des formes de financement de l'exploitation de ces projets (Webmaster 1) .

Déminéralisation des eaux saumâtres

L'Algérie dispose à ces jours, de 22 stations de déminéralisation des eaux saumâtres en exploitation d'une capacité de :

0,22 millions m³/jrs desservant environ 949.033 habitants (Webmaster 1).

Réutilisation des eaux usées urbaines épurées

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturel de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection du milieu environnant. Par définition, cette réutilisation est une action volontaire et planifiée qui vise la production

des quantités complémentaire en eau pour différent usage à fin de combler des déficits hydrique. (Webmaster 1)

Les principales utilisations des eaux usées épurés sont :

- Utilisation agricole (irrigation) : la plus rependu, permettant d'exploit er la matière fertilisante contenue dans ces eaux réalisant ainsi une économie d'engrais.
- Utilisation municipales : arrosage des espaces vert, lavage des rues,, alimentation de plante d'eau, lutte contre les incendies, l'arrosage des terrains de golf, des chantiers de travaux publique, arrosage pour compactage des couches de base des routes et autoroutes .
- Utilisation industrielle : refroidissement.
- Amélioration des ressources : recharge des nappes pour la lutte contre les rabattements des nappes et la protection contre l'intrusion des biseaux salés en bord de mer.

1.2.1. Ressources en eau dans la région d'Ain Tolba (Ain Temouchent) :

1.2.1.1. Potentiel hydrique de la wilaya :

a. Les eaux superficielles :

La wilaya d'Ain-Temouchent fait partie de la région hydrographique de l'Oranie - Chott Chergui. Elle est parcourue par un réseau hydrographique moyennement intense , dont la superficie totale des bassins versants est de 1667,42 Km² , pour une pluviométrie de 350 mm/an (ADE, Ain-Temouchent, 2010).

a.1. Les eaux de sources :

Les sources qui alimentent les oueds dans cette wilaya sont nombreuses, mais d'un débit très faible et souvent temporaire (Tableau 2).

Tableau 2 : Inventaire des principales sources

Nom	Usage	X (long)	Y (lat)	Z (sol)	Q (débit)	Obs
Ain El Merdja	AEP	122.70	225.07	30	2	Capté par AEP Tadmay
Ain Ouerda	AEP	117.85	223.54	190	0.8	Capté pae AEP Oulhaça
Tenikremt	AEP	132.60	234.45	120	10	Cpté par AEP Beni Saf
Tinesramet	AEP	139.20	225.92	-	5	Capté par AEP Ain Tolba
Sidi Younes	AEP	148.73	223.40	320	6	Capté par AEP AT
Sidi Yamine	AEP	149.23	232.65	-	3	Non capté pollué
Ain Tounit	AEP	153.40	236.05	100	2	Capté par AEP El Malah
Ain El Amria	AEP	160.60	255.95	-	3	Capté par AEP El Amria
Source Fendjrou	AEP	145.45	219.20	-	3	Capté par AEP El Khihal
Ain Aghlal	AEP	157.30	217.90	-	5.5	Capté Aghlal
Ain El Had	AEP	167.90	214.10	-	8	Berkeche et Hassasna
Ain Aoubellil	AEP	165.40	213.70	-	0.2	Capté pour abreuvement cheptel
Ain Djenane	AEP	163.50	209.70	-	0.5	Capté AEP ferme
Ain Ancor	AEP	131.10	227.00	-	4	Capté AEP Beni Saf
Ain Beni Ghalem	AEP	122.95	223.38	-	1	Capté AEP Rechgoun
Ain mini Beni Saf	AEP	129.60	230.00	-	5	Capté AEP Beni Saf
M'Said	AEP	151.225	252.725	-	10	Capté AEP M'said
Source Sassel	AEP	145.800	251.300	-	2	AEP Sassel
Ain Kahal	AEP	155.150	225.35	-	3	Capté AEP Chaabat El Ham

(Source : DHW, Ain-Temouchent, 2010).

a.2. Les eaux des oueds :

Le climat semi-aride de la région d'Ain-Temouchent où les précipitations sont faibles et irrégulières, engendre un tarissement quasi-total de tous les oueds pendant les périodes estivales. Ci-dessous (Tableau 3) les oueds qui constituent le réseau hydrographiques de son territoire.

Tableau 3 : Répartition des oueds de la wilaya d'Ain-Temouchent

Dénomination	Localité
Oued Sidi Amour	Ouled Kihal
Oued Kolla	Hassasna
Oued Michemiche	Aghlal
Oued Sidi Hadouche	Ain Kihal
Oued Ain Guemal	Aghlala
Oued Bouguedra	Malah
Oued Sekkane	Ain Tolba
Oued Ben Djelloul	Souk El Tenine
Oued Ouled Azzouz	Sdi Ouriach
Oued Mekhaissia	Sdi Ben Adda

(Source : DHW, Aïn-Temouchent, 2010)

a.3. Les eaux des retenues :

La wilaya dispose de petites retenues destinées à l'irrigation des terres agricoles avoisinantes dans l'objectif d'une exploitation des eaux de pluies et d'une préservation des ressources destinées à l'approvisionnement de la population en eau potable (Tableau 4).

Tableau 4 : Etat actuel des retenues de la wilaya d'Ain-Temouchent

Nom de la retenue	Capacité total (m ³)	Superficie irriguée (ha)
Oued Mekhaissia	2960000	400
Oued Sidi Haddouch	520000	4
Oued Sidi Ameer	1430000	168
Oued Sakkene	547000	42
Oued Ouled Azzouz	110000	16
Oued Michimiche	300000	60
Oued Bougadra	404000	55
Oued Bendjelloul	962000	80
Oued Ain Guemal	450000	65
Total	7683000	926

(Source : DHW, Ain-Temouchent, 2010)

b. Les eaux souterraines :

Les ressources souterraines proviennent essentiellement de cinq (05) nappes :

b.1. Les nappes des roches volcaniques :

Elle s'étend sur les régions d'Ain Témouchent, Oulhaça et Bouzedjar. Les eaux sont de bonne qualité chimique, leurs résidu sec ne dépasse pas 1g/l, l'épaisseur de l'aquifère varie de 30m à 100m (ADE, Ain-Temouchent, 2010).

b.2. Les nappe des roches calcaires :

Elle englobe :

- Plateau de Sidi Safi : ces calcaires présentent une bonne perméabilité de fissure (kartifié et fissuré)
- Plateau de Ghamra : les calcaires sont blanchâtre et crayeux de bonne perméabilité. La puissance de l'aquifère varie de 10m à 100m (ADE, Ain-Temouchent, 2010).

b.3. Les nappes des grès :

Les grès forment un aquifère important, présentant une bonne perméabilité d'interstice, les grès se situent au sud de la wilaya d'Ain-Témouchent et s'étalent de Oued Berkèche jusqu'à l'est d'Ain Kihal (ADE, Ain-Temouchent, 2010).

b.4. Les nappes des alluvions :

En bordure de Sebkhia, cette nappe occupe une superficie importante de la plaine de la M'leta, cependant ces eaux sont de mauvaise qualité chimique dû à la contamination provenant de la Sebkhia (ADE, Ain-Temouchent, 2010).

b.5. Les nappes des dunes anciennes :

Cette nappe se situe en bordure de littoral, elle est constituée essentiellement d'un sable fin à moyen à hélix (ADE, Ain-Temouchent, 2010).

c. Les eaux non- conventionnelles :

Les eaux non-conventionnelles sont obtenues par le dessalement de l'eau de mer ou se trouve des stations chargées de ce procédé. Les principales unités de dessalement sont:

- Unité de dessalement de Chatt El Ward : 548 m³/j.
- Unité de dessalement de Bouzedjar : 1000 m³ /j.
- Unité de dessalement de Chat El Hilal d'une capacité de 200.000 m³/j , qui est entrée en production à la fin de l'année 2009 pour assurer actuellement 60.000 m³ /j (03 modules en service sur 10). L'eau produite est destinée à l'AEP.

Utilisation des eaux usées épurées, qui en voie de développement dans la wilaya.

On enregistre 10 stations d'épuration des eaux usées, réalisées ou en cours de lancement au niveau de la wilaya d'une capacité de 5 000 à 110 000 habitants, elles devraient permettre l'irrigation d'environ 1376 ha (ADE, Ain-Temouchent ,2010).

2. QUALITE DE L'EAU :

2.1. Définition :

La qualité de l'eau est un paramètre important qui touche à tous les aspects du bien-être des écosystèmes et de l'homme tels que la santé d'une communauté, les denrées alimentaires à produire, les activités économiques, la santé des écosystèmes et la biodiversité. En conséquence, la qualité de l'eau a également une influence sur la détermination des niveaux de pauvreté, de richesse et d'éducation de l'homme. (Webmaster 5)

Vue sous l'angle de la gestion, la qualité de l'eau est déterminée par l'utilisation finale qui en est souhaitée. En conséquence, l'eau destinée aux loisirs, à la pêche, à la boisson et à l'habitat des organismes aquatiques exige des niveaux de pureté plus élevés tandis que pour celle consacrée à la production d'énergie hydraulique les normes de qualité sont beaucoup moins importantes. C'est la raison pour laquelle la qualité de l'eau est définie largement comme les « caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de l'eau nécessaires pour les utilisations qui en sont souhaitées » (Webmaster 5).

2.2. L'état de la qualité de l'eau sur notre planète :

Une étude récente sur l'eau potable en France a estimé que plus de 3 millions de personnes (5,8% de la population) sont exposés à une qualité d'eau non conforme aux standards de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (Pour les nitrates, une non-conformité était relevée dans 97% des échantillons d'eau souterraine). (Webmaster 5).

La qualité de l'eau baisse partout dans le monde en raison surtout des activités de l'homme, la croissance démographique toujours plus forte, l'urbanisation rapide, le rejet de nouveaux organismes pathogènes et de nouveaux produits chimiques provenant des industries et d'espèces invasives sont les principaux facteurs qui contribuent à la détérioration de la qualité de l'eau. (Webmaster 5).

Le manque de données sur la qualité de l'eau et l'absence de contrôle au niveau mondial de même que le manque de connaissances sur l'impact potentiel des polluants naturels et anthropogéniques sur l'environnement et la qualité de l'eau sont les principaux dangers. Le fait que de nombreux pays n'aient pas fait de la qualité de l'eau une de leurs priorités a eu pour

résultat une diminution des ressources allouées à ce secteur, la faiblesse des institutions et un manque de coordination pour traiter les problèmes de qualité de l'eau. (Webmaster 5).

2.3. L'irrigation :

2.3.1. Définition :

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides et semi-arides (El-Asslouj et al., 2007).

2.3.2. Qualité de l'eau d'irrigation :

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physiques et chimiques du sol, telles que sa structure (stabilité des agrégats) et sa perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation (Webmaster 4).

La qualité de l'eau d'irrigation peut être mieux déterminée par une analyse chimique en laboratoire. Les facteurs les plus importants pour déterminer la qualité requise de l'eau dans l'agriculture sont les suivants :

- pH
 - Risque de salinité
 - Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR)
 - Carbonate et bicarbonates en relation avec les teneurs en Ca & Mg
 - Autres traces d'éléments
 - Anions toxiques
 - Aliments
 - Chlore libre.
-

Tableau 5 : Paramètres pour le recyclage de l'eau avec la signification agronomique.

<i>Paramètre</i>	<i>Signification pour l'irrigation avec de l'eau réutilisée</i>	<i>Gamme dans les effluents secondaires et tertiaires</i>	<i>But du traitement de l'eau réutilisée</i>
Solides en Suspension Turbidité	Des mesures de particules peuvent être liées à la pollution microbienne: elles peuvent perturber la désinfection, obstruer des systèmes d'irrigation ou générer des dépôts.	5-50 mg/L	<5-35TSS/L
		1-30 NTU	<0.2-35NTU
BOD5	Substrat organique pour la croissance microbienne ; peut apporter l'encrassement microbien et le redéveloppement bactérien dans les systèmes de distribution.	10-30mg/L	<5-45mgBOD/L
COD		50-150mg/L	<20-200mgCOD/L
Coliformes totaux	Mesure du risque d'infection due à la présence potentielle de microbes pathogènes; peuvent apporter un bio-encrassement des arroseuses et des becs dans les systèmes d'irrigation.	<10-10 ⁷ cfu/100mL	<1-200cfu/10mL

<p><u>Métaux lourds</u></p>	<p>Certains sels de minerais dissous sont identifiés comme aliments et sont salutaires pour la croissance de plantes, alors que d'autres peuvent être phytotoxiques ou peuvent le devenir à concentration élevée. Les éléments spécifiques (<u>Cd</u>, <u>Ni</u>, <u>Hg</u>, <u>Zn</u>, etc..) sont toxiques pour les récoltes, et des limites maximum de concentration existent pour l'irrigation.</p>		<p>< 0.001mgHg/L <0.01mgCd/L <0.02-0.1mgNi/L</p>
<p>Inorganique</p>	<p>La salinité élevée et le bore sont nocifs pour l'irrigation de certaines récoltes sensibles.</p>		<p><450- 4000mgTDS/L <1mgB/L</p>
<p><u>Chlore résiduel</u></p>	<p>Recommandé pour empêcher le développement bactérien; la quantité excessive de chlore libre (> 0.05mg/L) peut endommager certaines récoltes sensibles.</p>		<p>0.5->5mgCl/L</p>
<p><u>Azote</u></p>	<p>Engrais pour irrigation; peut contribuer à la croissance des algues et à l'eutrophisation dans des réservoirs de stockage, la corrosion (N-NH₄), ou la formation de tartre (P).</p>	<p>10-30mgN/L</p>	<p><10-15mgN/L</p>
<p><u>Phosphore</u></p>	<p>Engrais pour irrigation; peut contribuer à la croissance des algues et à l'eutrophisation dans des réservoirs de stockage, la corrosion (N-NH₄), ou la formation de tartre (P).</p>	<p>0.1-30mgP/L</p>	<p><0.1-2mgP/L</p>

(Source : webmaster 4)

Tableau 6 : Menu des options pour améliorer la productivité de l'eau d'irrigation

Catégorie	Option ou Mesure
Technique	<ul style="list-style-type: none"> - Terre nivelée pour appliquer l'eau plus uniformément. - Irrigation de montée subite pour améliorer la distribution de l'eau. - Arroseuses efficaces pour appliquer l'eau plus uniformément. - Arroseuses de précision à basse énergie pour éviter les pertes d'eau dues à l'évaporation ou au vent. - Utilisation de sillons pour favoriser l'infiltration dans les sols et pour réduire l'écoulement. - Irrigation par égouttage pour éviter l'évaporation et d'autres pertes d'eau et pour augmenter le rendement des récoltes (voir le tableau ci-dessous).
Gestionnaire	<ul style="list-style-type: none"> - Un meilleur établissement du programme d'irrigation. - Utilisation plus importante des canaux pour les livraisons opportunes. - Application de l'eau au moment le plus crucial du point de vue du rendement d'une récolte - Méthodes de labourage et de préparation des champs. - Un meilleur entretien des canaux et de l'équipement. - Réutilisation du drainage et de l'eau d'aval.
Institutionnel	<ul style="list-style-type: none"> - Etablissement d'organismes d'utilisateurs d'eau pour une meilleure participation des fermiers. - Réduction des subventions d'irrigation et/ou introduction de prix conservation-orientée. - Marchés de l'eau plus efficaces et plus équitables du point de vue juridique. - Amélioration de l'infrastructure rurale pour une meilleure diffusion dans le

	<p>secteur privé des technologies efficaces.</p> <p>- De meilleurs efforts de formation.</p>
Agronomique	<p>- Choix des variétés de récolte avec de hauts rendements par litre d'eau transpirée.</p> <p>- Méthode de culture intercalaire pour maximiser l'utilisation de l'humidité des sols.</p> <p>- Récoltes mieux adaptées aux conditions climatiques et à la qualité de l'eau disponible.</p> <p>- Ordonnement des récoltes pour maximiser le rendement dans des conditions de salinité des sols et de l'eau.</p> <p>- Choix des récoltes résistantes à la sécheresse où l'eau est rare ou incertaine.</p> <p>- Multiplication des variétés de récolte eau-efficaces.</p>

(Source : webmaster 4)

2.3.3. Analyse laboratoire de l'eau d'irrigation :

- **Echantillonnage et surveillance de l'eau d'irrigation :**

Avant de fournir l'eau recyclée dans le but d'effectuer une irrigation, une analyse de la qualité de cette eau, une interprétation des résultats, une recherche des solutions (c.-à-d. la bonne procédure de gestion, utilisation des solutions de traitement à l'eau et technologie de la manière prévue par Lenntech) et une surveillance devraient être exécutées.

Par exemple, une eau de faible qualité avec une forte concentration de sel peut exiger un système de traitement d'osmose inverse. Alors qu'une eau avec seulement des problèmes mineurs de qualité peut nécessiter que de simples traitements.

Le procédé pour prendre des échantillons affectera la précision et la fiabilité des données de qualité de l'eau et déterminera son interprétation. Il est important de surveiller la qualité sur une base fréquente pour éviter des problèmes potentiels.

Quelques considérations générales à prendre en compte lors de test en laboratoire sur l'eau d'irrigation sont énumérées ci-dessous :

- Habituellement 1L d'échantillon est suffisant
- La date, l'endroit, le temps et d'autres données doivent être notés sur les échantillons.
- Prenez les échantillons de manière saisonniers pour des données représentatives dues à la variation de la qualité de l'eau (conditions climatiques)
- Prenez les échantillons avant et après l'installation de traitement pour l'eau recyclée et prenez d'autres échantillons à des endroits bien choisis comme, par exemple, après le réservoir de stockage, etc.

2.3.4. Importance de l'irrigation :

2.3.4.1. Les avantages :

Tant qu'on ne saura pas faire pleuvoir où et quand on veut, l'irrigation restera le seul moyen d'augmenter les rendements et de les régulariser dans bien des régions du monde.

En effet, selon les espèces et variétés cultivées, selon les terres, et selon les techniques utilisées, l'irrigation peut permettre d'obtenir de deux à cinq fois plus (et même dix en zone aride) de production (**Plauchu., 2003**).

L'irrigation n'est pas uniquement un apport d'eau sur une terre cultivée en vue de compenser l'insuffisance des précipitations et de permettre le plein développement des cultures. Elle est considérée plutôt comme un ensemble d'actions de développement intégré des milieux agricole et rural qui doit se traduire non seulement par l'augmentation de la production et l'amélioration du niveau de vie de l'agriculteur, mais doit se traduire également par la préservation du milieu, notamment des terres agricoles, et par une économie de l'eau

d'irrigation qui elle-même se traduit par une économie dans l'utilisation de l'énergie (électricité, fuel, etc.).

a. Apport sur le plan économique :

Depuis les années 60 la pratique de l'irrigation est à l'origine d'une augmentation de la production alimentaire globale dans l'ensemble des pays du tiers monde (**De Regt., 1990**).

Répondant ainsi à une demande de produits alimentaires qui a considérablement augmentée par suite de l'essor démographique qui s'est manifesté dans la plupart des pays en voie de développement où, dans certains, la population double tous les 25 ou 30 ans. L'irrigation n'a pas été seulement un atout dans l'augmentation de la production, elle a favorisé l'extension des surfaces agricoles mais également une diversification de produits plus large consommation que dans le passé.

Cette évolution explique l'élévation du niveau de vie et les progrès de la diététique. Les changements dans les habitudes alimentaires ont souvent donné la préférence à des produits irrigués (légumes et fruits notamment). L'amélioration des conditions écologiques par l'intermédiaire de l'irrigation a permis à des régions ou à des pays en voie de développement de se spécialiser dans les productions pour lesquelles la demande était en augmentation.

b. La satisfaction :

Tous les pays cherchent à satisfaire la demande nationale, mais ceux qui le peuvent s'efforcent d'exporter leurs surplus agricoles ou la totalité de certaines productions qui ne trouvent pas ou peu de débouchés sur le marché national. Certaines cultures de plantations irriguées, souvent héritage d'une colonisation, donnent des produits qui doivent être nécessairement exportés, c'est le cas par exemple de l'Algérie ou le Maroc qui doivent trouver des clients pour leurs agrumes (**Conac F., 1978**).

c. L'irrigation un rempart à la famine :

L'irrigation bien maîtrisée est un rempart utilisé de longue date pour endiguer la sous-alimentation et renforcer la sécurité alimentaire des sociétés, la preuve en est que :

- Le boom de la production agricole mondiale entre 1950 et 1990 doit beaucoup à l'irrigation (**FAO., 1975**). Entre ces deux années le rendement en céréales a plus que doublé et la récolte a presque triplé. Au début des années 50 on a étendu la surface cultivée, mais le boom, sans précédent historique, de la croissance des rendements et de la production est associé au doublement des surfaces irriguées, soutenue à partir des années 60 par la mise au point de nouvelles variétés de riz et de blé réagissant de manière optimale aux engrais et à l'eau (**Tiercelin J-R., 1998**).

- la surface minuscule à l'échelle de la planète, fournit 55% des produits alimentaires de base, dont le riz et le blé. «...C'est l'irrigation qui a le plus contribué à l'accroissement de la production agricole enregistré dans une grande partie de l'Asie, de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient» (**Maton L., 2006**).

2.3.4.2. Les inconvénients :

L'irrigation présente deux inconvénients majeurs pour les milieux aquatiques. Elle est grande consommatrice d'eau et peut accélérer la désertification de certaines régions.

L'agriculture irriguée rencontre de nos jours de nouveaux problèmes tels que le risque de salinification qui peut être apprécié par la conductivité électrique (CE) et celui de l'alcalinisation des sols. Cette dernière, due aux échanges ioniques, concerne surtout le sodium, le calcium et le magnésium, entre l'eau et les argiles du sol; il est évalué par le coefficient d'absorption du sodium (SAR).

Mal conduite, elle peut être néfaste pour les sols. Lorsqu'ils sont trop secs, l'infiltration de l'eau se fait mal et si l'apport est trop important, une grande partie de l'eau stagne ou ruisselle le long des pentes. En s'évaporant, l'eau stagnante laisse en dépôt les sels qu'elle contient, favorisant une salinisation des sols qui deviennent progressivement incultes et doivent être

abandonnés; c'est un phénomène que l'on observe surtout dans les régions arides et semi-arides. Quant au ruissellement de l'eau, il favorise l'érosion des sols, surtout lorsqu'ils sont secs. À l'inverse, des sols trop imbibés sont néfastes pour la plupart des végétaux dont ils asphyxient les racines. Les sols doivent donc être convenablement drainés afin de permettre à l'eau en excès de s'évacuer.

L'irrigation est l'activité qui consomme le plus d'eau, elle absorbe plus de 85 % de l'eau maîtrisée par l'homme (**Horning., 1973, Plauchu., 2004**). D'importantes quantités d'eau sont en effet nécessaires pour compenser les pertes des plantes et des sols par évapotranspiration. En outre une majeure partie de l'eau d'irrigation retourne directement dans l'atmosphère, où elle est momentanément perdue pour d'autres usages. Cela est d'autant plus vrai que plus une plante dispose d'eau, plus son évaporation est importante. Il existe cependant une limite à ce phénomène au-delà de laquelle un apport supplémentaire d'eau n'augmentera pas la transpiration végétale. Pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités justes nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimées et l'irrigation contrôlée. Quoiqu'il en soit, pour irriguer les champs, il faut de l'eau et beaucoup d'eau, une eau que l'on doit parfois aller chercher très loin.

Au niveau mondial, les prélèvements en eau de l'irrigation représentent aujourd'hui environ 70 % des prélèvements totaux, ce qui est énorme (**Plauchu., 2004**). À l'échelle locale, la consommation immodérée d'eau d'irrigation peut même parfois conduire à une réduction considérable des volumes disponibles. Ainsi, le lac Tchad, autrefois la plus grande réserve d'eau douce du continent africain, est aujourd'hui 20 fois plus petit qu'il n'était il y a 35 ans.

Les agriculteurs des pays limitrophes puisent en effet toujours plus d'eau pour irriguer leurs

champs et lutter contre la sécheresse grandissante de cette région du globe. (Webmaster 6).

En outre, toute cette eau ne parvient pas aux plantes car les pertes sont importantes, surtout lorsqu'il s'agit de techniques d'irrigation traditionnelles. Or, celles-ci sont employées sur les deux tiers des surfaces irriguées du globe. Ces pertes sont dues soit à des fuites sur canalisations, soit à l'évaporation de l'eau qui stagne sur les sols. On estime qu'en Afrique, environ 40 à 60 % de l'eau d'irrigation est ainsi perdue. (Webmaster 6).

Mal conduite, l'irrigation peut également avoir des conséquences dramatiques sur les sols, surtout dans les régions au climat sec et chaud où l'on irrigue toute l'année. En effet, si l'eau d'irrigation n'est pas drainée, elle stagne dans les champs, et s'évapore lentement, laissant en dépôt les sels dissous qu'elle contient. Cet excès de sels stérilise progressivement les terres qui doivent être abandonnées. (Webmaster 6).

Le pompage abusif d'eau fluviale à des fins d'irrigation peut aussi progressivement conduire à l'assèchement des territoires situés plus en aval. À ce titre, l'exemple de la catastrophe écologique de la mer d'Aral, qui fut le quatrième lac du monde par sa superficie, est édifiant. Il illustre bien les très graves conséquences que peuvent engendrer des prélèvements excessifs d'eau.

Dans les années 1960, pour développer la culture irriguée du coton dans la région désertique du Kazakhstan, la majeure partie des eaux des deux fleuves qui alimentaient la mer d'Aral a été détournée. Ces prélèvements considérables ont abaissé de 15 mètres le niveau de la mer et diminué sa surface de 40 %. Dans le même temps, la salinité de ses eaux est passée de 10 à 30 grammes par litre. La faune a presque entièrement disparu et la pêche avec elle. Une mauvaise gestion de l'irrigation et une utilisation abusive d'engrais et de pesticides ont conduit à la salinisation des sols et à la désertification d'immenses étendues

dans la région. La qualité des eaux souterraines s'est également dégradée et le niveau des nappes phréatiques a fortement baissé.

2.3.5. L'irrigation en Algérie :

L'Algérie compte 17 bassins-versants. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas climatiques (Kadi A., 1997).

Globalement, la superficie irriguée actuellement est de l'ordre de 420.000 ha dont 100.000 ha dans les régions sahariennes et ce, sur une superficie agricole utile de 8.666.715 ha soit près de 5% de la surface agricole utile (SAU) (Messahel et al., 2003).

Les 320.000 ha irrigués dans le Nord du pays (soit 4,6% de la SAU) se répartissent en deux ensembles nettement différenciés à la fois par la taille des aménagements et par le mode de gestion, il s'agit :

- **Des grands périmètres irrigués (GPI)**

relevant de l'Etat gérés par l'Office National des Irrigations et du Drainage. Ces périmètres sont irrigués à partir de barrages pour la plupart et de forages dans le Nord du pays. Dans le Sud l'irrigation des périmètres est assurée à partir de forages profonds dans les grandes nappes souterraines de l'albien. Leur superficie totale équipée actuelle est de l'ordre de 200.000 ha. La surface irrigable représente environ 150.000 ha (nettement inférieure à la surface équipée en raison des pertes occasionnées par la dégradation des sols). La surface effectivement irriguée est de l'ordre de 40.000 ha seulement. Des programmes de remise en état et de rénovation des systèmes de distribution sont en cours pour accroître cette surface. Les cultures pratiquées dans les GPI (en 2008) sont en grande partie l'arboriculture (64,6 % des surfaces irriguées), le maraîchage (28,5 %), des cultures industrielles (6,1 %) et le reste céréales et fourrages. Il y a lieu de remarquer le faible développement des cultures industrielles malgré la vocation des GPI pour ces

spéculations, probablement dû à l'absence de valorisation par les filières de transformation. Faiblesse également de la production des cultures fourragères (Benblidia., 2011).

3. POLLUTION DES EAUX :

3.1. Définition :

La pollution de l'eau est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et (ou) perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines. La pollution de l'eau a pour origines principales, l'activité humaine, les industries, l'agriculture et les décharges de déchets domestiques et industriels. (CAPAE ouest., 2010).

La pollution de l'eau se manifeste principalement, dans les eaux de surface, par:

- Une diminution de la teneur en oxygène dissous :

Les matières organiques, essentielles à la vie aquatique en tant que nourriture, peuvent devenir un élément perturbateur quand leur quantité est trop importante. Parmi les substances qui entraînent une importante consommation d'oxygène, notons en particulier les sous-produits rejetés par l'industrie laitière, le sang rejeté par l'industrie de la viande, les déchets contenus dans les eaux usées domestiques, etc. Cette diminution de l'O₂ dissous peut provoquer dans certains cas des mortalités importantes de poissons. (CAPAE ouest., 2010).

- La présence de produits toxiques :

Rejetées sous-différentes formes, ces substances provoquent des effets qui peuvent être de deux formes : effet immédiat ou à court terme conduisant à un effet toxique brutal et donc à la mort rapide de différents organismes et effet différé ou à long terme, par accumulation au cours du temps, des substances chez certains organismes. La plupart des produits toxiques proviennent de l'industrie chimique, de l'industrie des métaux, de l'activité agricole et des décharges de déchets domestiques ou industriels. (CAPAE ouest., 2010).

- Une prolifération d'algues :

Bien que la présence d'algues dans les milieux aquatiques soit bénéfique pour la production d'oxygène dissous, celles-ci peuvent proliférer de manière importante et devenir extrêmement

gênantes en démarrant le processus d'eutrophisation. Les algues se nourrissent de matières minérales c'est-à-dire phosphore sous forme de phosphate, ainsi qu'azote (ammonium, nitrates et azote gazeux), carbone (gaz carbonique) et d'autres éléments minéraux. La présence excessive de ces éléments est essentiellement liée aux activités humaines, à l'agriculture et à l'industrie. (CAPAE ouest., 2010).

- Une modification physique du milieu récepteur :

Le milieu peut être perturbé par des apports aux effets divers : augmentation de la turbidité de l'eau (ex. lavage de matériaux de sablière ou de carrière), modification de la salinité (ex. eaux d'exhaure des mines de sel), augmentation de la température (ex. eaux de refroidissement des centrales nucléaires). (CAPAE ouest., 2010).

- La présence de bactéries ou virus dangereux :

Les foyers domestiques, les hôpitaux, les élevages et certaines industries agro-alimentaires rejettent des germes susceptibles de présenter un danger pour la santé. L'ensemble des éléments perturbateurs décrits ci-dessus parviennent au milieu naturel de deux façons différentes : par rejets bien localisés (villes et industries) à l'extrémité d'un réseau d'égout ou par des rejets diffus (lessivage des sols agricoles, des aires d'infiltration dans les élevages, décharges, ...). L'introduction dans le sous-sol provoque une pollution des eaux souterraines qui est caractérisée par une propagation lente et durable (une nappe est contaminée pour plusieurs dizaines d'années) et une grande difficulté de résorption ou de traitement. (CAPAE ouest., 2010).

3.2. Origine de la pollution :

La pollution des eaux superficielles et souterraines peut être due à des rejets directs dans les cours d'eau, mais elle est aussi la conséquence de la pollution atmosphérique et surtout de la pollution du sol. (CAPAE ouest., 2010).

3.2.1. Les rejets atmosphériques :

Rapportés par les précipitations, sous forme dissoute ou particulaire. (CAPAE ouest., 2010).

3.2.2. La contamination du sol :

La plupart des polluants du sol sont aussi des contaminants des eaux souterraines ou superficielles, dans lesquelles ils sont entraînés par *lessivage* (transfert vertical : percolation), ruissellement ou érosion (transfert latéral).

3.2.2.1. Transfert vertical : la percolation de l'eau et le lessivage du sol

La percolation de l'eau au travers du sol vers les nappes souterraines est fonction de la porosité du sol et de l'adsorption du polluant sur les particules de terre, c'est à dire de son affinité pour le carbone organique.

La vitesse de filtration est très variable. Si elle est très lente, les phénomènes d'absorption sur la phase solide et de minéralisation par les microorganismes auront le temps de se produire, et le sol pourra jouer pleinement son rôle de filtre et de système épurateur. Sinon il y aura transmission rapide de l'eau et des polluants en profondeur.

L'évaluation du risque de pollution des nappes souterraines peut être approchée par des modèles faisant intervenir les caractéristiques d'adsorption et de dégradation des polluants.

3.2.2.2. Transfert latéral : le ruissellement

Le ruissellement de l'eau intervient dès que l'intensité de la pluie est supérieure à la vitesse d'infiltration dans le sol. On peut distinguer le *ruissellement de surface*, dans les zones urbanisées ou lorsque le sol est battant, et une *écoulement hypodermique en subsurface*. (Un sol battant est un sol rendu quasi-imperméable par la formation d'une croûte en raison de l'agrégation des particules suite au tassement ou à la sécheresse).

L'importance de ces voies de circulation de l'eau dépend des caractéristiques du sol (revêtement, battance, hydromorphie, semelle de labour...), des systèmes de drainage en place, ainsi que de la nature des précipitations (intensité, durée...).

3.2.2.3. Erosion :

L'érosion est une cause importante de dégradation et d'appauvrissement des sols. De plus, c'est une source de pollution lorsque les particules de sol sont entraînées vers les eaux superficielles.

L'importance du phénomène dépend :

→ De la pente du terrain :

Lorsqu'elle atteint 5 %, le risque d'entraînement gravitaire est réel

→ De la texture du sol :

Si le sol présente un faible pourcentage d'argile et une faible teneur en matière organique, sa structure est instable lors d'épisode pluvieux et des particules sont facilement entraînées.

→ De la couverture végétale :

La végétation est un puissant facteur de limitation de l'érosion hydrique et éolienne. L'irrigation et le drainage sont des pratiques agricoles qui favorisent le transfert des polluants du sol vers l'eau. L'irrigation permet leur entraînement par lessivage, ruissellement ou érosion. Le drainage permet l'évacuation des polluants par les drains directement dans les cours d'eau.

3.2.3. Les rejets directs dans les cours d'eau :

3.2.3.1. Rejets industriels :

Tous les déchets industriels sont susceptibles d'être évacués dans les eaux: métaux lourds, produits chimiques divers, **PCB**, **HAP**... Les entreprises « classées pour la protection de l'environnement », potentiellement polluantes, doivent disposer d'une installation de traitement avant de rejeter leurs eaux usées dans le réseau d'assainissement ou le milieu naturel. Mais les petites entreprises artisanales ne peuvent pas toujours respecter ces règles et envoient dans le réseau public ce qu'on appelle des **DTQD** : Déchets Toxiques en Quantité Dispersée (solvants, peintures, vernis...).

3.2.3.2. Rejets domestiques :

Les eaux résiduaires apportent en particulier des microorganismes, des détergents, des phosphates, de la matière organique et des médicaments... Les stations d'épuration ne sont pas toutes performantes ; l'assainissement individuel en zone rurale encore moins...

3.2.3.3. Rejets agricoles:

Pollution directe par les pesticides liée au rinçage des cuves de traitement et au ruissellement sur les parcelles traitées, par les effluents des eaux de salle de traite et de bâtiments d'élevage non récupérés, par les jus d'ensilage.

3.3. Source de pollution :

3.3.1. La pollution organique :

Elle concerne les microorganismes pathogènes présents dans l'eau comme les bactéries et les virus. Cette pollution bactériologique se caractérise par un taux élevé de coliformes fécaux. La pollution organique provient principalement des excréments, des ordures ménagères et des déchets végétaux. (Webmaster 2)

3.3.2. La pollution chimique :

Elle concerne les nitrates et les phosphates contenus dans les pesticides, les médicaments humains et vétérinaires, les produits ménagers, la peinture, les métaux lourds (mercure, cadmium, plomb, arsenic...), les acides, ainsi que les hydrocarbures utilisés dans l'industrie. (Webmaster 2)

3.3.3. Les micropolluants d'origine médicamenteuse :

Les progrès de la médecine permettent sans cesse d'améliorer la santé humaine (et animale) et de sauver des vies. Revers de la médaille, des résidus de substances médicamenteuses sont parfois retrouvées à très faibles doses dans le milieu naturel (fleuves ou rivières) ou dans les eaux usées des industries chimiques et pharmaceutiques, avec pour conséquence un déséquilibre de l'écosystème aquatique (flore et faune). (Webmaster 2)

3. 3.4. Sources de pollution des eaux souterraines :

L'infiltration d'eau de mer associée à la surexploitation des couches aquifères ou à la lixiviation naturelle sont des sources normales de pollution des eaux souterraines. La plupart des contaminations des eaux souterraines est due à l'activité humaine. La contamination humaine des eaux souterraines peut être liée à l'évacuation des déchets d'une manière directe (systèmes privés d'évacuation d'eaux d'égout, élimination des déchets solides, eau usagée municipale, retenu d'eau usagée, propagation du cambouis dans la terre, formation de saumure dû à certaines industries de pétrole, élimination des eaux usées, les déchets radioactifs) ou de manière indirecte (accidents, certaines activités agricoles, exploitation, routes dégivrées, pluies acides, mauvais entretien des puits, sel de route).

Tableau 7 : Liste de sources potentielles de contamination des eaux souterraines

Origine	Sources potentielles de contamination des eaux souterraines			
	Municipal	Industriel	Agricole	Individuel
Sur ou près de la surface	<p>pollution de l'air</p> <p>déchets municipaux</p> <p>sel pour le dégivrage des routes</p> 	<p>pollution de l'air</p> <p>produits chimiques: stockage et flaques</p> <p>carburants : stockage et flaques</p> 	<p>pollution de l'air</p> <p>flaques</p> <p>chimiques</p> <p>engrais</p> <p>pesticides</p> 	<p>pollution de l'air</p> <p>engrais</p> <p>produits d'entretien</p> <p>détergents</p> <p>huile de moteur</p> <p>peinture</p> <p>pesticides</p> 
Sous la surface	<p>Décharge</p> <p>égouts</p> 	<p>canalisations</p> <p>réservoirs de stockage souterrains</p> 	<p>stockage souterrain</p> <p>réservoirs</p> <p>puits: mal construits ou abandonnés</p> 	<p>Système septique</p> <p>puits: mal construits ou abandonnés</p> 

(Source : webmaster 4)

De grandes quantités de composés organiques sont manufacturées et utilisées par les industries, l'agriculture et les municipalités. Les composés organiques se trouvent dans la nature mais peuvent venir aussi bien de source naturelle que de l'activité des hommes. Dans beaucoup d'endroits, les eaux souterraines ont été souillées par des produits chimiques pendant des décennies. Malheureusement, cette forme de pollution n'a été identifiée en tant que problème écologique sérieux qu'à partir des années 80.

- Voici, une brève description de différentes sources de contamination:

a. NATUREL:

Les eaux souterraines contiennent quelques impuretés, même si elles ne sont pas affectées par les activités humaines. Les types et les concentrations d'impuretés naturelles dépendent de la nature du matériel géologique par lequel les eaux souterraines se déplacent, et de la qualité de l'eau de recharge. Les eaux souterraines se déplaçant à travers les roches et les sols sédimentaires, peuvent absorber un éventail de composés tels que le magnésium, le calcium, et les chlorures. Certaines couches aquifères ont des concentrations naturelles élevées en constituants dissous tels que l'arsenic, le bore, et le sélénium. L'effet de ces sources normales de contamination sur la qualité d'eaux souterraines dépend du type du contaminant et de ses concentrations.

b. AGRICOLE:

Les pesticides, les engrais, les herbicides et les déchets animaliers sont des sources agricoles de contamination des eaux souterraines. Les sources agricoles de contamination sont nombreuses et variées: débordement des engrais et des pesticides pendant la manipulation, écoulement du chargement et lavage des pulvérisateurs de pesticide ou de tout autre équipement d'application, utilisation de produit chimique... Une région agricole qui manque de drainage est considérée par beaucoup de fermiers comme étant terre perdue du point de vue du revenu. Ainsi, ils peuvent installer des tuiles de drain ou des puits de drainage pour rendre la terre plus productive. Les puits de drainage servent alors de conduit direct aux eaux souterraines pour les déchets agricoles. Le stockage de produits chimiques agricoles près de conduits d'eaux souterraines, telles que les puits, les trous d'évier, est susceptible de s'accumuler et de provoquer une

contamination. La contamination peut également se produire quand des produits chimiques sont stockés dans des secteurs découverts, non protégés du vent et de la pluie.

c. INDUSTRIEL:

Les industries de fabrication et de secteur tertiaire ont des demandes élevées en eau pour les procédés de refroidissement, de traitement ou de nettoyage. La pollution des eaux souterraines se produit quand l'eau utilisée est retournée au cycle hydrologique. L'activité économique moderne exige le transport et le stockage de la matière employée dans la fabrication, le traitement, et la construction. De cette manière, une partie de ce matériel peut être perdue par débordement, par fuite, ou par mauvaise manipulation. L'élimination des pertes, associée aux activités ci-dessus, est une autre source de contamination des eaux souterraines. Certaines entreprises, habituellement sans accès aux réseaux d'égouts, se servent dans les eaux souterraines peu profondes. Elles emploient des fosses ou des puisards secs, ou envoient l'eau usagée dans les réservoirs septiques. Tout ceci peut mener à la contamination des sources souterraines d'eau potable. Les fosses et les puisards secs provoquent l'infiltration des déchets directement dans le sol. Les systèmes septiques ne peuvent pas traiter les pertes industrielles. Les pratiques en matière de disposition d'eau usagée de certains types d'entreprises, telles que des stations service d'automobile, fabricants de composant électrique ou de machine, processeurs de photo, sont particulièrement concernés parce que les déchets qu'ils génèrent sont susceptibles de contenir des produits chimiques toxiques. Les autres sources industrielles de contamination incluent: le nettoyage des réservoirs ou la pulvérisation d'équipement sur la terre, l'évacuation de déchets dans les systèmes septiques ou les puits secs, et le stockage de matériaux dangereux dans des secteurs découverts ou dans les secteurs qui n'ont pas des garnitures avec des drains ou des bassins de captation. D'autre part, les souterrains et les réservoirs de stockage contenant des produits pétroliers, des acides, des dissolvants ou des produits chimiques peuvent avoir des fuites dus à la corrosion, à des défauts, à des problèmes dans les installations,... L'exploitation du carburant et des minerais non-combustibles peut créer une contamination des eaux souterraines. Les problèmes proviennent du processus d'extraction lui-même, de l'élimination des déchets, et du traitement des minerais et des déchets qu'il crée. (Webmaster 4).

d. RESIDENTIEL :

Les systèmes résidentiels d'eau usagée peuvent être une source de différents types de contaminants, y compris des bactéries, des virus, des nitrates, et des composés organiques. Les puits utilisés pour l'évacuation des eaux domestiques usagées (les systèmes septiques, puisards, puits de drainage pour l'écoulement de précipitations exceptionnelles, puits de recharge d'eaux souterraines) sont particulièrement concernés par la qualité des eaux souterraines s'ils sont placés près des puits d'eau potable. Le stockage incorrect ou l'évacuation de produits chimiques ménagers tels que les peintures, les détergents synthétiques, les dissolvants, les huiles, les médicaments, les désinfectants, les produits chimiques de piscine, les pesticides, les batteries, l'essence et le carburant diesel peut mener à la contamination des eaux souterraines. Lorsqu'ils sont entreposés dans les garages ou les sous-sols, le nettoyage des plancher, les flaques et les inondations peuvent introduire de tels contaminants dans les eaux souterraines. Lorsqu'ils sont jetés dans les poubelles des particuliers, ces produits seront éventuellement introduits dans les eaux souterraines si les déchetteries ne sont pas équipées pour traiter les matériaux dangereux. De même, les déchets vidés ou enterrés dans la terre peuvent souiller les sols et s'écouler dans les eaux souterraines. (Webmaster 4).

CONCLUSION :

En conclusion, nous pouvons dire que l'usage de l'irrigation présente de nombreux avantages. Il permet d'augmenter la superficie des surfaces cultivées, en particulier dans les zones arides, d'assurer parfois deux récoltes (ou plus) au lieu d'une seule dans l'année, notamment dans certaines zones tropicales humides, d'améliorer les rendements, et d'une façon générale d'intensifier et stabiliser la production en se libérant des variations climatiques. Enfin, les techniques modernes d'irrigation permettent aussi dans le même temps de fertiliser les sols.

CHAPITRE 2 :

Présentation de la zone d'étude

Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons s'intéresser à la caractérisation de la région d'Ain Temouchent sous différent contexte (générale, géologique, hydrogéologique et socio-economiques).

1. Situation géographique :

Ain Témouchent, issue du découpage territorial de **1984**, est une Wilaya du Nord-ouest de l'Algérie, située à **520 km** de la capitale Alger avec une superficie de **2 376,89 Km²** (ANIREF, 2020)



Figure 01 : Situation géographique D'AIN TEMOUCHENT (ANIREF, 2020)

Sa position géostratégique lui permet de jouer un rôle très important dans l'économie du pays en matière d'investissement, du tourisme et de l'agriculture.

La wilaya dispose d'importantes infrastructures portuaires qui la placent en position d'ouverture méditerranéenne.

La Wilaya d'Ain Temouchent se trouve dans l'ouest algérien ; elle occupe du point de vue géographique, une situation privilégiée en raison de sa proximité par rapport à trois grandes villes à savoir :

- Oran au Nord-est (70 km du chef -lieu de Wilaya),
- Sidi Bel Abbés au Sud-est (70 km),
- Tlemcen au Sud-ouest (75 km),

Ainsi qu'à sa façade maritime d'une longueur de 80 km, traversant neuf communes (Beni Saf, Bouzedjar, Terga, Sidi Ben Adda, Oulhaça El Gherraba, Sidi Safi, Bouzedjar, Messaid, Ouled Kihal) (ANIREF, 2020)

1.1. Limites géographiques :

- Au nord par la mer méditerranée et Oran
- Au sud par la wilaya de Tlemcen et Sidi Bel Abbas
- A l'ouest par la méditerranée et la wilaya de Tlemcen
- A l'est par la wilaya d'Oran et Sidi Bel Abbas

2. Le climat :

La Wilaya d'Ain Témouchent se caractérise par un climat méditerranéen, un été chaud et un hiver tempéré et une pluviométrie irrégulière qui varie entre **300** et **500 mm/an** (ANIREF, 2020).

La faiblesse et l'irrégularité des précipitations influent directement sur le milieu physique et l'activité économique basée essentiellement sur l'agriculture (ANIREF, 2020).

3. Les ressources halieutiques :

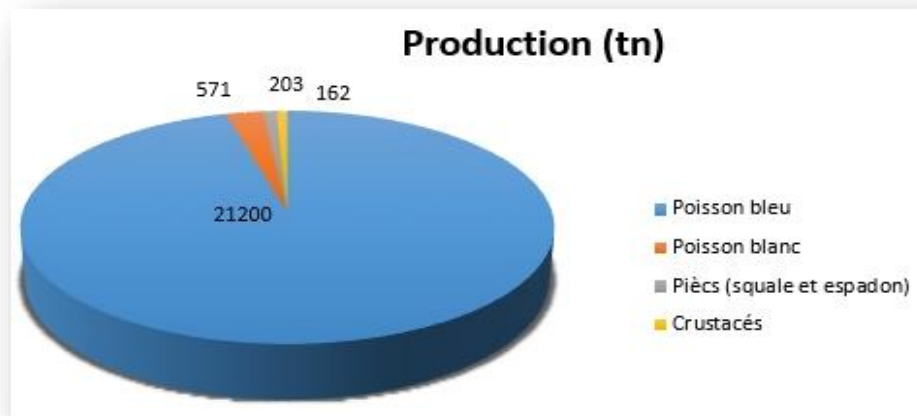


Figure 02 : Les ressources halieutiques (ANIREF, 2020)

3.1. La Pêche :

La Wilaya d'Ain Témouchent avec ses deux ports de pêche (Béni Saf et Bouzedjar) renferme d'énormes potentialités dans le domaine de la pêche et une zone pêchable de **6 miles marins** (**1 mile marin = 1,8288 Km**) et un stock pêchable de **22 138 Tonnes** ;

La production halieutique réalisée durant l'année **2018** est de **22 138,069 T** dont **10 301,617 T** au niveau du port de Béni Saf et **11.836,452 T** au port de Bouzedjar (ANIREF, 2020).

3.2. Aquacultures :

Une zone d'activité aquacole d'une superficie de huit (08) Ha non viabilisée.

Trois (03) fermes piscicoles réalisés dont :

- Aquacole à S'biaat avec une production de 1 600 tonnes/an ;

- Aqua-Tafna à Rechgoune avec une production de 700 tonnes/an ;
- RCKH Fish à Madagh avec une production de 400-560 tonnes/an. (ANIREF, 2020).

3.3. Agricoles :

Aïn Témouchent est connue pour être une Wilaya à vocation agricole. Elle dispose d'une superficie agricole utile (S.A.U) de 180.994 Ha couvrant plus de 89 % de la superficie Agricole totale qui représente 203.584 Ha, (ANIREF, 2020).

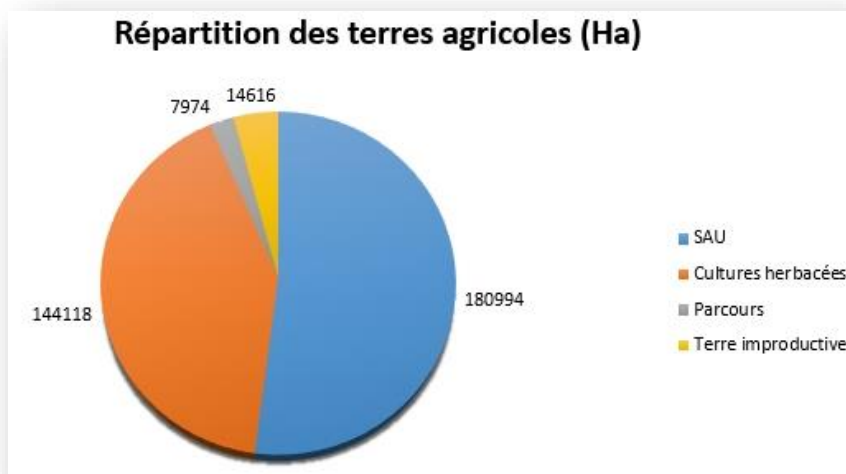


Figure 03 : Répartition des terres agricoles (Ha) (ANIREF, 2020)

Elle est répartie sur 8.150 exploitations agricoles. Néanmoins, la superficie en irrigué demeure négligeable avec un taux de 5,52 % de la S.A.U, soit 9.985 Ha.

Les terrains destinés aux pacages et parcours sont estimés à 7.974 Ha soit 4% de la superficie agricole totale (S.A.T).

Toutefois, l'activité agricole est contrariée par une pluviométrie irrégulière, d'où le recours au système d'irrigation s'appuyant sur les forages, retenues collinaires. (ANIREF, 2020).

La figure 03 de la répartition des superficies par culture, nous fait constater que les cultures herbacées dominent avec 144.118 Ha soit 80 % de la SAU totale.

Par contre, la superficie occupée par les cultures permanentes qui permettent de retenir le sol et d'éviter l'érosion, représente 23.876 ha, soit 13 % seulement de la SAU. (ANIREF, 2020).

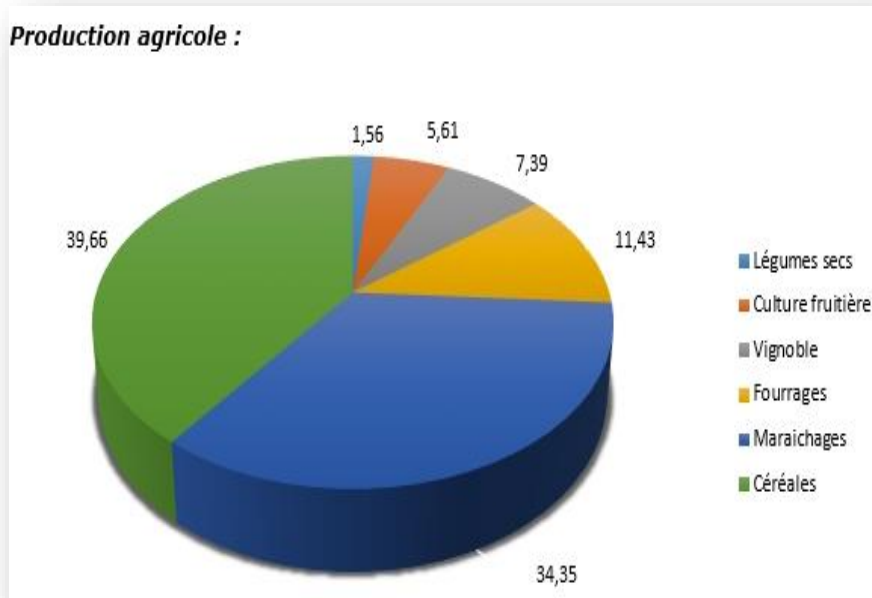


Figure 04 : production agricole (ANIREF, 2020)



Figure 05 : Surfaces occupées par les céréales (Ha) (ANIREF, 2020)

3.4-Mines :

L'activité minière dans la Wilaya est exercée par (41) carrières activant dans les domaines de l'agrégat, pouzzolane, sable, tuf, marbre, pierre de taille, argile et calcaire pour ciment dont (06) sont à l'arrêt, totalisant 525 postes d'emplois. (ANIREF, 2020).

4. Ressources Hydrauliques

4.1. Barrages

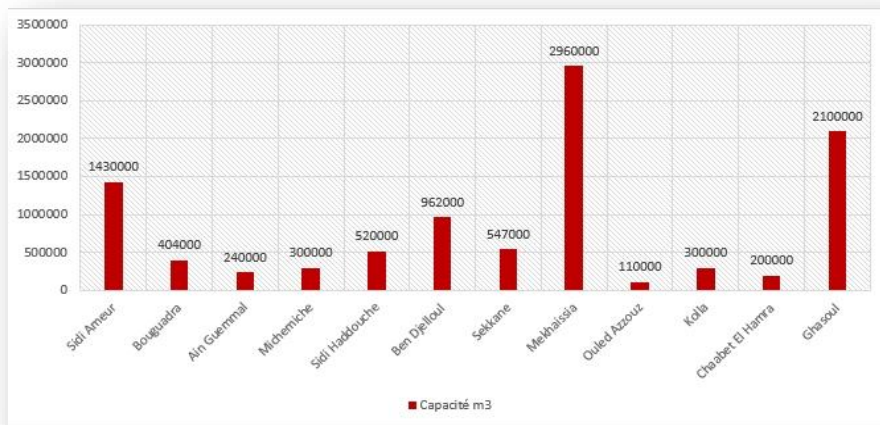


Figure 06 : Ressources hydrauliques des barrages

5. AIN TOLBA :



Figure 07: Localisation géographique de la commune d'AIN TOLBA de la wilaya d'Ain Temouchent



Photo 01 (prise par ROUIDI Ouafa) : l'exploitation agricole BENADLA AIN TOLBA

- Le prélèvement a été effectué au niveau d'une exploitation agricole située dans la commune d'Ain tolba, daïra Ain Kihel de la wilaya d'Ain Témouchent. à partir d'un bassin d'élevage de poisson de type Tilapia rouge et du puits situés à cette dernière.



Photo 02 : Bassin d'élevage de poissons et d'irrigation (bassin de Tilapia de Nil)

- L'exploitation agricole de Mr Sidi yakhelef à Ain tolba est de nature juridique de propriété privé ,d'une superficier de 20Ha ,où l'activité agricole dans cette exploitation se divere entre les arbres d'oarngé ,les champs de vigne ,salad.



Photo 03 (prise par ROUIDI Ouafa) : bassin d'élevage de poissons et d'irrigation (bassin de Tilapia rouge)

- Dans le cadre de l'introduction de l'élevage des poissons dans un milieu à vocation agricole qui considère à développer les deux activités en utilisant l'eau d'élevage dans l'irrigation des activités agricoles. En 2010 l'agriculteur de cette exploitation a bénéficié de la part de la direction de la pêche et des ressources halieutiques des poissons de tilapia de nil provenat de l'écloserie de Tabiya sidi bel abess. Ces poissons sont mis dans un bassin de ciment de dimmension 10m×10m×1.4m. En 2016 il a bénéficié de Tilapia rouge qui a été mise dans un bassins type ciment de dimmension 10m×6m×2m. **(Hafed I. Slimane Othman FZ., 2019).**
- L'eau d'élevage du poisson et quotidiennement renouvelable dans le bassin par l'eau de puits qui se trouve aussi dans cette exploitation agricole.

CHAPITRE 3 :
Matériels et méthodes

Introduction :

Le présent chapitre est abordé pour d'étudier la qualité physico-chimique et bactériologiques de l'eau de un puits et un bassin destiné à l'irrigation ; à travers la détermination de ces caractéristiques avec des analyses et des mesures, sur des échantillons qui reflètent notamment, le mieux que possible, la composition de l'eau dans les deux points d'eaux échantillonnées.

1. OBJECTIF :

Nous avons réalisé cette étude pour évaluer la qualité de l'eau d'élevage de poisson dans l'eau douce destiné pour l'irrigation.

2. ECHANTILLONNAGE :

Nous nous sommes dirigés à l'exploitation agricole d'AIN TOLBA de la wilaya d'Ain Temouchent le 01/06/2021 d'où nous avons prélevés soigneusement les échantillons étudiés : eau de puits et eau de bassin d'élevage de poisson de type Tilapia rouge.

L'agriculteur utilise l'eau de puits pour l'élevage de poisson dans le bassin dont les caractéristiques de ce dernier sont les suivants :

- ✓ Dimension : (10×6×2 m³).
- ✓ Revêtu d'une fine couche de ciment pour éviter l'infiltration de l'eau.
- ✓ Alimentation en eau surélevée pour assurer une bonne oxygénation ; l'entrée et la sortie de l'eau se trouvent aux deux extrémités du bassin ce qui permet un bon renouvellement hydrique.
- ✓ Profondeur suffisante pour une bonne production piscicole.
- Le choix de cette exploitation agricole été fait selon les critères suivants :
 - ✓ Cette dernière et parmi les premières exploitations qui ont été bénéficié d'introduction de poissons dans les bassins d'irrigation
 - ✓ L'agriculteur utilise l'eau d'élevage de poisson pour l'irrigation des différents types agricole.

2.1. Prélèvement et transport des échantillons :

Nous avons effectué 4 prélèvements :

- ✓ 2 prélèvements pour l'eau de puits (1 prélèvement pour les analyses bactériologique et l'autre pour les analyses physicochimique).
- ✓ 2 prélèvements pour l'eau du bassin d'élevage de poisson (1 prélèvement pour les analyses bactériologique et l'autre pour les analyses Physicochimique).

- Principe :

Les échantillons doivent toujours être prélevés avec toutes les conditions d'asepsie nécessaires dans des contenants stériles de verre ou de polypropylène à large ouverture, de capacité d'environ 250 ml, en laissant un espace d'air d'au moins 2,5 cm. Par ailleurs, une étude réalisée dans laboratoires sur les eaux de consommation a permis d'établir que le délai maximal admissible pour l'analyse était de 48 heures après le prélèvement et que l'échantillon doit être protégé contre les effets de la température à l'aide d'un isolant thermique ou être réfrigéré pendant le transport. À leur réception au laboratoire, les échantillons qui ne sont pas analysés dans les 4 heures qui suivent leur arrivée doivent être placés au réfrigérateur jusqu'au moment de leur analyse. Les échantillons reçus congelés dans des contenants non conformes ou selon des délais de prélèvement inacceptables (> 48 heures), ne doivent pas être analysés. (Boucenina H., 2018).

2.2. Les principaux renseignements fournis pour l'analyse de l'eau étudiée :

Chaque flacon a été accompagné d'une fiche signalétique permettant de rassembler les renseignements utiles au laboratoire et comportera les renseignements suivants :

- Identité du prélèvement.
- Date et heure du prélèvement
- Motif de la demande d'analyse.
- Nom du point d'eau et localisation précise.
- Origine de l'eau (puits, bassin)

- Température de l'eau à l'émergence au moment du prélèvement (conditions météorologiques).
- Nature géologique des terrains traversés, aspect du milieu naturel.

2.3. Analyse des échantillons au laboratoire :

Laboratoire BOUZIDI d'analyse de la qualité B.A.Q situé à la cité des cadres. EL MALAH dans la wilaya d'Ain Temouchent, été le lieu ou notre analyses bactériologiques et physicochimiques été effectués pour chaque prélèvement de la manière suivante :

3. ETUDE BACTERIOLIGIQUE :

3.1. Matériels utilisés :

- ✓ Tubes à essai
- ✓ Portoir pour tubes à essai
- ✓ Pipettes pasteur
- ✓ Pipettes graduées
- ✓ flaquons stériles pour échantillons
- ✓ Boites de pétri stériles
- ✓ Bec bunsen
- ✓ Anse de platine

3.2. Milieux de culture :

3.2.1. Bouillon BCPL: (bouillon lactosé pourpre de bromocrésol) :

3.2.1.1. Usage : Milieu de dénombrement des coliformes totaux (48 h à une température de 37°C).

3.2.1.2. Composition :

Composition (g) pouvant être modifiée pour 1 litre de milieu :

Tryptone: 5,0

Extrait de viande: 3,0

Lactose: 5,0

Pourpre de bromocrésol: 0,025

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $6,7 \pm 0,2$.

3.2.1.3. Lecture : La cloche de Durham permet le recueil des gaz signant la présence de coliformes, à condition que le milieu ait été agité correctement pour que les bactéries soient bien réparties, y compris sous la cloche. Il est conseillé d'agiter légèrement le milieu plusieurs heures avant la lecture pour favoriser le dégagement de gaz sous la cloche de Durham, qui, autrement, peut ne pas être observé pour les dilutions limites. Si plusieurs essais sont effectués, on utilise la table statistique de Mac Grady pour déterminer le nombre de coliformes le plus probable (**NPP**). On peut déterminer la présence de coliformes thermotolérants ou fécaux en réalisant **le test confirmatif**: repiquage d'une anse de **1 ml** de chaque tube positif **BCPL** à **37 °C** dans un nouveau tube d'eau peptonée qui sera incubé à **44 °C**. Les tubes positifs à **44 °C** permettent de dénombrer les coliformes totaux en utilisant la table de Mac Grady. Si les tubes d'eau peptonée permettent de lire de surcroît la production d'indole, on peut conclure à la présence d'*Escherichia coli* et réaliser de même son dénombrement.

3.2.2. Eau peptonée exempt d'indole (Tryptone water) :

3.2.2.1. Usage : recherche de l'indole.

3.2.2.2. Composition :

- Peptone exempte d'indole **10,0 g**
- Chlorure de sodium **5,0 g (pH=7,2)**

3.2.2.3. Préparation : 15 grammes par litre d'eau distillée. Stérilisation classique.

3.2.2.4. Lecture : L'addition de réactif de **Kovacs** montre la production d'indole par un anneau rouge.

3.2.3 Litsky (Bouillon glucosé à l'azide de sodium de l'éthyl violet- bouillon EVA) :

3.2.3.1 Usage : Milieu de confirmation d'*Enterococcus*.

3.2.3.2 Composition :

- Peptone 20,0g
- Glucose 5.0g
- Azide de sodium 0,2g
- Ethyl-violet 0.5g
- NaCl 5,0g

- Hydrogénophosphate de potassium 2,7g
- Dihydrogénophosphate de potassium 2.7g (pH = 6,8)

3.2.3.3 Préparation : 35.7g par litre d'eau distillée. Autoclave classique.

3.2.3.4 Lecture : Il sert au dénombrement des Streptocoques fécaux. C'est un test confirmatif qui se fait suite au test présomptif au milieu de Rothe La lecture des tube se fait grâce au trouble formé et à l'éventuelle formation d'une pastille violette.

3.2.4 Rothe (Bouillon Glucosé à l'azide de sodium) :

3.2.4.1 Usage : Milieu d'enrichissement en Enterococcus.

3.2.4.2 Composition :

- Peptone 20.0g
- Glucose 5.0g
- Azide de sodium 5.0g
- NaCl. 5.0g
- Hydrogénophosphate de potassium 2.7g
- Dihydrogénophosphate de potassium 2.7g (pH = 6.8)

3.2.4.3 Préparation : 36,2 g par litre d'eau distillée (simple concentration) ou 72,4 (double concentration). Autoclavage classique.

3.2.4.4 Lecture : Ce milieu permet l'enrichissement en Entérocoques d'un inoculum de produit alimentaire. Un trouble signe la présence éventuelle de ces bactéries qu'il faudra ensuite confirmer par le test de Litsky, l'isolement et l'isolement des colonies.

3.3 Réactifs Kovacs :

- Alcool amylique ou isomylique 150ml -P.diméthylaminobenzaldéhyde 10.0g
- Acide chlorhydrique concentré 50ml Conserver à +4°C.

3.4 Préparation des dilutions décimales :

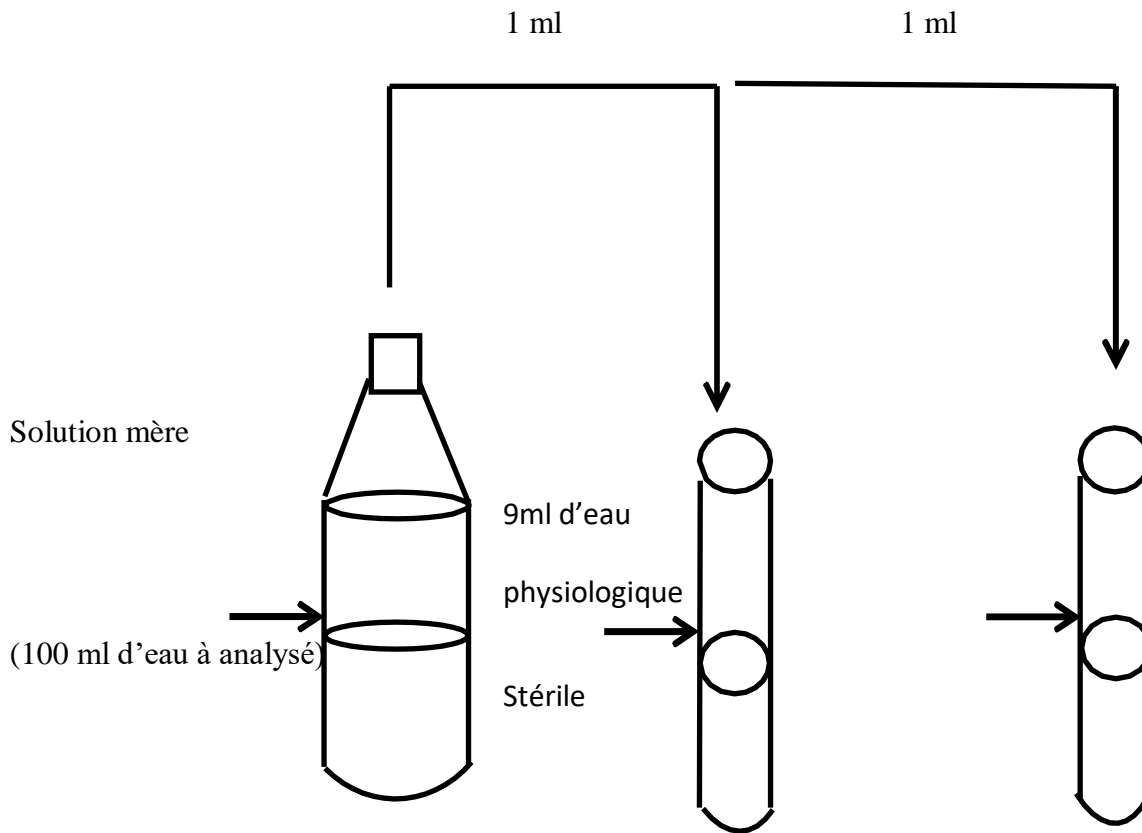


Schéma 01 : préparation des dilutions.

- Conformément aux normes **AFNOR NF VO8-010** et **ISO 6887-1**, on effectue des dilutions décimales pour chaque échantillon à l'aide d'eau physiologique stérile; ou tampon phosphate. Elles doivent être effectuées dans des conditions aseptiques et minutieuses. Les dilutions suivent des séries logarithmiques dont les termes sont en progression géométriques : 0.1 ; 0.01 ; 0.001 ;...etc.

- Les dilutions :
 - ✓ Dilution 10^0 : consiste à la prise directe de la solution mère.
 - ✓ Dilution 10^{-1} : dans un tube à essai contenant 9ml d'eau physiologique stérile, on ajoute 1ml d'eau à analyser (10^0).
 - ✓ Dilution 10^{-2} : Dans un deuxième tube à essai, on ajoute 1ml de la dilution 10^{-1} à 9ml d'eau physiologique stérile.

NB : l'agitation du contenu est nécessaire avant de préparer chaque dilution.

3.5 Recherche et dénombrement des coliformes :

→ La colimétrie comporte deux tests: Un test présomptif et Un test confirmatif.

Le dénombrement est effectué suivant la méthode du nombre le plus probable (NPP) de la table de **Mac Grady**.

→ Les méthodes de colimétrie actuelles nécessitent un délai excessif dans la plupart des cas (48 ou 72 heures), car elles recourent à la pratique du test présomptif (coliformes totaux) et du test confirmatif (coliformes fécaux).

→ Il consiste à utiliser des milieux liquides de bouillon **BCPL**, dans des tubes munis de cloches de Durham. La présence des germes recherchés se traduit par : Un virage de couleur dans toute la masse liquide et Un dégagement de gaz dans les cloches.

→ Les dénombrements sur milieu liquide ont été effectués par la méthode de **Mac Grady** (méthode de dénombrement par détermination du nombre le plus probable (**NPP**))

3.5.1-Test présomptif: Recherche et dénombrement des coliformes totaux

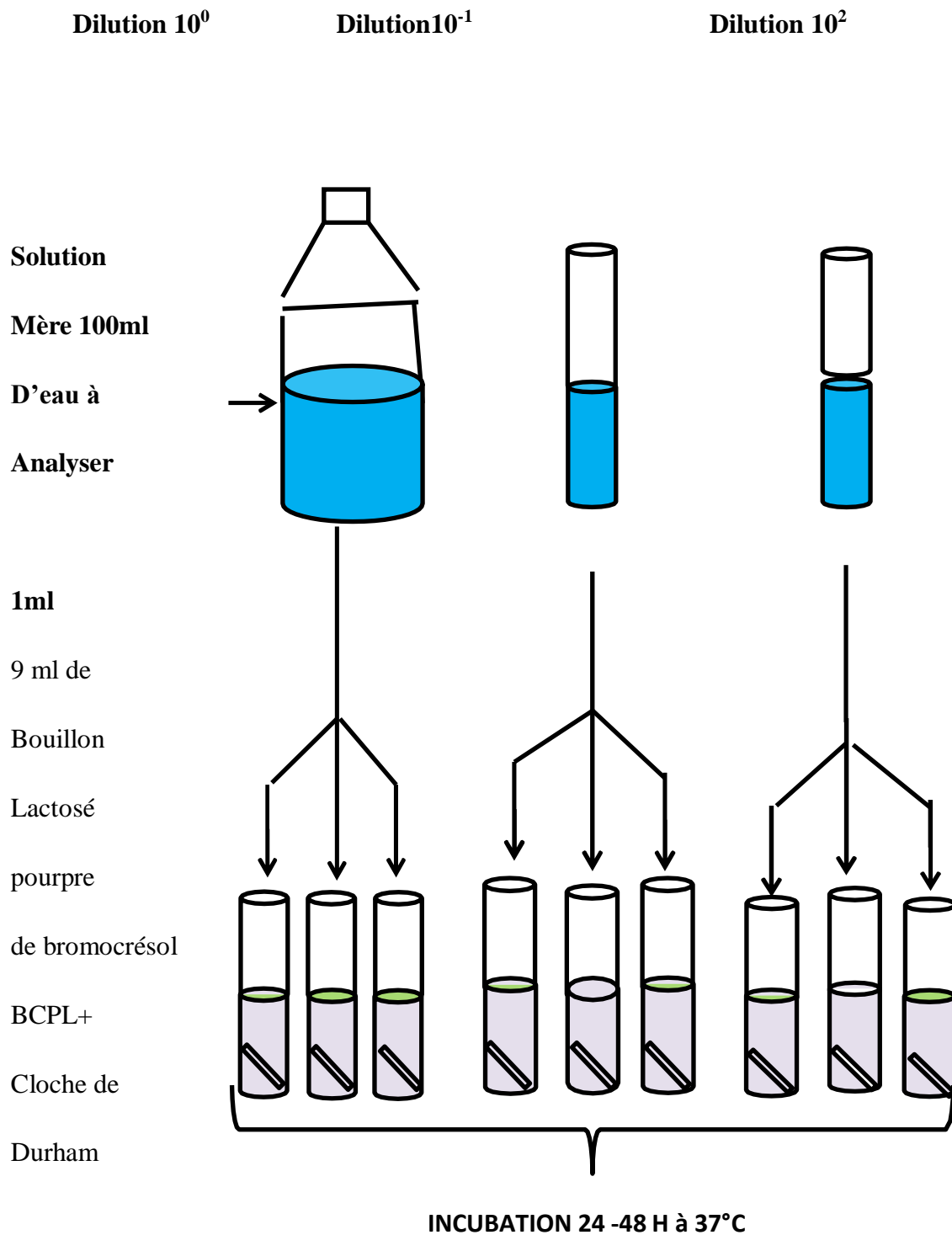


schéma02 : Recherche et dénombrement des Coliformes totaux (Test présomptif).

On prépare 3 séries de 3 tubes chacun contenant 9 ml de bouillon lactose pourpre de bromocrésol simple concentration, munis de cloches de Durham. Chacun des 3 tubes de la première série reçoit 1 ml de la dilution 10^0 (solution mère). Les tubes de la deuxième et troisième série reçoivent respectivement 1 ml de la dilution 10^{-1} et 1 ml de la dilution 10^{-2} . Nous agitons pour homogénéiser, sans faire pénétrer l'air dans la cloche de Durham. L'ensemble des tubes ainsi préparé² est incubé à 37° C pendant 24 à 48 h (Schéma 02)

Remarque : cette phase de la colimétrie se base sur la propriété commune des Coliformes à fermenter le lactose tout en produisant du gaz ; elle ne permet que de présumer de la présence des coliformes dans l'eau à analyser. De ce fait, l'application du test confirmatif s'impose.

Lecture : On considère comme un tube positif les tubes qui présentent un virage de couleur ainsi qu'un dégagement de gaz dans la cloche de Durham.

3.5.2 Test confirmatif : Identification des Coliformes thermotolérants (Escherichia coli)

➤ **Test confirmatif : Identification des Coliformes thermotolérants (Escherichia c**

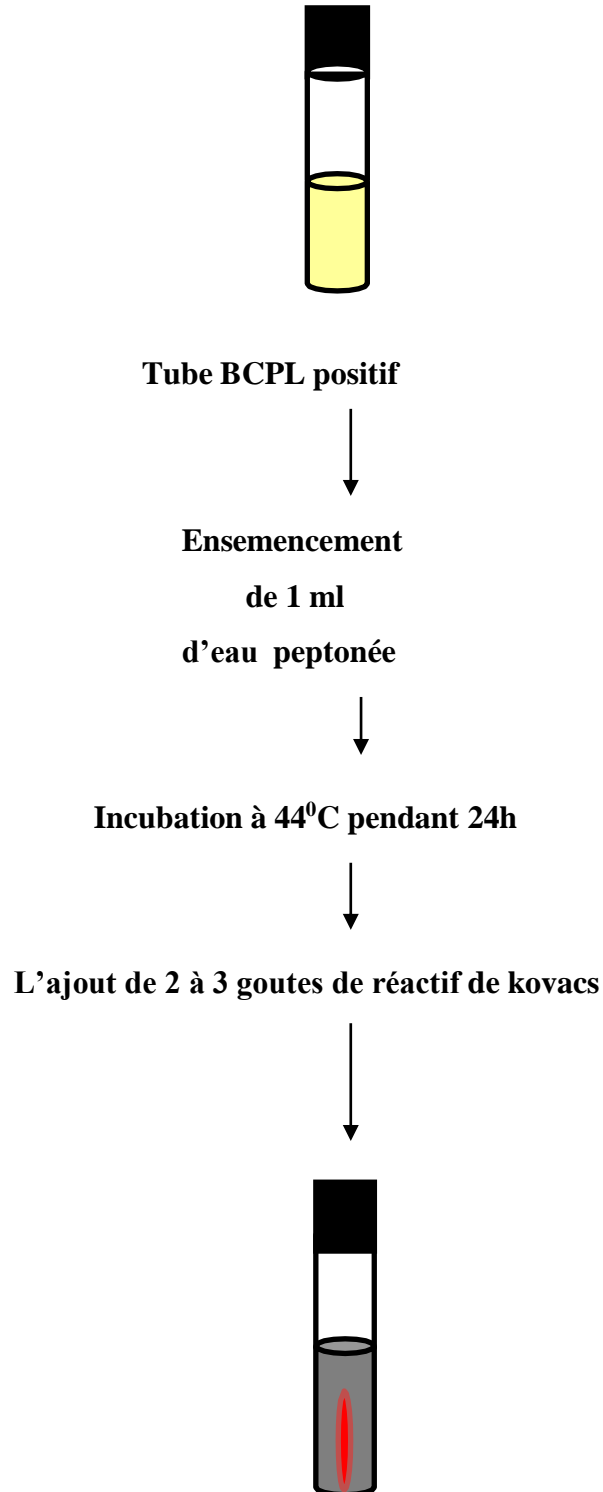


schéma03 : recherche et dénombrement des coliformes fécaux.

Les tubes positifs présentent un virage de couleur ainsi qu'un dégagement de gaz dans la cloche de Durham ; ces derniers sont réensemencés dans des tubes d'eau peptonée exempte d'indole (épreuve Deikman). Pour cela nous prélevons 2 à 3 gouttes que nous rajoutons dans des tubes contenant de l'eau peptonée exempte d'indole. Les tubes sont refermés et incubés à 44° C pendant 24 à 48 h (Schéma 03).

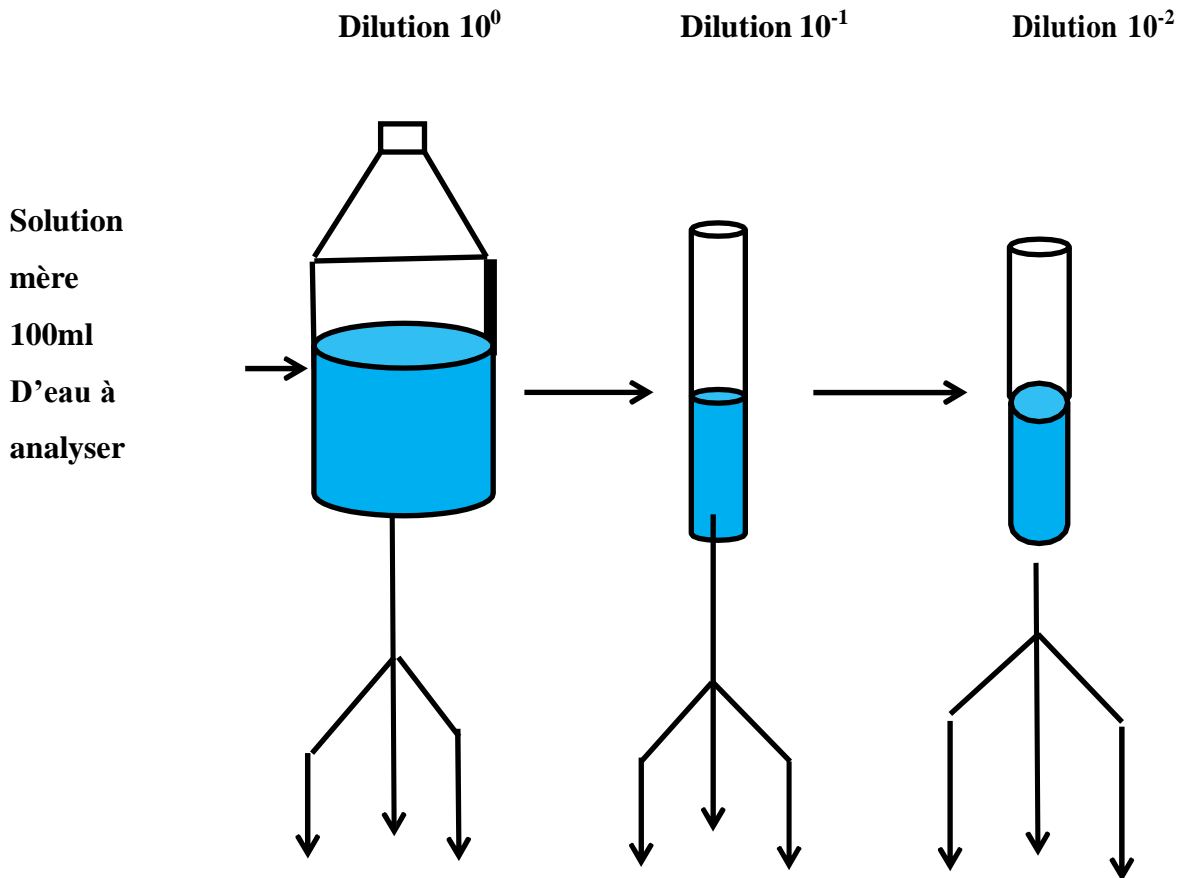
Lecture :

Formation d'anneau rouge à la surface des tubes d'eau péptonée après addition de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs témoignant de la production d'indole par *E.coli*, suite à la dégradation du Tryptophane grâce à la Tryptophanase. - Production de gaz dans les cloches des tubes de Durham.

Nous notons le nombre de tubes positifs et nous exprimons le nombre le plus probable de germes dans 100 ml d'échantillon d'eau, selon la table de Mac Grady.

3.6 Recherche et dénombrement des Streptocoques totaux :

3.6.1 Test présomptif :



L'ajout de 1 ml dans chaque tube



INCUBATION 24 -48 H à 37°C

Schéma 04 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux dans l'eau
(Test présomptif).

On prépare 3 séries de 3 tubes contenant chacun 9 ml de milieu Rothe (simple concentration). Dans la première série de tubes nous rajoutons 1ml de la solution mère (10^0). On réalise la même opération avec les 2 autres séries en ajoutant aux 3 premiers 1 ml de la dilution 10^{-1} et aux 3 autres 1 ml de la dilution 10^{-2} , l'ensemble des tubes ainsi préparés sont incubés à 37° C pendant 24 à 48 h (Schéma 04).

Lecture :

Les tubes présentant un trouble bactérien sont considérés comme positifs.

3.6.2-Teste confirmatif :

Le principe se résume à la recherche et au dénombrement des Streptocoques du groupe D en milieu liquide. Alors que les tubes primaires contiennent déjà une certaine quantité d'azide de sodium (milieu de Rothe), le repiquage des tubes positifs se fait sur un milieu nettement inhibiteur avec une concentration plus élevée en azide de sodium et de cristaux violets (milieu Litsky), ne laissant se développer que les Streptocoques ou Entérocoques.

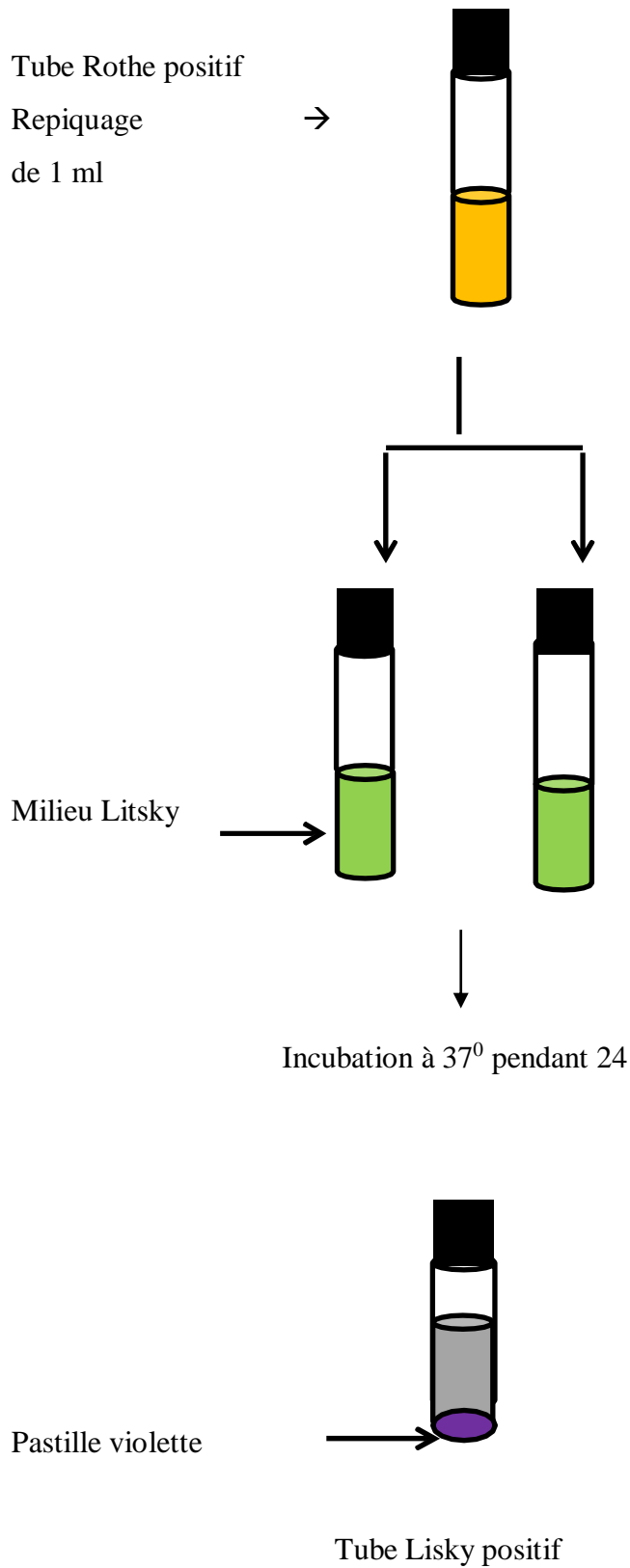


Schéma 05 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux dans l'eau (Test confirmatif)

Nous prélevons 2 à 3 gouttes de chaque tube positif présentant un trouble bactérien, que nous repiquons dans des tubes contenant 9 ml de milieu Litsky. Par la suite les tubes sont incubés à 37° C pendant 24 à 48h (Schéma 05).

Lecture :

Nous considérons comme positifs les tubes dans lesquels il y a apparition d'un trouble bactérien qui confirme la présence des streptocoques fécaux; parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble bactérien.

4- ETUDE PHYSICOCHIMIQUE :

- **Les analyses électrochimiques : (partielles)**

D'où les mesures électrochimiques : pH (potentiel d'Hydrogène) Rh (Potentiel Redox), Température (T°), Conductivité Electrique (EC), Total des Solides Dissout (TDS) et minéralisation Globale, Taux des Sels Dissout (salinité), turbidité.

- **Les analyses physico-chimiques volumétriques :**

A ce niveau les différents dosages volumétriques effectués : Titre Alcalimétrique (TA), Titre Alcalimétrique Complet (TAC), Bicarbonate (HCO_3^-), chlorure (Cl^-), Titre Hydrotimétrique (TH), Calcium (Ca), Magnésium (Mg).

Les mesures spectrométrique sont : les sulfates (SO_4), les phosphates (PO_4), les nitrates (NO_3), les nitrites (NO_2), l'ammonium (NH_4).

- Les mesures des paramètres de traitement : Chlore (Cl_2) : résiduel et total et le taux de traitement des produits utilisent ...

4.1 Les Analyses électrochimiques:

4.1.1 Mesure du pH:

- Appareil : pH Mètre
- Electrode : Electrode de pH combinée



Figure 8 : pH mètre

4.1.1.1 Mode opératoire :

a. Etalonnage de l'appareil :

- Allumer le pH Mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bêcher, la solution tampon pH = 7
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.

b. Dosage de l'échantillon :

- Prendre environ ≈ 100 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bêcher.

- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH.

4.1.2- Mesure de la température :

La température a une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux qu'elles soient souterraines ou superficielles, les eaux souterraines gardent généralement une fraîcheur constante, mais la température des eaux de surface varie selon plusieurs facteurs, saisonniers et autres.

4.1.2.1 Mode opératoire :

La température de l'eau est mesurée à l'aide de thermomètre et se la fait après immersion de 1 à 2 min. Cette température est exprimée en degré Celsius C°.

4.1.3- Mesure de la conductivité électrique :

La mesure de conductivité permet d'avoir très rapidement une idée sur la concentration de l'eau en sels dissout.

Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

4.1.3.1 Matériel:

Conductimètre ou le multi paramètre.

4.1.3.2 Mode opératoire :

D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure dans un deuxième

réceptier en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées. Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

4.1.3.3 Expression des résultats : Le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.1.4 Mesure de la TDS (Le taux des Solides dissout):

4.1.4.1 Principe : Permet de contrôler de nombreux processus biochimiques, la valeur est donnée en (mg/l).

4.1.4.2 Mode opératoire : on utilise un appareil multi paramètre pour mesurer la valeur de TDS on plonge nos deux électrode dans l'échantillon à analysé. On appuie sur le bouton cond deux fois ou la valeur s'affiche directement en mg/l puis faire la lecture.

4.1.4.3 Matériel : multi paramètre.

4.1.4.4 Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.



Figure 9 : Multi paramètre (température, pH, conductivité, salinité, taux des sels dessous, oxygène dessous, potentiel redox).

4.1.5 Minéralisation :

La minéralisation globale est la teneur en sels dissous d'une eau, elle dépend généralement des différentes couches géologiques traversées ainsi que de la charge physico-chimique et biologique des eaux d'infiltration, la minéralisation est estimée à partir de la conductivité. le calcul de la minéralisation à partir de la conductivité. (Webmaster 7)

4.1.6 Salinité :

Il peut arriver de devoir rajouter du sel dans un aquarium d'eau douce ou un bassin de jardin.

Selon la finalité du traitement au sel, les concentrations peuvent varier entre 0,5 g et 10 g de sel par litre d'eau.

dans ces cas de figure, la salinité peut être estimée par une mesure de la conductivité de l'eau.

4.1.7 Oxygène dissous :

- Comment la mesure-t-on ?

On mesure l'oxygène dissous à l'aide de tests colorimétriques ou encore d'un oxymètre électronique.

L'oxygène dissous est mesuré en milligrammes d'oxygène (O₂) par litre d'eau ou en pourcentage de saturation. Le pourcentage de saturation exprime la quantité d'oxygène présente dans l'eau par rapport à la quantité totale d'oxygène que l'eau peut contenir à une température donnée. Le pourcentage de saturation est une mesure permettant de comparer plus facilement les données entre différents sites ou à différentes dates.

Unités utilisées dans le cadre de J'adopte un cours d'eau : milligrammes d'oxygène par litre d'eau (mg/l) et pourcentage de saturation (%).

- Que signifient les valeurs généralement observées ?

En mg/l :

- 0 à 2 mg/l - signifie que le taux d'oxygène est insuffisant pour la survie de la plupart des organismes ;

- 2 à 4 mg/l - signifie que le taux d'oxygène permet seulement à certaines espèces de poissons et d'insectes de survivre ;
- 4 à 7 mg/l - signifie que le taux d'oxygène est acceptable pour les espèces de poissons d'eau chaude mais faible pour les espèces de poissons d'eau froide ;
- 7 à 11 mg/l - signifie que le taux d'oxygène est idéal pour la plupart des poissons d'eau froide.

4.2 Les Analyses physico-chimiques volumétriques:

4.2.2 Détermination du calcium (Ca^{+2}): (ISO N° 6058)

4.2.2.1 Principe:

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel di-sodique de l'acide éthylène diamine tétracétique (EDTA) à pH10. Le noir érichrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

4.2.1.2 Réactifs : pour détermination le Ca^{+2}

- Murexide.
- Solution d'E.D.T.A N/10.
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2 N.
- Solution d'E.D.T.A N/10 : (3,721 g. après déshydratation à 80°C pendant 2 h + H₂O distillée 1000 ml).
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2 N : NaOH (pastilles) 80 g + H₂O distillée 1000 ml.

1 ml d'EDTA 0,02 N correspond à 0,4008 mg de Calcium, soit 1 mg de carbonate de calcium.

4.2.1.3 Mode opératoire :

A l'aide d'une pipette, introduire 50 ml d'eau à analyser.

- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N ; pour ajuster le PH de l'échantillon entre 12 et 13
- Ajouter du Murexide.
- Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (violet).

4.2.1.4 Expression des résultats :

La teneur en calcium, exprimée en milli mole par litre est donnée par l'équation suivante :

$$T (\text{Ca}^{2+}) \text{ } ^\circ\text{F} = V_{\text{EDTA}} \times 4,008$$

$$T (\text{Ca}^{2+}) \text{ mg/l} = T (\text{Ca}^{2+}) \text{ } ^\circ\text{F} \times 10$$

4.2.2-Détermination du magnésium (Mg^{+2}): (ISO N° 6059)

4.2.2.1 Principe:

Voir de directives concernant le dosage en calcium en présence de phosphat.les alcalino-terreux est titrés en même temps que le magnésium.

4.2.2.2 Réactifs : pour détermination le Mg^{+2}

- Solution tampon.
- Solution d'E.D.T.A N/10.
- Noir eriochrome T. (mordant noir II)

4.2.2.3 Mode opératoire :

A l'aide d'une pipette, introduire 50 ml d'eau à analyser.

- Ajouter 4ml de Solution tampon et 3 goutte de NET.

- Ajouter la solution d'E.D.T.A jusqu'au virage (bleu).

4.2.2.4 Expression des résultats :

La teneur en calcium, exprimée en milli mole par litre est donnée par l'équation suivante :

$$T (\text{Mg}^{2+}) \text{ } ^\circ\text{F} = V_{\text{EDTA}} \times 2,431 \times 10 \text{ (mg/l)}$$



Figure 10 : Dosage Volumétrique

4.2.3-Détermination du sodium (Na⁺), et de potassium (K⁺) : (Boudia A. et Boualem A., 2017)

Les dosages du sodium et du potassium, ont été faits par Spectrophotomètre à flamme.

4.2.3.1 Principe :

Les ions en solution sont portés au moyen d'une flamme de température convenable à un niveau énergétique supérieur à la normale (On dit que les atomes sont excités par la flamme) libérés de la flamme, ils restituent l'énergie acquise en émettant une radiation caractéristique de l'élément. On pulvérise donc au moyen d'un gicleur, la solution à doser dans une flamme de température déterminée par l'élément que l'on recherche, On sélectionne la radiation attendue au moyen d'un filtre. L'intensité de la radiation est proportionnelle la concentration de l'élément présent dans la solution. On établit donc une gamme étalon pour chaque élément dosé et l'on s'y réfère pour déterminer une concentration inconnue.

4.2.4-Détermination de la Dureté totale (TH) :

La dureté de l'eau ou titre hydrotimétrique est une mesure globale de la concentration en sels dissous de l'eau en calcium et en magnésium.

En excès, les sels dissous de l'eau forment un composé insoluble avec le savon qui perd ainsi une partie de son pouvoir détersif et ne mousse plus que difficilement. (Jean Rodier, 1995).

4.2.4.1 Mode d'opérateur :

100 ml d'eau à analyser + 1 ml de solution tampon (9,5 – 10) PH + quelque graines de NET (Noir Eriochrome T) on obtient une couleur rouge violet titrés avec E.D.T.A (Acide Ethylène Diamine Tétracétique N/10) jusqu'à obtention de la couleur bleu.

$$TH (°F) = V_{EDTA} \times 10$$

- 7 – 15 °F = Eau douces.
- 15 – 25 °F = Eau moyennement douce.
- 25 – 32 °F = Eau assez douce.
- 32 – 52 °F = Eau dure.
- 50 > = Eau très dure.

Remarque : TH agréable entre 8-10 F°, la dureté totale de l'eau potable doit rester au minimum à 10 F° pour raison physique et de lutte contre la corrosion. Elle est un facteur important dans la qualité des eaux de boissons.

4.2.5-Détermination Titre alcalimétrique (T.A) :

Permet de connaître la teneur en hydroxyde (OH⁻), la moitié de la teneur en carbonates CO₃⁻ et un tiers environ des phosphates présents.

4.2.5.1 Principe :

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré. (Titration avec une burette du HCl (N/50).

4.2.5.2 Réactifs : pour détermination T.A

- Acide chlorhydrique N/50.
- Solution phénolphthaléine 0,5%.

- Solution de méthylorange a 0,5%

4.2.5.3 Mode opératoire :

Prélever dans un bécher 100 ml d'eau à analyser, ajouter 1 à 2 gouttes de phénophtaléine (F.F) s'il y a changement de couleur (rose) ça veut dire présence de carbonate, et si la couleur ne change pas ça veut dire que l'eau est bicarbonatée.

4.2.6-Titre alcalimétrique complet (TAC) :

4.2.6.1 Principe :

Correspond à la teneur en ions OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- . Pour des PH inférieure à 8,3 la teneur en ions OH^- et CO_3^{2-} est négligeable ($\text{TA} = 0$), dans ce cas la mesure du T.A.C correspond au dosage des bicarbonates seuls. Les bicarbonates sont dosés par un acide fort en présence d'un indicateur coloré. (**Jean Rodier, 1995**).

4.2.6.2 Mode opératoire : Utiliser l'échantillon traité précédemment, ajouter 2 à 3 gouttes de Méthyle orange disposer un barreau magnétique dans le bécher, mettre ce dernier sur l'agitateur au dessous de la burette contenant du H_2SO_4 (N/50), laisser couler goutte à goutte à l'obtention de la couleur jaune orangée à un PH = 4,3 on utilisant le PH mètre.

$\text{TAC} = (V - 0,5) \text{ } ^\circ\text{F}$ ou le V = volume du H_2SO_4 (N/50).

Remarque : s'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration jaune au rose orangé.

4.2.7-Détermination des chlorures (Cl^-) :

4.2.7.1 Principe :

Une présence excessive de chlorures dans l'eau la rend corrosive pour les réseaux de distribution et nocive pour les plantes. Une forte fluctuation des chlorures dans le temps peut être considérée comme indice de pollution.

4.2.7.2 Réactifs : pour détermination Cl^-

- Solution de K_2CrO_4 à 10% (indicateur).
- Solution AgNO_3 N/10.

4.2.7.3 Mode opératoire : (Méthode de Mohr).

25 ml d'eau à analyser + 2 à 3 gouttes de solution chromates de potassium à 10% (K_2CrO_4)
mettre le barreau magnétique déposer le bécher sur l'agitateur titrer avec AgNO_3 jusqu'à
obtention la couleur teinté rougeâtre qui doit persister 1 à 3 mm. (Jean Rodier, 1995).

$$T (\text{Cl}^-) = V \text{ AgNO}_3 \times 142$$

4.2.7.4 Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

4.2.8- Dosage des nitrites : (NO_2^-) ISO 5667 :

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm.

4.2.8.1 Réactifs:

Réactif Mixte :

- Sulfanilamide ... 40 g.
- Acide phosphorique 100 ml.
- N-1- Naphtyle éthylène diamine..... 2 g.
- H_2O distillée q.s.p 1000 ml.

4.2.8.2 Appareillage:

Spectrophotomètre UV-Visible

Courbe d'étalonnage :

Conc. mg/l	0	1	2	5	20	40
Eau distillée (ml)	50	49	48	45	30	10
Réactif mixte (ml)	1	1	1	1	1	1
Attendre 10 mn						
NO ₂ ⁻ .en mg/ l	0	0.02	0.04	0.1	0.4	0.8

Tableau 8 : Les différentes doses croissantes de réactifs mixte.**4.2.8.3 Mode opératoire :**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.

L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂⁻.

Effectuer la lecture à 543 nm.

4.2.8.4 Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en **mg/l**.

4.2.9 Dosage des nitrates (NO₃⁻): (Boudia A. et Boualem A., 2017)

Cette mesure a été réalisée par la méthode instrumentale à l'aide d'une spectrométrie d'absorption moléculaire de type HACH DR/2500.

4.2.9.1 Mode opératoire :

- Dans une boîte pétrie on met 10ml d'eau à analyser.
- On ajoute quelque goutte d'hydroxyde de sodium NaOH et 1ml de salicylate de sodium C₇H₅NaO₃.
- On la laisse sécher dans un four à 110°C pendant 1h30.

- On ajoute 2ml de l'acide sulfurique H_2SO_4 , 15ml de tartrate double de sodium et potassium et 15ml d'eau distillée.

4.2.10 Dosage des Sulfates (SO_4^-): (Boudia A. et Boualem A., 2017)

La concentration en ions sulfate des eaux naturelles est variable. Leur présence résulte de la légère dissolution des sulfates de calcium des roches gypseuses, de l'oxydation des sulfates dans les roches (pyrites), des matières organiques d'origine animale.

Les ions sulfates sont dosés en milieu acide, présence du chlorure de Baryum avec lequel ils forment le sulfate de Baryum, très peu soluble est très fin, ce qui confère à la solution un aspect colloïdal, susceptible d'être dosé par spectrophotométrie.

4.2.10.1 Principe:

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfates de Baryum en présence de $BaCl_2$

$BaCl_2 + SO_4^{2-} \longrightarrow BaSO_4 + 2Cl^-$ (opacité du mélange).

4.2.10.2 Mode opératoire :

Prendre 20ml d'eau analysé puis compléter à 100ml distillée

- Ajouter 5ml de la solution stabilisante.
- Ajouter 2ml de chlorure de Baryum $BaCl_2$
- Ajouter énergiquement pendant 5 min

4.2.10.3 Expression des résultats :

- ✓ Observation des colorations.
- ✓ Lecture dans le spectromètre.

$[SO_4] \text{ mg/l} = \text{la lecture} \times 5$

5: le facteur de dilution $f = (V_{\text{échantillon}} + V_{\text{eau dist}}) / V_{\text{échantillon}}$

4.2.11- Dosage bicarbonate (HCO_3^-): (Boudia A. et Boualem A., 2017)

Le bicarbonate, ou hydrogénécarbonate, est un ion poly atomique dont la formule chimique est RCO_3 . Le bicarbonate est nommé de par le caractère double de ses propriétés, il est à la fois acide et base appartenant à deux couples acido-basiques différents, on appelle cela une

espèce amphotère. Dans l'eau, le dioxyde de carbone (acide carbonique), l'ion bicarbonate et l'ion carbonate sont en équilibre, en fonction du pH.



Figure 11 : spectrophotomètre

4.2.12 SAR : (Le Taux d'Adsorption du Sodium)

L'index utilisé est le rapport d'adsorption du sodium (SAR) qui exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium. (Webmaster 4)

Tableau 9 : Taux de SAR dans l'eau d'irrigation (Webmaster 4)

Tolérance	SAR de l'eau d'irrigation	Récolte
Très sensible	2-8	Fruits, noix, citron, avocat
Sensible	8-18	Haricot
Résistance modérée	18-46	Trèfle, avoine, riz
Résistant	46-102	Blé, orge, tomates, betteraves

CONCLUSION :

Les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, hôtes habituels des intestins de l'homme et de l'animal, sont considérés comme des germes témoins de contamination fécale les plus fiables, leur présence dans une eau est l'indication formelle d'une contamination récente (leur survie dans l'eau étant de courte durée). (**Mouffok F., 2001**) ainsi que leurs rapport éventuel avec le bon rondement des produit agricoles irrigué par l'eau étudié.

Les paramètres physicochimiques réalisés, déterminent la qualité de l'eau du bassin d'élevage de poissons et leurs aptitudes à l'irrigation ainsi que leurs rapports avec le bon rondement des produits agricoles

CHAPITRE 4 :

Résultats et discussion

Introduction :

Les indicateurs microbiologiques sont considérés parmi les paramètres les plus importants pour les eaux à usage domestique. Ils correspondent à des germes pathogènes qui proviennent du rejet des eaux usées domestiques ou industrielles directement dans les cours d'eau et/ou des lessivages des sols (Wheal C., 1991).

1. BACTERIOLOGIE :

1.1 Eau du bassin :

Nous avons obtenus les résultats bactériologiques des eaux de bassin (eau superficielle) qui se présentent comme suite :

1.1.1 Les coliformes :

1.1.1.1 Coliformes totaux :

Le schéma 06 montre les résultats du dénombrement du teste présomptif (coliforme totaux).

➤ **Le test présomptif :(résultat)**

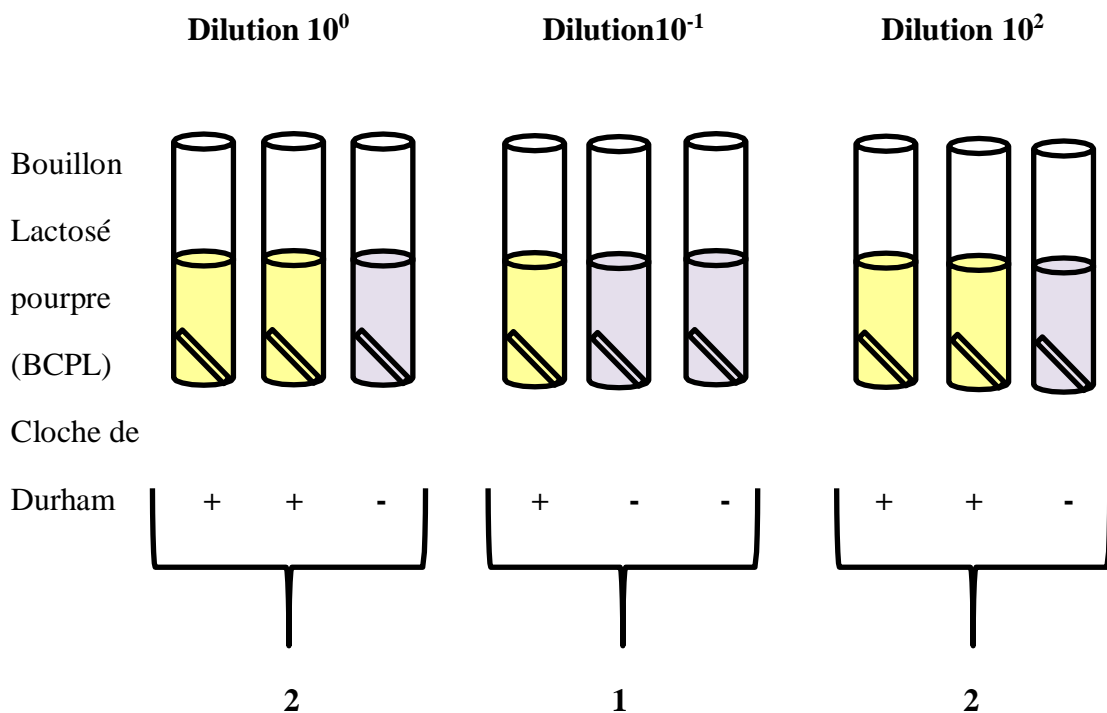


Schéma 06 : Résultat du dénombrement du teste présomptif (coliforme totaux)

La réaction positive dans le schéma 06 est exprimée par un changement de couleur du milieu et un dégagement de gaz dans la cloche de Derham, cette réaction est due à la dégradation du lactose par les coliformes.

Selon la 21^e édition de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et coll., 2005) , Les coliformes totaux appartiennent à la famille des entérobactéries et sont définis comme suit :

- toute bactérie anaérobie facultative, à Gram négatif, non sporulée, en forme de bâtonnet, qui fermente le lactose en produisant du gaz et de l'acide dans les 48 heures à 35 °C;
- de nombreuses bactéries anaérobies facultatives, à Gram négatif, non sporulées, en forme de bâtonnet, qui forment des colonies rouges à reflets métalliques dorés dans les 24 heures à 35 °C dans un milieu de type Endo contenant du lactose;
- toute bactérie dotée de l'enzyme β -galactosidase, qui scinde un substrat chromogène (p. ex., l'*orthonitrophényl*- β -D-galactopyranoside) en libérant un agent chromogène (p. ex., l'*orthonitrophénol*).

Ces définitions ne sont pas identiques, mais se réfèrent à trois groupes plus ou moins équivalents. Ceux-ci comprennent, entre autres, diverses espèces des genres *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* et *Serratia* (Leclerc et coll., 2001). Certains membres de ces groupes sont naturellement présents dans l'environnement et peuvent être d'origine fécale, tandis que d'autres se trouvent exclusivement dans l'environnement.

D'après le schéma 06 :

Les 3 tubes de la dilution 10^0 : 2 tubes de réaction positive et 1 négatif donc on prend le nombre des tubes positifs..... 2

Les 3 tubes de la dilution 10^{-1} : 1 tube de réaction positive et 2 négatifs donc on prend le nombre des tubes positifs.....1

Les 3 tubes de la dilution 10^{-2} : 2 tubes de réaction positive et 1 négatif donc on prend le nombre des tubes positifs.....2

Le NPP est 212, en se rapportant à la table de Mac-Grady ; on lit 3. Le chiffre doit être multiplier par la première dilution ou se trouve les tube positif, alors : $3 \times 10^0 = 30$ coliformes par 100 ml.

Les résultats obtenus dénombrent 30 coliformes par 100 ml, ce qui indique qu'en est devant des concentrations diminuée en coliformes totaux ce qui laissent supposer une présence de contamination fécale ressentie qui proviens des poissons d'élevage ou aussi de l'environnement (sol, végétaux, eau) dans l'eau du bassin,

Selon (Hébert S. et Légaré S., 2000), la teneur en polluants rejetés régulièrement dans un cours d'eau diminue et se trouve diluée dans un plus grand volume d'eau suite à la chute des pluies. Les pluies peuvent intervenir comme des agents de dilution de la contamination bactérienne, et cela en augmentant le débit de la rivière. La période de crue peut aussi être à l'origine d'un phénomène de lessivage des sols. Pendant les premiers instants des pluies, les eaux de ruissellement mobilisent les dépôts sur les sols. Les charges des sols seront appauvries. Le reste de la période de crue se comporte ainsi comme agent de dilution pour le milieu récepteur (El Samrani et al., 2004).

La valeur indiquée sur les coliformes totaux est de (30 / 100 ml) alors il faut passer au dénombrement des coliformes fécaux par le teste confirmatif.

Les méthodes de colimétrie actuelles nécessitent un délai excessif dans la plupart des cas (48 ou 72 heures), car elles recourent à la pratique du test présomptif (coliformes totaux) et du test confirmatif (coliformes fécaux) (Mazieres J et al., 1980).

1.1.1.2 Les coliformes fécaux :

➤ Le teste confirmatif : (résultat)

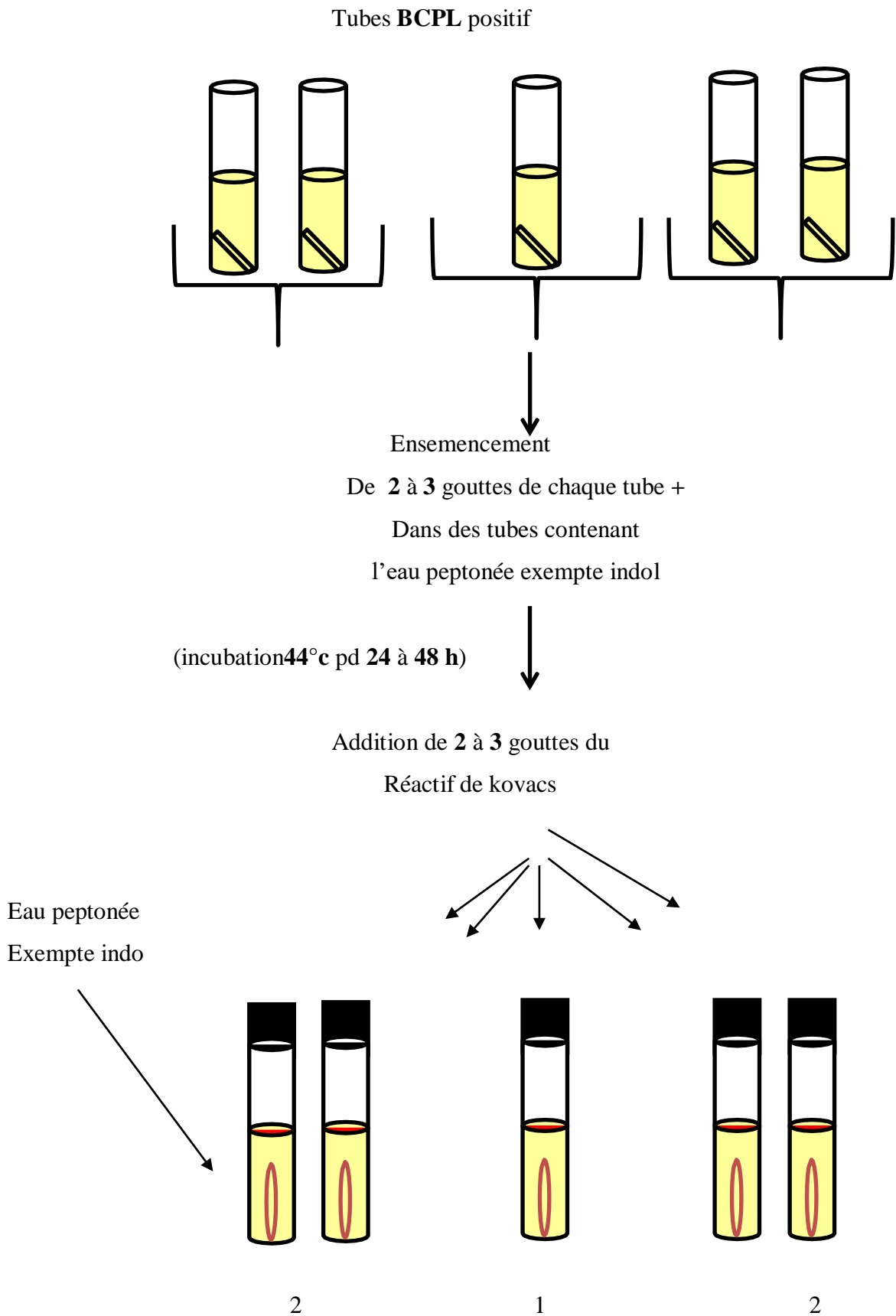


Schéma07: Résultat du dénombrement du teste confirmatif (coliforme fécaux)

Après ensemencement de 2 à 3 gouttes de chaque tube BCPL positif dans des tubes contenant de l'eau peptonée exempte indole qui était refermer et incubé 24 h à 44°C, on a ajouté le réactif Kovacs dans chaque tubes ; il ya eu formation d'un anneau rouge dans tous les tubes ; qui est expliqué par la dégradation du Tryptophane par le Tryptophenase qui conclue la présence de la bactérie E.coli.

La production d'indole est mise en évidence par l'addition de réactif de Kovacs qui agit avec l'indole en donnant une coloration rouge dans la partie supérieure du milieu en cas de réaction positive. (Bio Rad., 2016).

D'après le schéma 07 :

→ Le NPP comme et de 212, en se rapportant à la table de Macgrady ; on lit 3, alors le résultat et 3 coliformes par 100 ml.

La présence de 3 coliformes par 100 ml dans l'eau de bassin échantillonnée confirme une contamination fécale ressentie dans l'eau du bassin.

Les résultats obtenus sur les coliformes fécaux ne dépassent pas le seuil recommander par le journal officiel algérien 2012 pour la qualité des eaux d'irrigation qui de l'ordre de <1000 CFU/ 100ml.

1.1.2 Streptocoque fécaux :

1.1.2.1 Le test présomptif : (résultat)

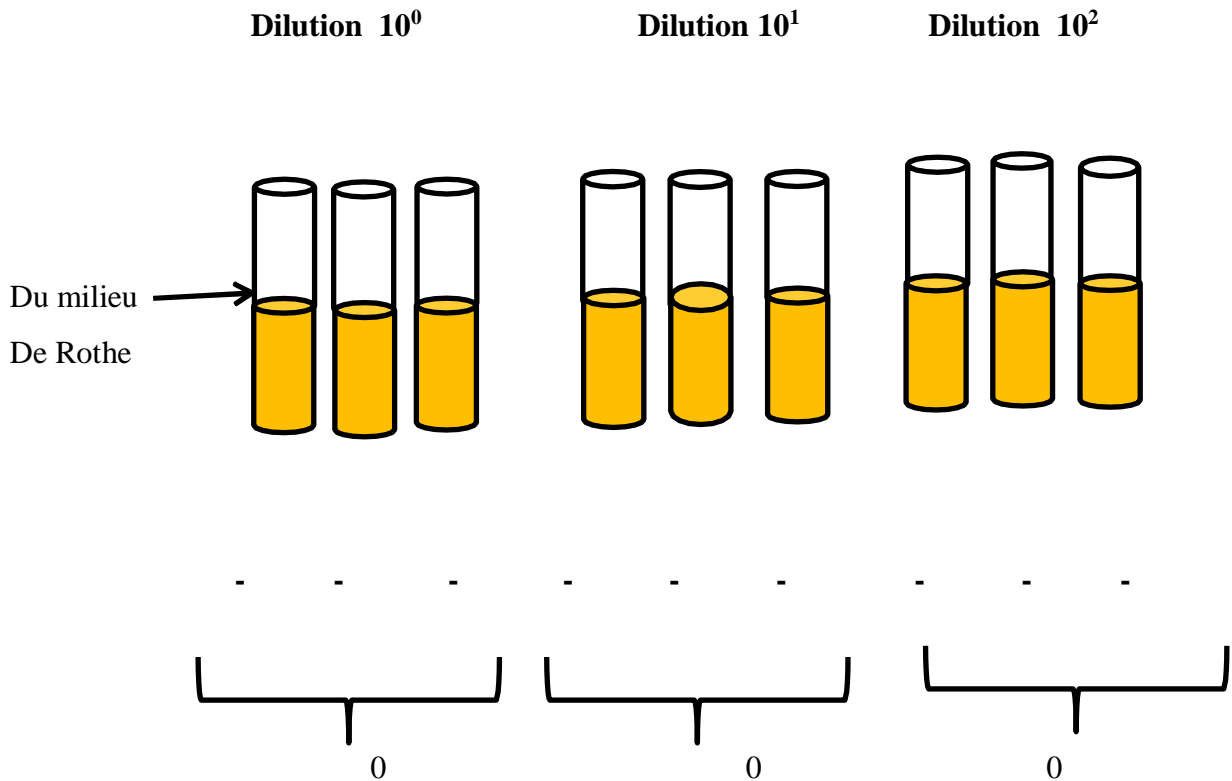


Schéma08 : Résultat du dénombrement du teste présomptif (streptocoque fécaux)

Interprétation :

Les 3 tubes de la dilution 10^0 : les 3 tubes sont de réaction négative donc.....0

Les 3 tubes de la dilution 10^{-1} : les 3 tubes sont de réaction négative donc.....0

Les 3 tubes de la dilution 10^{-2} : les 3 tubes sont de réaction négative donc.....0

➔ Le NPP est de 00 se qui veut dire nous somme devants Une absence totale de streptocoque dans l'eau de bassin.

2. Le teste confirmatif : (résultat)

Le teste confirmatif ne se réalise jamais tan que le teste présomptif est négatif.

D'après les résultats bactériologiques obtenus, on peut dire que l'eau du bassin ne contient pas de streptocoque fécal.

Cela peut, en partie, expliquer la diminution des streptocoques fécaux au point eau de bassin d'élevage de poisson, ce dernier étant situé loin des rejets anthropiques (**Hamid B et al., 2021**).

Tableau N° 10 : Résultats d'analyse de l'eau du bassin

Paramètres	L'eau de bassin	Normes
Coliformes totaux/100ml	30	Non recommandé
Coliformes fécaux /100ml	3	<1000 CFU/ 100ml
Streptocoques D/50ml	Absence	Non recommandé
E.COL EN UFC /100ml 100	3	<1000 CFU/ 100ml

Normes: journal officiel algérien du 02/01/2012 d'eau d'irrigation.

1.2 L'eau de puits :

Les eaux souterraines peuvent théoriquement contenir tous les groupes de microorganismes pathogènes, bien qu'elles soient le plus souvent vulnérables aux bactéries et aux virus en raison de leur taille plus petite. Les bactéries comme les parasites pathogènes ont pour source les matières fécales animales et humaines tandis que les virus entériques pathogènes pour l'humain ont pour unique source les matières fécales humaines (Annie L., 2007).

1.2.1 Les Coliformes :

Le schéma N°09 montre le dénombrement du teste préemptif des coliformes totaux pour les eaux de puits échantillonnées.

1.2.1.1 Les coliformes totaux :

- Teste préemptif (coliformes totaux) :

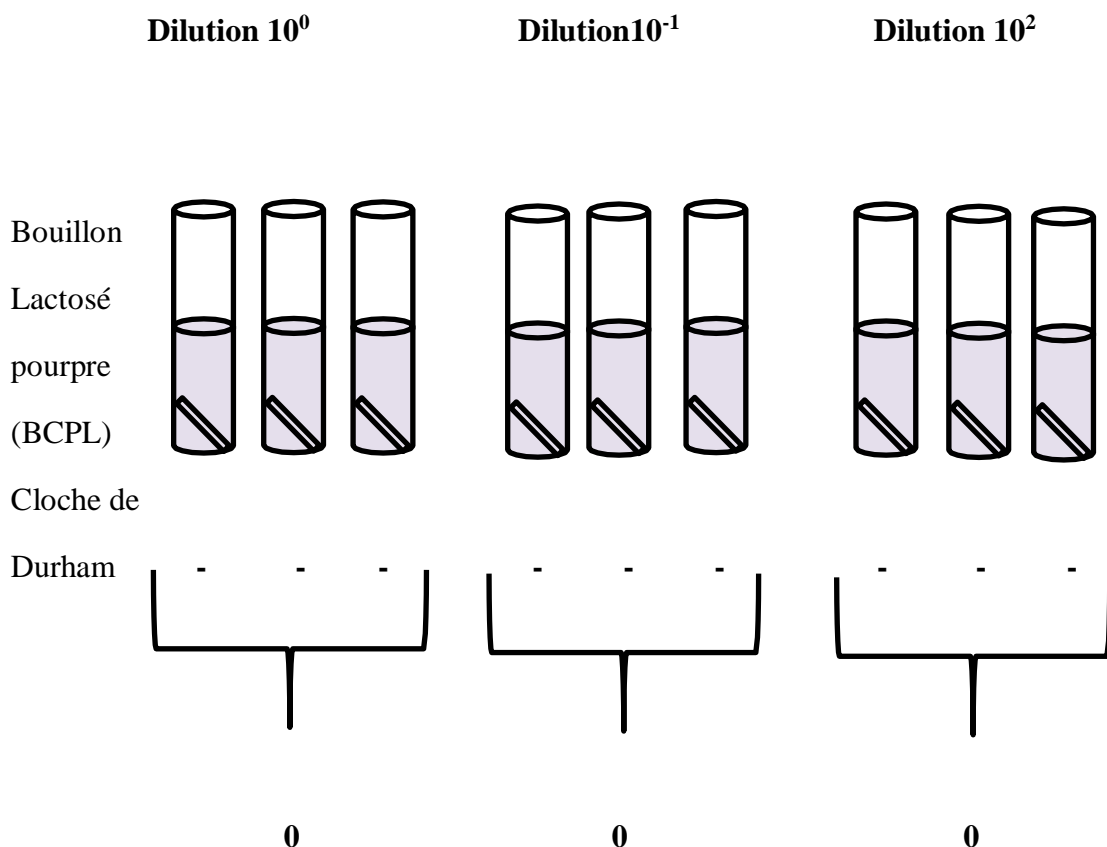


Schéma09 : Résultat du dénombrement du teste préemptif (coliforme totaux)

1.2.1.2 Teste confirmatif (coliformes fécaux) :

Le teste confirmatif ne se réalise jamais tan que le teste présumptif est négatif.

1.2.2 streptocoque totaux :

Le schéma N°10 montre le dénombrement du teste préemptif des treptocoque totaux pour les eaux de puits échantillonnées.

1.2.2.1 Teste présumptif : (résultat)

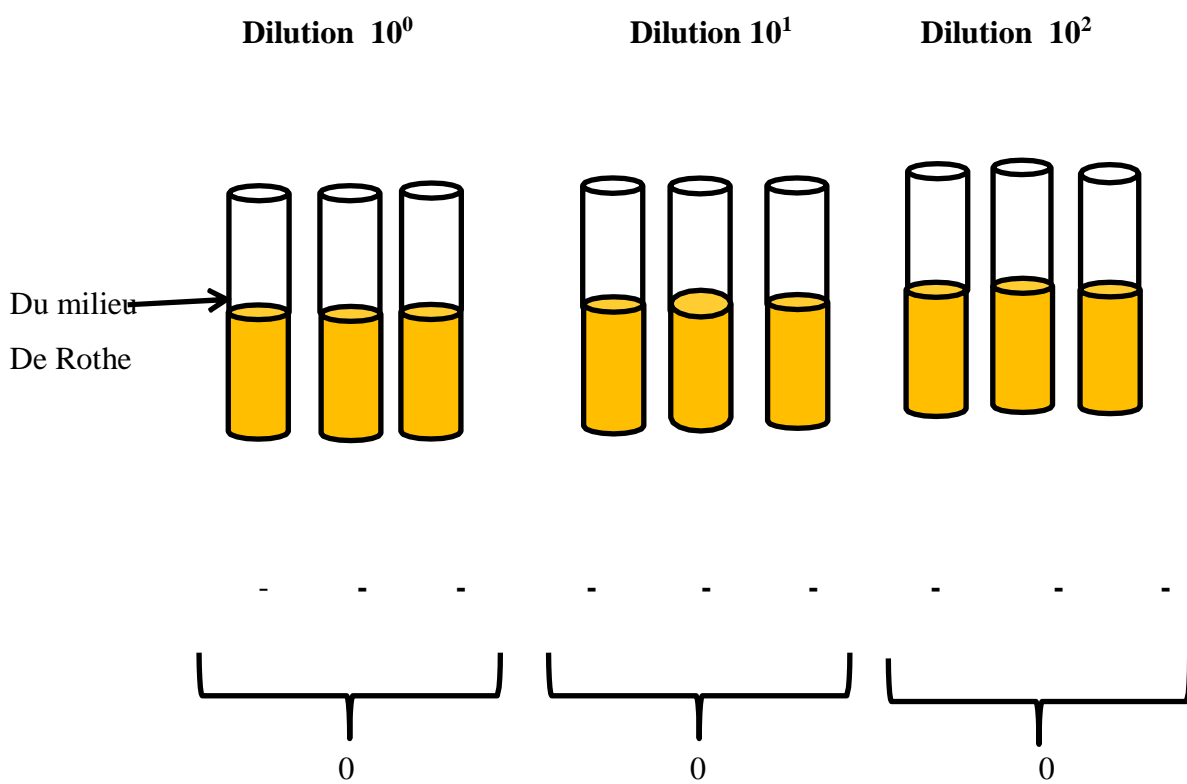


Schéma10 : Résultat du dénombrement du teste présumptif (streptocoque fécaux)

1.2.2.2 Teste confirmatif (streptocoques fécaux) :

Le teste confirmatif ne se réalise jamais tant que le teste présomptif est négatif.

Les résultats obtenus sont négatives, que se soit pour les coliformes ou les streptocoques c'est-à-dire absence d'indices de contamination fécale. Cette absence peut être due à la capacité d'autoépuration du sol.

Alors que le sol absorbe et filtre bon nombre de contaminants, les particules de plus petites tailles telles que les microorganismes, et tout spécialement les virus, peuvent être véhiculés au travers des fissures de la roche ou des sols perméables, pour ensuite atteindre l'aquifère. C'est pourquoi les minces couches de sol et les hautes nappes phréatiques contribuent à la vulnérabilité d'une eau souterraine. Les sols fracturés (roc, grès) favorisent également le déplacement rapide de l'eau à travers le sol et conséquemment, la contamination de l'eau souterraine. Dans ces cas, il peut être difficile d'identifier la source de pollution de façon précise puisqu'elle peut être située à des kilomètres du puits contaminé (**Annie L., 2007**).

D'autres facteurs peuvent contribuer au mouvement des microorganismes pathogènes jusqu'aux eaux souterraines. Des puits mal construits (mauvaise conception, absence de tubage, fissures dans la structure, etc.) permettront une intrusion directe des contaminants. Des fosses septiques mal installées, mal situées ou mal entretenues peuvent aussi contribuer à la migration de microorganismes pathogènes, incluant des virus entériques humains, vers les eaux souterraines environnantes (**USEPA., 2002**).

L'eau de puits est de qualité bactériologique satisfaisante comme l'indique le tableau d'analyse des résultats de l'eau de puits.

Tableau N° 11 : Résultats d'analyse de l'eau du puits :

Paramètres	L'eau de puis	Normes
Coliformes totaux/100ml	00	Non recommandé
Coliformes fécaux /100ml	00	<1000 CFU/ 100ml
Streptocoques D/50ml	Absence	Non recommandé
E.COL EN CFU /100ml	00	<1000 CFU/ 100ml

Normes : journal officiel algérien du 02/01/2012 d'eau d'irrigation.

Tableau N° 12 : représentation de la table de Mac-Grady par le nombre le plus probable : (NPP)

TABLE DE MAC-GRADY	
Nombre caractéristique	Nombre de microorganismes (UFC/100ml)
000	0,0
001	0,3
010	0,3
011	0,6
020	0,6
100	0,4
101	0,7
102	1,1
110	0,7
111	1,1
120	1,1
121	1,5
130	1,6
200	0,9
201	1,4
202	2,0
210	1,5
211	2,0
212	3,0
220	2,0
221	3,0
222	3,5
223	4,0
230	3,0
331	3,5
232	4,0
300	2,5
301	4,0
302	6,5
310	4,5
311	7,5
312	11,5
313	16,0
320	9,5
321	15,0
322	20,0
323	30,0
330	25,0
331	45,0
332	110,0
333	140,0

Source : Rodier J.,1984

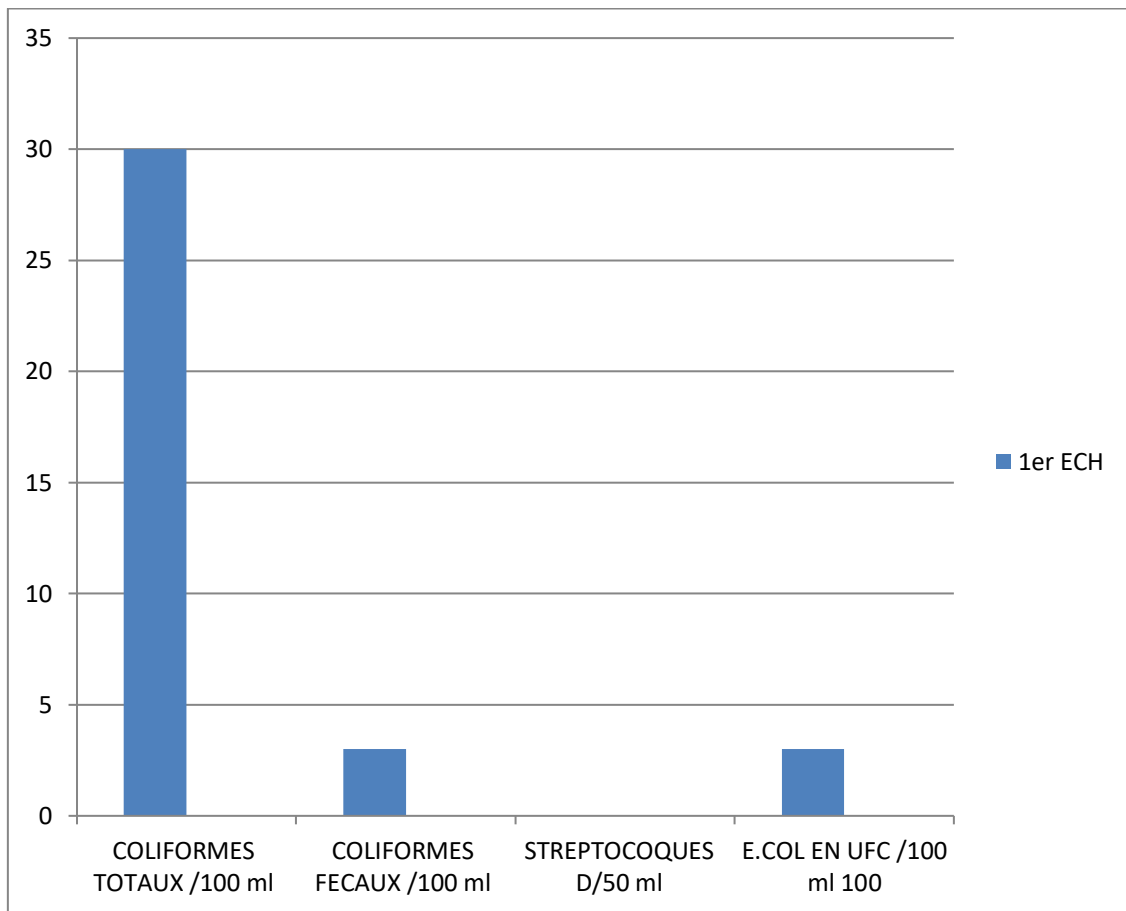


Figure 12 : Histogramme représentatif des paramètres bactériologiques de l'eau piscicole Ain Tolba

2. Physicochimique :

Les résultats des paramètres physico-chimiques mesurés sur le terrain sont présentés dans le tableau 13.

2.1 L'eau de bassin :

Tableau N° 13 : Résultats d'analyse de l'eau du bassin :

Détermination	Résultat	Normes	Référence des normes
pH	8,3	6,5-8,5	Journal officiel algérien 2012
Température	22°C	35°C	Qualité pour l'eau d'irrigation (SEEE 2007)
conductivité électrique 20°C	1970 µS/cm	180-1000µS/cm	OMS 2004
Minéralisation	1398,7	//	//
salinité	792mg/l	7680 mg/l	Qualité pour l'eau d'irrigation (SEEE 2007)
oxygène dissous	8,1 mg/l	Pas de valeur guide	//
Dureté totale (TH)	26°F soit, en Ca Co3: 260 mg/l	500 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Titre alcalimétrique (TA)	0°F	//	OMS 2004
Titre alcalimétrique complet (TAC)	06,2°F	//	OMS 2004
Teneur en chlorures (Cl ⁻)	397 mg/l	500mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en Nitrites (NO ₂ ⁻)	0,012 mg/l	0,2 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en Nitrates (NO ₃ ⁻)	34 mg/l	50 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en sodium (Na ⁺)	111,80 mg/l	200 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en magnésium (Mg ⁺⁺)	48,61 mg/l	150 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en calcium (Ca ⁺⁺)	36,46 mg/l	200 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en potassium (K ⁺)	6 mg/l	20 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en sulfate (SO ₄ ⁻)	97 mg/l	400 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	75,02 mg/l	518 mg/l	Qualité pour l'eau d'irrigation (SEEE 2007)
SAR	4,9	Voir tableau 9	Voir tableau 9

- Les valeurs obtenues sur le tableau sont des valeurs qui ne dépassent pas les seuils recommandés par les normes indiqués sur ce dernier.

2.2 Eau de puits :

Tableau N° 14 : Résultats d'analyse de l'eau de puits

Détermination	Résultat	Normes	Référence des normes
pH	7,5	6,5-8,5	Journal officiel algérien 2012
Température	17°c	35°c	Qualité pour l'eau d'irrigation (SEEE 2007)
conductivité électrique	1830µS/cm	180-1000µS/cm	OMS 2004
Minéralisation	1299,3		//
salinité	780 mg/l	7680 mg/l	Qualité pour l'eau d'irrigation (SEEE 2007°)
oxygène dissous	1,7 mg/l	Pas de valeur guide	//
Dureté totale (TH)	25°F soit, en Ca Co3: 250mg/l	500 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Titre alcalimétrique (TA)	0°F	//	OMS 2004
Titre alcalimétrique complet (TAC)	05°F	//	OMS 2004
Teneur en chlorures (Cl ⁻)	381 mg/l	500mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en Nitrites	0,001 mg/l	0,2 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en Nitrates	37 mg/l	50 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en sodium (Na ⁺)	92,99 mg/l	200 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en magnésium (Mg ⁺⁺)	47,39 mg/l	150 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en calcium (Ca ⁺⁺)	34,02 mg/l	200 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en potassium (K ⁺)	5 mg/l	20 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en sulfate (SO ₄ ⁻)	90 mg/l	400 mg/l	Normes algériennes (NA 6360 – 1992)
Teneur en bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	60,5 mg/l	518 mg/l	Qualité pour l'eau d'irrigation (SEEE 2007)
SAR	4,2	Voir tableau 9	Voir tableau 9

- Les résultats obtenus sur le tableau sont des résultats qui ne dépassent pas les seuils recommandés par les normes indiqués sur ce dernier.

2.3 Interprétation et discussion des résultats :

2.3.1 La température : En rapport avec les normes de Qualité pour l'eau d'irrigation (SEEE., 2007), la valeur de la température obtenue pour l'eau de bassin ainsi que pour l'eau de puits est bien tolérés pour l'irrigation.

2.3.2 Le pH : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répondent aux normes de journal officiel algérien 2012.

Il indique le caractère acide ou basique de l'eau. Il est lié à la nature des terrains traversés. D'une façon générale, les eaux très calcaires ont un pH élevé et celles provenant de terrains pauvres en calcaires ou siliceux ont un pH voisine de 7 et quelquefois un peu inférieur (environ 6). (Rodier J., 2009)

2.3.3 La conductivité électrique : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répondent aux normes de l'OMS 2004.

La conductivité permet de savoir le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous formes d'ions chargés électriquement. (Boudia A. et Boualem A., 2017)

2.3.4 Dureté totale ou Titre hydrométrique (TH) : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répondent aux normes algériennes 1992.

La dureté totale au niveau des eaux souterraines est généralement plus élevée, due probablement à la mobilisation des sels solubles présents dans l'horizon superficiel du sol. La dureté est un caractère naturel et correspond au lessivage des terrains traversés. Cependant, on peut considérer qu'une eau ayant une teneur inférieure à 7°F, est une eau très douce et très dure supérieure à 42°F. (Rodier J., 2009)

2.3.5 Alcalinité (TA- TAC) : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) ne sont pas de fortes concentrations

Le titre alcalimétrique TA mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques. D'après les résultats obtenus, la valeur du TA dans les deux échantillons est nulle, ce qui nous permet de conclure que les eaux ne contiennent que des hydrogénocarbonates.

Cependant, le TAC enregistré est de faible concentration dans les deux échantillons.

une forte alcalinité est en relation avec l'augmentation de la minéralisation suite aux apports des eaux riches en cations et en anions. **(Boudia A. et Boualem A., 2017).**

2.3.6 Le Calcium : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répandent aux normes algériennes 1992.

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés **(Rodier J., 2009).**

2.3.7 Le Magnésium : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répandent aux normes algériennes 1992.

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature ; il constitue environ 2,1 % de l'écorce terrestre. Son abondance géologique, sa grande solubilité, sa large utilisation industrielle (chimie de la potasse, alliages, pyrotechnie, batteries sèches, réducteur chimique, etc.) font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes, allant de quelques milligrammes à, quelquefois, plusieurs centaines de milligrammes par litre. **(Rodier J., 2009).**

2.3.8 Le Sodium : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répandent aux normes algériennes 1992.

Le sodium est un élément constant de l'eau, toutefois, les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de milligrammes à 500 mg/L et même au-delà. **(Boudia A. et Boualem A., 2017).**

2.3.9 Le Potassium : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répandent aux normes algériennes 1992.

Sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/L. (Boudia A. et Boualem A., 2017).

2.3.10 Les chlorures : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répandent aux normes algériennes 1992.

Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250 mg/L, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium. Ils sont aussi susceptibles d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier pour les éléments en acier inoxydables, pour lesquels les risques s'accroissent à partir de 50 mg/L (Rodier J., 2009).

2.3.11 Les sulfates : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répandent aux normes algériennes 1992.

Alors ces valeurs ne présentent au qu'un impact pour l'irrigation.

2.3.12 Les Bicarbonates : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répandent aux normes de la Qualité pour l'eau d'irrigation (SEEE ..,2007).

Alors ces valeurs ne présentent au qu'un impact pour l'irrigation.

2.3.13 Les nitrates : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répandent aux normes algériennes 1992.

Les nitrates sont naturellement présents dans les eaux souterraines à de faibles concentrations. Toutefois des teneurs importantes témoignent de la contamination des eaux souterraines par des apports azotés provenant des activités humaines (excédents d'engrais agricoles de sols cultivés, ruissellement d'eaux usées, etc.). (Rodier J., 2009).

2.3.14 Les nitrites : les valeurs obtenues dans les deux tableaux (tableau 13, tableau 14) sont des valeurs qui répandent aux normes algériennes 1992.

Alors ces valeurs ne présentent au qu'un impact pour l'irrigation.

2.3.15 Le SAR : on se rapportant sur le tableau 9 dans le chapitre matériels et méthodes on trouve que la valeur dans les deux échantillons est de tolérance très sensible, se qui indique que l'eau est bonne pour l'irrigation de tous types de récolte indiqués sue le tableur (Fruits, noix, citron, avocat, Haricot, Trèfle, avoine, riz, Blé, orge, tomates, betteraves).

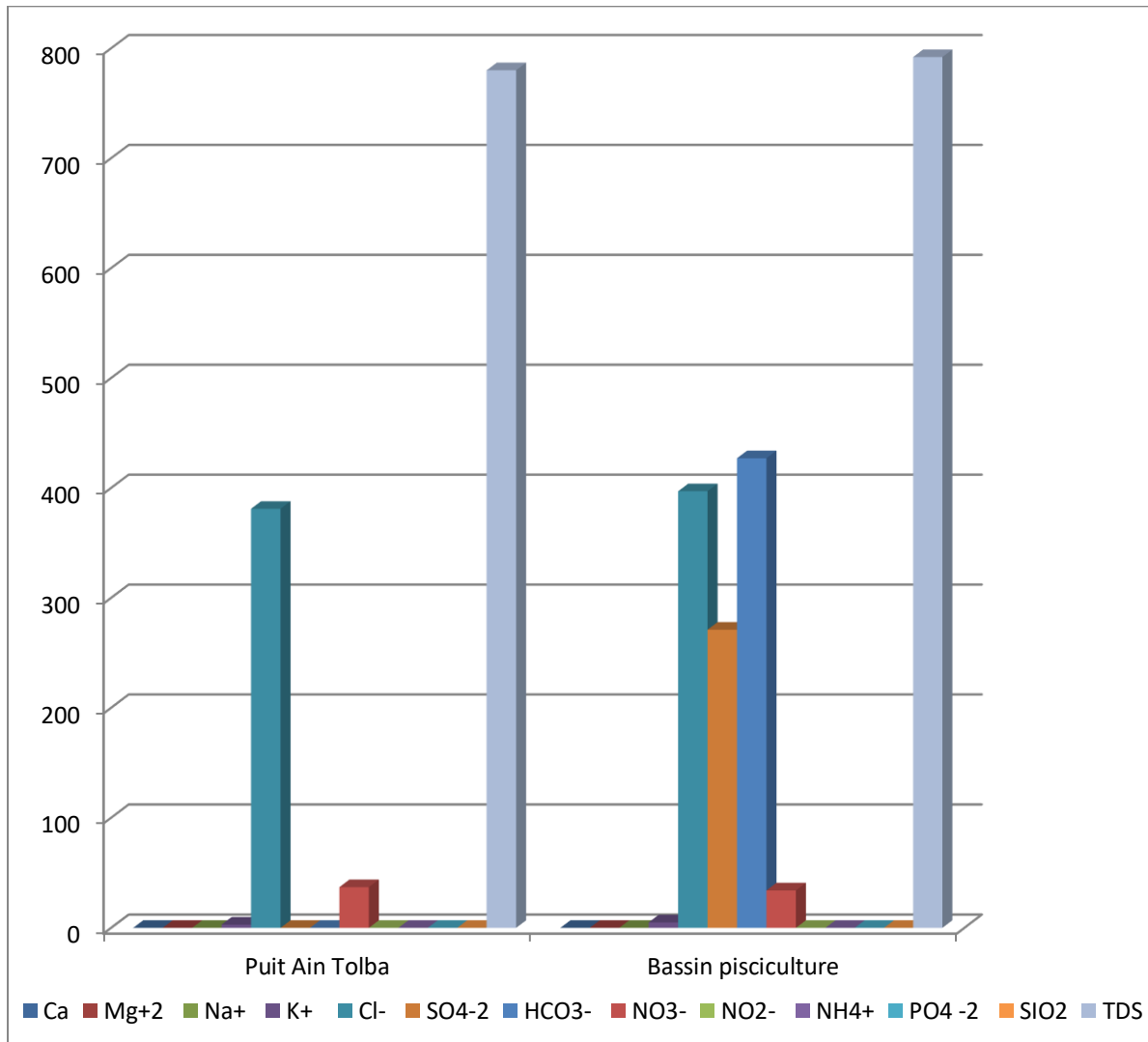


Figure 13 : Histogramme représentatif des paramètres physicochimiques de l'eau de puits Ain Tolba et du bassin piscicole (mg/ l)

CONCLUSION :

Selon les normes recommander pour chaque paramètre (voir tableau 13), L'évaluation de la qualité de l'eau du bassin d'élevage de poisson de type tilapia rouge indique qu'elle est de qualité physicochimique satisfaisante pour être destinée à l'irrigation, se qui explique le bon rondement de l'exploitation agricole.

Selon les normes recommandées pour chaque paramètre (voir tableau 14), l'évaluation de la qualité de l'eau de puits destiné a alimenté le bassin d'élevage de poissons est de qualité physicochimique satisfaisante.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux de puits et eaux de bassin, utilisées à des fins d'irrigation dans deux exploitations agricoles, comparés aux valeurs guides (FAO) ont conduit aux conclusions suivantes :

Pour ce qui est de la teneur en sels, les résultats obtenus montrent les valeurs 792mg/l pour le bassin et 780 mg/l pour le puits, donc elles ne dépassent pas la norme. Selon les Directives de la FAO, les eaux des deux points échantillonnées se classent dans la catégorie : *'sans aucun problème'*. Le résultat de nombreuses cultures serait éventuellement compromis par l'utilisation prolongée de ces eaux. Les fluctuations de la salinité sont sous l'influence des apports des eaux usées domestiques de la commune d'Ain Tolba, et de l'activité agricole de la ferme.

Les teneurs en cations et en anions sont bonnes, car elles ne dépassent pas la norme. La minéralisation est importante qui est de l'ordre de 1398,7 dans le bassin et de 1299,3 dans le puits.

Les eaux de bassin présentent un profil salin de type calcique à dominance d'anions magnésien ayant pour origine les apports latéraux des sols avoisinants riches en calcaire.

Alors que les eaux de puits, présente un chimisme sodique à dominance d'ions carbonates et chlorures.

Le SAR est de 4,2 dans le puits et 4,9 dans le bassin d'élevage de poisson.

Pour les eaux de puits elles présentent toujours des valeurs inférieurs à celles des eaux de bassin, qui du à l'influence des paramètres climatiques sur les eaux de bassin car elles sont en contacte directe avec (les vents, la température élevé, pluviométrie, pollution.....).

Les eaux de deux points d'eaux (Bassin et puits) échantillonnées sont de bonne qualité bactériologique.

Pour les coliformes totaux nous avons obtenus 30 coliformes par 100 ml, qui exprime une contamination de ces eaux par les rejets de boissons élevées dans le bassin. La présence de 3 coliformes par 100 ml dans l'eau de bassin échantillonnée confirme une contamination fécale ressentie dans l'eau du bassin.

Les résultats obtenus sont négatives, que se soit pour les coliformes ou les streptocoques c'est-à-dire absence d'indices de contamination fécale. Cette absence peuvent être due à la capacité d'autoépuration du sol

Notre étude à mis en évidence que la qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un facteur recommandé pour un rendement positif.

Ainsi que les poissons représentent une source naturelle des engrais nécessaires pour la fertilité des terres agricoles.

Finalement, la pisciculture est une activité agricole qui sera en mesure d'améliorer et de faire avancer les systèmes fermiers.

Référence bibliographique

- ADE, Ain-Temouchent., 2010. (Algérie des eaux Ain Temouchent.) .
- ANIREF (Agence Nationale d'Intermédiation et Régulation Foncière de la Wilaya d'Ain Témouchent) ., 2020.
- **Annie L., 2007.** Microbiologie des eaux souterraines utilisées comme source d'eau potable, bulletin d'information en santé environnementale.
- A.N.R.H (Agence Nationale des Ressources Hydriques), 1996.
- **APHA et coll., 2005.** Méthodes standard pour l'examen de l'eau et des eaux usées
- **Benblidia., 2011.** L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique. Etude nationale. Algérie. Version finale.
- **BioRad.,2016.**https://www.biorad.com/webroot/web/pdf/general/global/Canada_%20ISO%2013485-17764%20-%20FRENCH.pdf
- **Boucenina H., 2018.** Analyse bactériologiques des eaux de certain écoles à la wilaya de Milas (mémoire pour l'obtention du diplôme master).
- **Boudia A. et Boualem A., 2017.** Caractérisation hydrochimiques de la nappe karstique de saida. (Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de master).
- Centre antipoison environnemental de l'Ouest (CAPAE ouest)., 2010. <https://www.centre-antipoison-environnemental.com/>
- **Conac, F., 1978.** Irrigation et développement agricole: l'exemple des pays méditerranéens et danubiens (p. 1). CDU-SEDES
- **De Regt., 1990.** Irrigation et filière riz au Suriname. *Courrier*, (124), 94-95.
- **DRE (Direction des Ressources en Eaux de la Wilaya Aïn Témouchent) ., 2010.** Recueil des données sur la wilaya d'Aïn Temouchent.
- **Environnement, D. (2010).** Dictionnaire Environnement.
- **El Samrani A.G. Lartiges B.S. Yvon J. et Ghanbaja J., 2004.** Trace element carriers in combined sewer during dry and wet weather: an electron microscope investigation. *Water Res.*, 38, 2063-2076.
- **El Asslouj J. Kholtei S. El Amrani N. et Hilali A., 2007.** Analyse de la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la communauté des Mzamza, au voisinage des eaux usées. *Afrique SCIENCE* 03(1) (2007) 109 – 122

- **FAO (Food Alimentation Organisation) ., 1975.** Les besoins en eau des cultures. Bull.FAO n° 24. Rome.
- Guide d'analyses microbiologiques et physico-chimiques de la qualité des eaux des baignades ., **1997** AIN TEMOUCHENT.
- **Hafed I. Slimane Othman FZ., 2019.** impacte de la pisciculture intégrée à l'agriculture. (mémoire pour l'obtention du diplôme de technicien superieur en Aquaculture).
- **Hamid B. Nadine N. Antione G. El Samrani. Rosette D et Samir., 2021** Enquête sur la qualité bactériologique des eaux de surface (Nahr Ibrahim. River, Lebanon).
- **Hébert S. et Légaré S., 2000.** Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, envirodoq No ENV-2001-0141, rapport N° QE-123, 24 p. et 3 annexes.
- **Horning H M., 1973.** Rôle de l'aménagement rationnel de l'eau d'irrigation au niveau des exploitations. Séminaire régional FAO/PNUD Damas. 7-13 décembre 1971.pp 10-21.
- Journal officiel de la république algérienne N° 41 du 02 janvier 2012.
- **Kadi A., 1997.** La gestion de l'eau en Algérie, Hydrological Sciences. Journal des Sciences Hydrologiques, Avril 1997, n° 57, France, pp 191-197
- **Leclerc M. Morse B. Francoeur J. Heniche M. Boudreau P. et Secretan Y., 2001.** Analyse de risques d'inondations par embâcles de la rivière Montmorency et identification de solutions techniques innovatrice).
- **Margat J., 1998.** Les eaux souterraines dans le bassin méditerranéen. Ressources et utilisations. éd. Plan Bleu et BRGM, Documents du BRGM. Orléans.
- **Mazieres J., Richard B et Mazieres S, 1980.** Une méthode de recherche rapide.
- **Maton L., 2006.** Représentation et simulation des pratiques culturales des agriculteurs à l'échelle régionale pour estimer la demande en eau d'irrigation. Application à un bassin versant maïsicole du sud ouest de la France. Thèse de Doctorat. INP-Toulouse, France, 223p.
- **Messahel M. Benhafid M. et Cherif M., 2003.** Efficience des systèmes d'irrigation en Algérie.

- **Mohamdi A. Hemri M., 2017.** impacte de l'irrigation par les eaux piscicoles sur les peuplements faunistique du sol et les rendements de deux légumineuses ; (mémoire pour l'obtention du diplôme master).
- **Mouffok F., 2001.** guide techniques d'analyses bactériologiques des eaux de mer.
- Normes de qualité des eaux destinée à l'irrigation 2004 (O.M.S).
- Normes de qualité des eaux destinée à l'irrigation 2007 (S.E.E.E).
- Organisation internationale de normalisation (ISO N° 6058) : 1984.
- Organisation internationale de normalisation (ISO N° 6059) : 1984.
- **Plauchu., 2003.** Economie de l'environnement
- **Plauchu., 2004.** Economie de l'environnement
- **Remini B., 2005.** La problématique de l'eau en Algérie. Office des Publications Universitaires, Alger, pp 162.
- **Rodier J., 1984.** Analyse physico-chimiques et bactériologiques des eaux. Paris.
- **Rodier J., 1995.** Analyse physico-chimiques et bactériologiques des eaux. Paris.
- **Rodier J., 2009.** L'Analyse de l'eau ; 9eme édition.
- **Tiercelin J-R., 1998.** Traité d'irrigation, Lavoisier TEC & DOC, Paris, 1011p cfppa.reunion.free.fr/cfppa/cdr/irri_books.htm.
- US Environmental Protection Agency (USEPA) ., **2002.** Eau potable des puits domestiques EPA 816-K-02-003, 19 p. epa.gov/safewater/privatewells/booklet(le lien est externe).
- **Wheal C., 1991.** Freshwater pollution. Nairobi. United Nations Environment Programme. UNEP/GEMS Environment Library No 6, Montréal, Canada, 36 p.

Webmaster:

- Webmaster 1: <https://www.agire.dz/eaux-non-conventionnelles/>. Le 09 Juillet 2021
- Webmaster 2: <https://www.cieau.com/connaitre-leau/la-pollution-de-leau/pollution-ressource-eau-comment-reduire/>. Le 25 Juillet 2021.
- Webmaster 3: <https://hydrologie.org/glu/FRDIC/DICRESSO.HTM>. Le 03 Aout 2021.
- Webmaster 4: <https://www.lenntech.fr/applications/irrigation/irrigation/eau-irrigation.htm>- Le 30 Juin 2021.
- Webmaster 5 :
[https://www.notreplanete.info/environnement/eau/eau_qualite.php#:~: text=C'est%20la%20raison%20pour,\(UN%20FECE%201995\)](https://www.notreplanete.info/environnement/eau/eau_qualite.php#:~:text=C'est%20la%20raison%20pour,(UN%20FECE%201995)). Le 03 Aout 2021.
- Webmaster 6 :
https://sagascience.cnrs.fr/doseau/decouv/degradation/18_irrigation.htm
- Webmaster 7 : <https://www.vetofish.com/faq/178614>. Le 25 Juillet 2021.

