

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou (UMMTO)



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques et Biologique

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme du MASTER II en
TRAITEMENT ET VALORISATION DES RESSOURCES HYDRIQUES

Thème

*Etudes des caractéristiques physico-chimiques
des eaux de la retenue collinaire de l'ITMAS
de Tizi-Ouzou*

Réalisé par :

M^{me} HACHEMI Baya
M^{lle} BEDDEK Faiza

Proposé par :

M^r M.S. METAHRI

Soutenu le : 29 Septembre 2015 devant le jury :

Mme NAIT KACI M. M.C.
Mr METAHRI M. S. M.C.
Mr MERIDJA S. M.C.
Mme BEROUANE N. M.A.

President
Promoteur
Examineur
Examineur

Année universitaire 2014/2015

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents

Vous avez cherché sans repos mon bonheur. En ce jour je vous présente le fruit de votre sacrifice et de votre souffrance.

A mon cher mari et sa famille.

Tous mes amis(es).

FAIZA

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents

Mes trois chers enfants

Ainsi que mon mari

BAYA

Remerciements
 Liste des tableaux et figure
 Liste des abréviations et acronyme

Introduction générale

Chapitre I Ressources en eaux d'irrigation

Introduction	3
I-1-Cycle de l'eau	3
I-2- Les ressources en eau.....	4
I-2-1- Les ressources en eau conventionnelles.....	4
I-2-1-1- Les eaux superficielles.....	4
I-2-1-2- Les eaux souterraines.....	5
I-2-2- Les ressources en eau non conventionnelles.....	6
I-2-2-1- les eaux usées.....	6
I-2-2-2- les eaux de mer.....	7
I-3- Principales différences entre les eaux superficielles et les eaux souterraines.....	7
I-4- Pollution des eaux naturelles.....	8
I-4-1- Les différents types de pollution.....	8
Conclusion.....	9

Chapitre II :

Qualité physico-chimique des eaux d'irrigation

Introduction.....	10
II-1- Paramètres physiques.....	10
II-1-1-La température.....	10
II-1-2- Le potentielle d'hydrogène (pH).....	10
II-1-3- Alcalinité.....	11
II-1-4- Dureté.....	11

II-1-5- Les matières en suspension (MES).....	12
II-2- Paramètres chimiques.....	12
II-2-1- Oxygène dissous.....	12
II-2-2- Le carbone organique total (COT).....	12
II-2-2- Matière organique.....	13
II-3- les éléments nutritifs.....	14
II-3-1- les éléments majeurs.....	14
II-3-1-1- Composés azotés.....	14
II-3-1-2- Composés phosphorés.....	14
II-3-1-3- Potassium (K).....	15
II-3-2- Les éléments secondaires.....	15
II-3-2-1- Le Calcium (Ca).....	15
II-3-2-2- Le Soufre (S).....	16
II-3-2-3- Le magnésium (Mg).....	16
II-3-3- Les oligo-éléments.....	16
II-3-3-1- Aluminium (Al).....	16
II-3-3-2- Sodium (Na ⁺⁺).....	16
II-3-3-3- Fer (Fe).....	16
II-3-3-4- Cuivre (Cu).....	17
II-3-3-5- Manganèse (Mn).....	17
II-3-3-6- Zinc (Zn).....	17
II-3-3-7- Bore (B).....	18
II-3-3-8- Chlorure (Cl).....	18
II-4- Auto-épuration.....	19
II-4-1- Auto-épuration en milieu aérobie.....	20
II-4-2- Auto-épuration en milieu anaérobie.....	20

II-5- Problèmes des eaux d'irrigation.....	19
II-5-1-La salinité.....	19
II-5-2- Le rapport Na/T.....	19
II-5-3-Les métaux lourds.....	20
II-5-3-1. Arsenic (As).....	21
II-5-3-2. Cadmium (Cd).....	21
II-5-3-3. Mercure (Hg).....	21
II-5-3-4. Plomb (Pb).....	21
II-5-3-5. Chrome (Cr).....	22

Chapitre III:

Système d'irrigation

Introduction	23
III-1-But et Principe de l'irrigation.....	23
III-2-conditions de l'irrigation rationnelle.....	24
III-3-Les techniques d'irrigation.....	24
III-3-1- irrigation de surface.....	24
III-3-1-1-Irrigation à la raie (par rigole).....	24
III-3-1-2- Irrigation par submersion (par bassins).....	25
III-3-2-Irrigation sous pression.....	25
III-3-2-1-Irrigation par aspersion.....	25
III-3-2-2-Micro-irrigation ou goutte à goutte.....	25
III-3-3- Irrigation fertilisante.....	26
III-4- Choix de techniques d'irrigation.....	26
Conclusion.....	26

Partie expérimentale :

A-Matériels et Méthodes

Introduction	27
A-1-Etude Du Site Expérimental.....	27
A-1-1-Présentation générale.....	27
A-1-2- Historique sur l'aménagement de la retenue.....	29
A-1-3-Etudes de la flore peuplant le périmètre de la retenue.....	31
A-1-4-Type de sol.....	31
A-1-5-Programmes de fertilisation et pesticides et système de culture.....	32
A-2-Matériels.....	32
A-2-1- Appareillage.....	32
A-2-2- Verrerie et autres matériels.....	32
A-3-Méthodes.....	33
A-3-1-Prélèvement.....	33
A-3-2- Analyses des échantillons.....	33
A-4- Paramètres Etudiés.....	34
A-4-1- Température.....	34
A-4-2- oxygène dissous.....	34
A-4-3-pH	35
A-4-4- turbidité.....	35
A-4-5-Matières en suspension (MES).....	37
A-4-6- Matière organique par l'indice permanganate(IP).....	37
A-4-7- substances nutritives.....	42
A-4-7-1- Azote.....	42
A-4-7-1-1- ammonium.....	42
A-4-7-1-2- nitrites.....	43
A-4-7-1-3- nitrates.....	44
A-4-7-2- phosphate.....	45
A-4-7-3- potassium.....	46

Conclusion 47

Partie expérimentale :

B-Résultats et discussion

Introduction..... 48

B-1-Oxygène dissous et température 48

B-2- potentiel hydrogène pH 49

B-3-Turbidité.....50

B-4-Matière en suspension « MES ».....51

B-5-Matière organique..... 52

B-6- Eléments nutritifs.....52

Conclusion..... 53

Conclusion générale..... 54

Référence bibliographique

Annexes

Remerciements

Nous tenons à remercier et rendre grâce à DIEU le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de mener à bien ce modeste travail.

A son terme, nous tenons à adresser nos sincères et vifs remerciements et gratitude à notre promoteur M.S. METAHRI pour son encadrement et orientations judicieuses qui nous ont été infiniment utiles.

Nous tenons également à exprimer nos profondes gratitudes et nos vifs reconnaissances à l'égard des membres de jury pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail, est nous bénéficier de leurs observations et critiques constructives.

A tous ceux qui ont contribué à notre formation, particulièrement les enseignants et personnels du Département d'Agronomie de la Faculté Agronomies et Biologies.

Nous tenons enfin, à exprimer au fond de nos cœurs les reconnaissances aux responsables de l'ITMAS en particulier Le Directeur TAMEN SAID, ainsi que les fonctionnaires ayant pris soins de nous aider à la réalisation ce notre travail, le Directeur du CFPA des Ouadhias ainsi que t Melle Demane, au personnel du laboratoire de l'ADE de Tizi Ouzou, au chef de département de faculté de pharmacie, à nos familles qui nous ont offert toujours un appui par leurs soutiens et leurs encouragements.

Nos plus vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réussite de sa concrétisation de près ou de loin sans exclusion aucune.

Un grand Merçi

Liste des figures :

figure1	Cycle de l'eau	Page 3
Figure2	Facteurs influant l'absorption des métaux	Page 20
Figure3	vue géographique d'ensemble de l'ITMAS et implantation du lac.	page27
Figure4	Plan de la retenue	page28
Figure5	Plan parcellaire de l'ITMAS	page29
Figure6	Dimension de la retenue	page30
Figure7	Profil long de la digue	page30
Figure8	Oxymètre	page34
Figure9	pHmètre de paillasse	page35
Figure10	turbidimètre portatif	page37
Figure11	dispositif d'évaluation des MES	page38
Figure12	Etapas de dosage de matière organique par l'Indice IP	page42
Figure13	Evolution de l'oxygène et de la température des eaux du lac pendant la période d'essai	page48
Figure14	Evolution du pH des eaux du lac pendant la période d'essai	page49
Figure15	: Evolution de la turbidité des eaux du lac pendant la période d'essai	page50
Figure16	Evolution des MES de l'eau du lac pendant la période d'essai	page51
Figure17	Evolution de l'Indice permanganate dans les eaux pendant la période d'essai	page52
Figure18	teneur des eaux du lac en éléments nutritifs majeurs	pag43

Liste des tableaux :

tableau 1	Principales différences entre eaux de surface et eaux souterraines	page7
tableau 2	forme et mobilité des éléments nutritifs	page9
tableau 3	forme et mobilité des éléments nutritifs	page31
tableau 4	caractéristique du sol de l'ITMAS de Boukhalfa Cne de Tizi-Ouzou	page31
tableau 5	Programmes de fertilisation et pesticides et système de culture	page32
tableau 6	tableau de l'échantillonnage	page33
tableau 7	Variation de l'oxygène de l'eau, de la température moyenne de l'eau, de l'air	page48
tableau 8	Variation du pH du eaux du lac pendant la période d'essai	page49
tableau 9	variations de la turbidité de l'eau du lac pendant la période d'essai	page50
tableau 10	variations du taux de matière en suspension dans les eaux du lac pendant la période d'essai	page51
tableau 11	résultats du dosage de la matière organique par l'indice permanganate	page52
tableau 12	Les résultats du dosage des éléments nutritifs dans l'eau du lac.	page53

Introduction générale

Introduction

L'eau de formule chimique brutes H_2O , circulant continuellement dans l'écosphère (hydrosphère, atmosphère, lithosphère et la biosphère) acquiert des caractéristiques physico-chimiques, et occupantes des réservoirs plus ou moins important donnant des eaux atmosphériques, des eaux souterraines et des eaux superficielles.

Les eaux superficielles, « constituées par les ruisseaux, rivières, fleuves, étangs, lacs, barrages-réservoirs, et glaciers »... « Solides ou liquides, immobiles ou en mouvements, on ne doit pas oublier qu'elles se trouvent en contact étroit avec le sol d'un côté et avec l'atmosphère de l'autre côté » (Roland, 2003). Ceci lui confère une diversité sur plan physico-chimique et biologique, conditionnant ses divers usages, à savoir eau destinée à la consommation humaine, à l'abreuvement du cheptel ou en irrigation.

Dans ce présent travail, nous nous intéressons aux caractéristiques physico-chimiques recherchés par les agriculteurs, plus particulièrement sur le plan richesse en éléments nutritifs indispensables à la production végétale, dont la question principale : **« Est ce que l'eau de la retenue collinaire de l'ITMAS, utilisée exclusivement à l'irrigation, est suffisamment riche en éléments nutritifs majeurs, pour pouvoir réduire les apports en engrais chimiques, afin de préserver les objectifs de qualité des milieux récepteurs ? »**.

A cet effet, nous avons orienté notre travail, sur l'évaluation quantitative et qualitative des éléments majeurs et la matière organique particulaire et dissoute, avec l'étude des paramètres usuels tels que la température, le pH, l'oxygène dissous, la turbidité et les matières en suspension.

Ainsi, nous avons répartis notre travail en :

Une brève introduction suivis d'une partie théorique subdivisée en :

- ressources en eaux d'irrigation, qualités physico-chimiques des eaux d'irrigation et système d'irrigation

Puis d'une partie expérimentale portant sur :

- Matériel et méthodes puis résultats et discussion

Et enfin une conclusion

Chapitre I

Ressources en eaux d'irrigation

L'eau est probablement l'une des ressources les plus abondantes de la terre, elle est indispensable à la survie de tout être vivant, animal ou végétal. Mais elle est mal répartie sur la surface du globe. Elle est aussi le réceptacle universel de tout type de pollution cependant il est donc essentiel de la préserver. Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute l'un des aspects les plus inquiétants pour l'environnement. En effet, à la différence de divers phénomènes de la pollution qui constituent une menace potentielle susceptible d'affecter à l'avenir les activités humaines, la crise de l'eau sévit déjà depuis longtemps et avec une gravité sans cesse accrue, affectant aussi bien les pays industrialisés que ceux du tiers monde.

I-1-Cycle de l'eau :

L'eau est le seul et unique élément qui existe sous les trois états solide, liquide et gazeux dans les conditions naturelles que l'on rencontre à la surface de la terre (MUSY et HIGY, 2004).

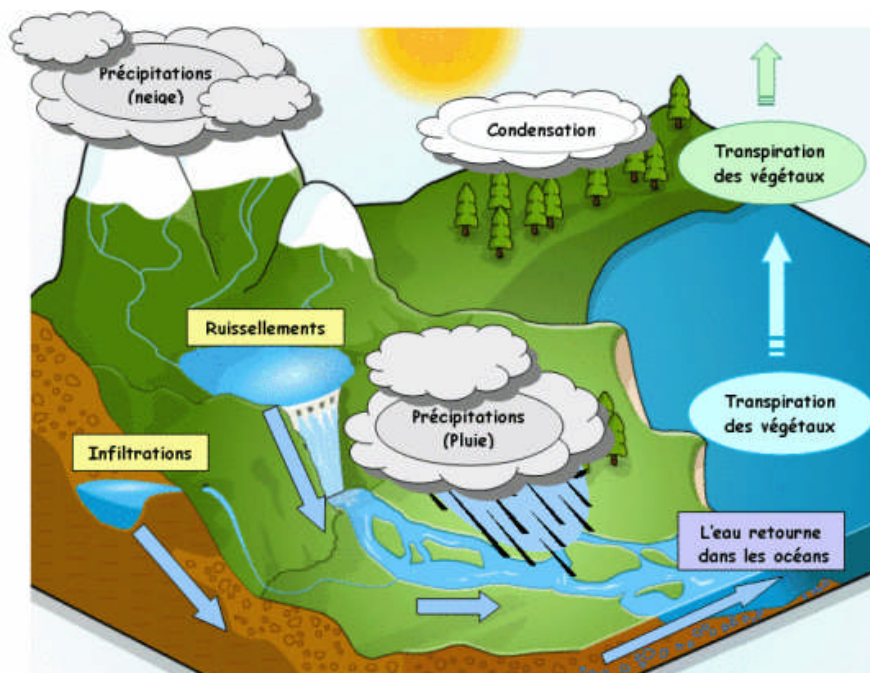


Figure 1: Cycle de l'eau (Anonyme 1, 2009)

Le cycle de l'eau est constitué des échanges d'eau et de vapeur entre l'atmosphère, la terre, les océans à l'échelle de la planète par le biais des précipitations et de l'évaporation. Il

est relativement simple et nécessitant deux éléments pour sa mise en œuvre: l'énergie thermique fournie par le rayonnement solaire et la gravité terrestre.

Sous l'effet du rayonnement solaire et du vent, l'hydrosphère chauffée s'évapore, depuis la surface des océans et des continents (lacs, rivières, sols humides). Elle transite par l'atmosphère, où elle ne reste au moyen que 8 jours. Cette eau, suite à un refroidissement de l'air, se condense sous forme de nuages, ce qui provoque les précipitations (pluie, neige, grêle). 61% de ces précipitations s'évaporent, 16% ruissèlent et rejoint les cours d'eau et les océans et 23% s'infiltrent et alimentent les nappes souterraines et les rivières. Ce cycle naturel de l'eau se déroule ainsi en permanence depuis des milliards d'années (LOUNNAS, 2009)

I-2- Les ressources en eau:

L'Algérie est un pays semi-aride, voire même aride dont la pluviométrie moyenne annuelle est de 500 mm, les ressources en eau sont faibles, irrégulières, et localisées dans la bande côtière, l'apport total des précipitations serait de l'ordre 100 milliards de m³ d'eau par an dont 12,4 milliards de m³ en écoulement superficiels, et seuls 6 milliards de m³ sont mobilisables en tenant compte des sites favorables techniquement.

Les eaux souterraines sont évaluées à 1.8 milliards de m³ dans le Nord de l'Algérie. Les potentialités du Sud sont estimées à 60 000 milliards de m³. Ces dernières sont difficilement exploitables et non renouvelables; dont 4 à 5 milliards de m³ sont exploitables annuellement (KETTAB, 2001).

I-2-1- Les ressources en eau conventionnelles :

Elles représentent les eaux superficielles et les eaux souterraines.

I-2-1-1- Les eaux superficielles :

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs) ou artificielles (retenues de barrages) caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour appréciable (DEGREMONT, 2005).

Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement (SALGHI, 1997). On distingue :

➤ **Les eaux de rivières :**

Les rivières sont des cours d'eau qui s'écoulent dans un lit naturel et sont alimentés par des eaux de surface ou des eaux souterraines (ASSOULINE, 2007).

➤ **Etangs et lacs :**

Se sont des réservoirs naturels de décantation, alimentés par les eaux de pluie, les eaux de surface (fleuves, rivières, ruissellement de surface) et les eaux souterraines dont la période de rétention est longue. La turbidité de l'eau y est donc faible et la contamination bactérienne habituellement est peu importante (GENIN B, 2003 ; ASSOULINE, 2007).

➤ **Les barrages :**

Se sont des réservoirs artificiels destinés à régulariser un cours d'eau et/ou à stocker l'eau pour différents usages (irrigation, hydroélectricité, réserve d'alimentation en eau potable...) (VILAGINES, 2003).

Les eaux superficielles sont plus chaudes et mieux aérée, moins onéreuses donc utilisés en irrigation à chaque fois qu'on le pourra (JULIETTE. et al 1958).

I-2-1-2- Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines constituent 31,4% des réserves d'eau douce soit environ 1000 milliards de m³. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles forment de grands réservoirs naturels dénommés aquifères (CARDOT, 1999).

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Puisque le temps, les usines de purification n'ont pas à résoudre les problèmes dus aux variations brusques et importantes de la qualité de l'eau brute (DESJARDINS, 1997).

On distingue :

➤ **Les nappes libres :**

Les nappes libres sont directement alimentées par les eaux de ruissellement. Très sensibles à la pollution, elles sont à l'origine des sources et des forages (LOUP J, 1974). Les

nappes libres peuvent être soit des nappes phréatiques qui sont les premières rencontrées lors du creusement d'un puits, soit des nappes alluviales qui se forment dans les alluvions constituant le lit de la rivière.

➤ **Les nappes captives :**

Les nappes captives sont emprisonnées entre deux couches de terrains imperméables. Les nappes de ce type sont les plus fréquentes et généralement les plus profondes. Ces eaux sont très bien protégées des diverses pollutions et n'ont à redouter que des défauts de captage qui peuvent les mettre en communication avec des niveaux superficiels contaminés. En revanche, la qualité naturelle n'est pas toujours excellente: les nappes les plus profondes, eaux très anciennes, présentent souvent des minéralisations excessives en nombreux éléments majeurs et oligo-éléments. Les nappes de moyenne profondeur sont d'excellente qualité, à tel point que beaucoup d'entre elles sont embouteillées et vendues comme eau de table (DEGREMONT, 2005 ; COLLIN, 2004).

➤ **Les puits :**

Les puits sont des forages creusés verticalement dans le sol pour atteindre la nappe phréatique afin de disposer d'eau à des fins domestiques ou agricoles. Ils vont du simple puits individuel à des forages très profonds susceptibles de fournir de gros débits.

➤ **Les sources :**

Une eau de source est une eau d'origine souterraine microbiologiquement saine et protégée contre le risque de pollution, apte à la consommation humaine sans autre traitement que décantation, filtration et/ou aération et/ou adjonction de gaz carbonique (GROSCLAUDE, 1999).

I-2-2- Les ressources en eau non conventionnelles :

I-2-2-1- les eaux usées :

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante.

Le recours aux eaux usées épurées devient une alternative incontournable afin de garantir la satisfaction des besoins en eau des populations, particulièrement, dans les pays arides et semi arides (METAHRI ,2008).

I-2-2-2- les eaux de mer :

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractérisées par leurs concentrations en sels dissous; c'est ce qu'on appelle leur salinité (DESJARDINS, 1997).

I-3- Principales différences entre les eaux superficielles et les eaux souterraines:

La différence entre ces eaux est définie par une étude caractéristique de tous les paramètres physico-chimiques sont illustrés dans le tableau suivant

Tableau 1: Principales différences entre eaux de surface et eaux souterraines (DEGREMONT, 2005)

Caractéristique	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	variable suivant saisons	relativement constante
Turbidité, MES (vraies ou colloïdales)	variable, parfois élevée	faible ou nulle (sauf en terrain karstique)
Couleur	liée surtout aux MES (argiles, algues...) sauf dans les eaux très douces et acides (acides humiques)	liée surtout aux matières en solution (acides humiques) ou due à une précipitation (Fe-Mn)
Goûts et odeurs	fréquents	rare (sauf H ₂ S)
Minéralisation globale (ou: salinité, TDS...)	variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets...	sensiblement constante ; en générale, nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fe et Mn divalents (à l'état dissous)	généralement absents, sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation	généralement présents
CO ₂ agressif	généralement absent	souvent présent en grande quantité
O ₂ dissous	le plus souvent au voisinage de la saturation: absent dans le cas d'eaux très polluées	absent la plupart du temps
H ₂ S	généralement absent	souvent présent
NH ₄	présent seulement dans les eaux polluées	présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
Nitrates	peu abondants en général	teneur parfois élevée
Silice	teneur en générale modérée	teneur souvent élevée
Micropolluants minéraux et organiques	présents dans les eaux de pays industrialisés, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	généralement absents, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Solvants chlorés	rarement présents	peuvent être présents (pollution de la nappe)
Éléments vivants	bactéries (dont certaines pathogènes), virus, plancton (animal et végétal)	ferrobactéries et sulfatoréductrices fréquentes
Caractère eutrophe	possible: accentué par les températures élevées	non

I-4- Pollution des eaux naturelles :

La pollution de l'eau s'étend comme, une modification nocive des propriétés physico-chimique et biologique, produites directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropre à l'utilisation normale établie (GROSCLAUDE,1999) .

I-4-1- Les différents types de pollution :

Les causes de la pollution sont étendues avec l'accroissement de la population et le développement accéléré des techniques industrielles modernes (RAMADE,1998)

Selon leur nature, on distingue divers types de pollutions :

➤ La pollution thermique :

Ce type de pollution est causé par les rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement des centrales nucléaires en particulier.

Ces eaux chaudes provoquent la réduction de la teneur en oxygène dissous de l'eau et influent sur l'équilibre biologique du milieu (GAUJOURS,1995).

➤ La pollution chimique :

La pollution chimique de l'eau devient de nos jours une préoccupation de santé publique, qui prend des formes multiples. Certaines formes de pollution chimique échappent souvent aux méthodes ordinaires de traitement de l'eau et posent par conséquent des problèmes complexe de pollution, tant au niveau de surface, qu'au niveau des nappes.

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements des polluants organiques et des sels de métaux lourds par les industries.

L'enrichissement des sols pour augmenter leur productivité agricole, par divers catégories d'engrais et de pesticides est également source de pollution chimique des nappes phréatique souterraines (VILAGINES, 2003).

➤ La pollution organique :

Elle est engendrée par le déversement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduaires provenant des industries textiles, papeteries, industrie de bois, de raffineries et d'abattoirs.

Ces matières organiques qui se présentent aussi bien ; en suspension (particules solides) qu'en solution dans l'eau appelées à devenir des polluants lorsqu'elles sont déversées

en quantités massives ou de façon répétée dans les espaces limités en créant une bioaccumulation.

Les matières organiques peuvent être biodégradables c'est-à-dire susceptibles d'être détruites par autoépuration grâce aux micro-organismes présents dans l'eau qui se nourrissent de cette pollution, mais entraînent en contre partie une consommation important d'oxygènes dissous. D'autres matières peuvent être non biodégradables (BECHAC et al, 1987).

➤ **La pollution biologique :**

Ce type de pollution d'origine humaine et animal est engendré par les rejets urbaines, elle est dangereuse surtout s'il y a des micro-organismes pathogènes (Vibrio Colérique, Salmonelles, Escherichia-coli, Streptocoques fécaux) qui peuvent être à l'origine des maladies infectieuses (HASLAY et LECLERC, 1993).

Conclusion:

La qualité de l'eau est menacée par un certain nombre de facteurs, réduisant ainsi les volumes disponibles nécessaires aux différents usages. Nous appartenons à la civilisation qui a le moins de respect pour la ressource hydrique et nous continuons à la polluer et à la contaminer cela nous impose une attitude responsable afin d'assurer sa pérennité dans le temps. La modernité vers laquelle nous évoluons, doit intégrer dans son développement la protection et le renouvellement de la ressource. Le geste quotidien doit refléter l'importance donnée à l'économie de l'eau.

En définitive, La pollution des eaux est une préoccupation mondiale, ces conséquences sont multiples, que ce soit directement sur l'homme ou indirectement sur les milieux récepteurs.

Dans la nature une quantité infime de substance dangereuse peut polluer et limiter des milliers de litres d'eau. La pollution générée aujourd'hui pourrait rester durant des générations dans les différents compartiments de l'eau car le temps de demi-vie de certains polluants dans le sol ou dans l'eau est de l'ordre séculaire ou même millénaire.

Même si les maladies d'origine hydrique sont en voie de raréfaction, elles demeureront malgré tout endémiques et donneront toujours lieu, sporadiquement, à des épidémies limitées. Une diminution prononcée de la fréquence d'apparition des maladies

d'origine hydrique est observée durant ces 60 dernières années, et cette réduction correspond au niveau technologique atteint dans le domaine du traitement des eaux.

Chapitre II

La qualité physico-chimique des eaux d'irrigation

L'agriculture est un des gros consommateurs des ressources en eau. Ces ressources, suivant les régions dont elles proviennent, et leur contact éventuel avec des sources de pollution ont des caractéristiques très diversifiées.

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

II-1- Paramètres physiques :

II-1-1-- La température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels minéraux et surtout des gaz, la dissociation des sels dissous et donc sur la conductivité électrique, la détermination du pH et pour la connaissance de l'origine de l'eau (RODIER et al, 2005).

La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance de micro-organismes vivants dans l'eau (MEKHALIF, 2009).

II-1-2- Le potentielle d'hydrogène (pH)

Ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau est cela se fait par la mesure de la concentration des ions H^+ contenant dans cette eau. il caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique.

La valeur de pH altère la croissance et la reproduction des micro-organismes existants dans une eau, la plupart des bactéries peuvent croître dans une gamme de pH comprise entre 5 et ainsi que la dissolution et la disponibilité des éléments minéraux dans la solution du sol.

Dans les eaux naturelles faiblement colorées, l'acidité est attribuable à la présence de gaz carbonique. Or comme une eau naturelle contient à la fois du CO_2 libre et des bicarbonates, son pH est généralement compris entre 4,5 et 8,3.

II-1-3- Alcalinité:

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogénocarbonates (HCO_3^-), de carbonates (CO_3^{2-}), d'ions hydroxydes (OH^-) et d'une façon plus limitée, aux ions silicates ($HSiO_3^{2-}$), phosphates (PO_3^{4-}) ou encore aux espèces moléculaires des acides faibles. Dans les

eaux naturelles, l'alcalinité, exprimée en HCO_3^- , varie de 10 à 350 mg/l (RODIER *et al*, 2005).

Celle-ci, lorsqu'elle est contenue dans l'eau d'irrigation, est susceptible d'entraîner une augmentation de l'alcalinité du sol, de réduire sa perméabilité, particulièrement en surface, malgré un lessivage éventuel (FAO, 2003). La réduction de la perméabilité du sol est due à la dispersion et au gonflement des argiles lorsque la concentration en sodium échangeable augmente

II-1-4- Dureté:

La dureté d'une eau exprime l'aptitude de cette eau à réagir et à faire mousser du savon. A l'heure actuelle, on appelle dureté ou titre hydrotimétrique (TH) la somme des cations alcalino-terreux présents dans une eau. En pratique, on ne considère que les cations dont les concentrations sont supérieures à 1mg/l, c'est le cas des ions calcium et magnésium. Ces ions sont présents dans l'eau sous forme de sels de chlorure, de sulfates ou d'hydrogénocarbonates (REJSEK, 2002).

Dans l'eau sont déterminés:

- **la dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH):** qui est la somme des concentrations calcique et magnésienne ;
- **la dureté calcique:** qui correspond à la teneur globale en sels de calcium ;

$\text{TCa} = [\text{Ca}^{2+}]$ exprimé en degré français (°F).

- **la dureté magnésienne:** qui correspond à la teneur globale en sels de magnésium ;

$\text{TMg} = [\text{Mg}^{2+}]$ exprimé en degré français (°F).

- **la dureté carbonatée:** qui correspond à la teneur en hydrogénocarbonate et carbonate de calcium et de magnésium.. (RODIER *et al*, 2005).

II-1-5-.Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension représentent la quantité de pollution organique et minérale non dissoute dans l'eau, c'est-à-dire les matières décantables et colloïdales.

Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain au même industrielle, qui permet une mesure directe de la turbidité et une bonne corrélation avec d'autres paramètres. Il est nécessaire de mesurer les MES dans le cas des

irrigations par gouttes à gouttes ; qui risquent le colmatage des filtres et même les injecteurs par les microparticules. (BEAUDRY, 1984).

La présence d'énormes quantités de matières en suspension (MES) entraîne leur sédimentation sur les planches, ayant pour effet le colmatage des sols empêchant ainsi la respiration normale des cultures.

II-2- paramètres chimiques :

II-2-1- Oxygène dissous :

L'oxygène est un facteur essentiel à la vie aquatique, en particulier aux organismes assurant l'autoépuration des rivières (DERWICH et al, 2008).

Le dioxygène, est un gaz qui a permis l'émergence de la vie hors des milieux aquatiques pour aboutir à la faune et la flore que nous connaissons aujourd'hui. Les plantes, et plus précisément les racines ont besoin d'une certaine quantité de dioxygène (O₂) pour prélever l'eau et les minéraux de la solution nutritive.

La consommation de dioxygène par les plantes dépend de l'intensité de la respiration qui dépend de différents facteurs comme l'éclairement, la température de l'air, sa teneur en CO₂

Source : *Hydrobox Team Prof Gilberto NON DATE*

II-2-2- Le carbone organique total (COT)

Certains composés organique résistent à l'oxydation chimique et n'intervient donc pas dans la demande chimique en Oxygène « DCO », cependant une relation empirique EST MISE EN EVIDENCE entre de COT et la DCO, ainsi pour un COT de 12mg/L de C correspond à une DCO de 48 mg/L de O₂ (TARDAT,1992),.

Le COT est un paramètre qui détermine la présence des composés difficilement dégradable ou complètement non dégradable biochimiquement, et qui sont d'une grande importance pour l'évaluation de la pollution de l'eau par les effluents (BLIEFERT et al (2001).

Le COT s'exprime comme une concentration en mg de carbone par litre d'échantillon. et sa mesure exige un appareillage spécifique.

II-2-2-. Matière organique :

La matière organique est principalement issue de la décomposition des végétaux, des animaux élaborés sous l'influence des micro-organismes. Elle n'est pas toxique, surtout si on

tient compte de la quantité absorbée journaliseraient par l'alimentation mais, elle participe à beaucoup de paramètres de qualité de l'eau : couleur, sous produits de désinfection, naissance des produits indésirables et produits biodégradables, odeurs et saveurs désagréables...etc (RODIER, et al, 2005, LOUNNAS, 2009).

Ces produits très complexes sont formés principalement par des substances humiques de masse moléculaire très variable, généralement teintées, à caractère acide et hydrophile. En quantités beaucoup moins importantes, on rencontre des substances dites non humiques constituées principalement par des protéines et acides aminés, polysaccharides, etc. D'une façon générale, une teneur élevée en matières organiques devra toujours faire suspecter une contamination microbienne ou autre (DUGUET, et al, 2005 ; RODIER et al, 2005).

Dans les eaux brutes superficielles, la teneur maximale en matières organique évaluée par le paramètre « oxydabilité au permanganate de potassium à chaud en milieu acide » est fixée à 10 mg O₂/l (François BIRGAND et al).

II-3- les éléments nutritifs :

Les ions nutritifs passent des racines aux pousses et autres parties d'une plante grâce à la circulation de l'eau dans la plante. Les taux d'absorption de l'eau et de transpiration sont révélateurs de l'efficacité du déplacement des ions dans la plante. Et le tableau n° 2 , nous renseigne sur les formes et la mobilité des éléments nutritifs dans le sol et la plante sous l'action de l'eau.

Tableau N° 2 : forme et mobilité des éléments nutritifs

	Mobilité dans le sol	Formes biodisponibles dans le sol	Mobilité dans les plantes
Macro-éléments			
azote	moy.-élevée	ion ammonium NH ₄ ⁺ , ion nitrate NO ₃ ⁻	élevée
phosphore	faible	ion phosphate H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	élevée
potassium	faible-moy.	ion potassium K ⁺	élevée
Éléments nutritifs secondaires			
calcium	faible	ion calcium Ca ²⁺	faible
magnésium	faible	ion magnésium Mg ²⁺	élevée
soufre	moyenne	ion sulfate SO ₄ ²⁻	faible-moy.
Oligo-éléments			
bore	élevée	acide borique B(OH) ₃ ⁰ , ion borate H ₂ BO ₃ ⁻	faible-moy.
cuivre	faible	ion cuprique Cu ²⁺	faible
fer	faible	ion ferreux Fe ²⁺ , ion ferrique Fe ³⁺	faible
manganèse	faible	ion manganèse Mn ²⁺	faible
molybdène	faible-moy.	ion molybdate MoO ₄ ²⁻	moy.-élevée
zinc	faible	ion zinc Zn ²⁺ , Zn(OH) ₂ ⁰	faible
chlore	élevée	ion chlorure Cl ⁻	élevée

(FAO, 2007)

II-3-1- les éléments majeurs :

II-3-1-1- Composés azotés

Les formes de l'azote dans les eaux usées sont l'azote total (NTK), les nitrates (NO_3^-) et les nitrites (NO_2^-). En plus de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique l'azote intervient dans le phénomène de l'eutrophisation. Donc, sa caractérisation et sa quantification sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel. (BEER, 2010).

L'azote est le constituant principal des protéines (chaînes d'acides aminés). Il favorise la croissance des plantes, la multiplication des chloroplastes, la synthèse des sucres et des réserves azotées dans les fruits et les graines. L'excès d'azote allonge la période végétative des plantes. Il est donc un facteur retardant la maturité. En outre, il a été montré que les excès d'azote sensibilisaient les plantes aux maladies cryptogamiques et aux attaques des parasites.

II-3-1-2- Composés phosphorés

Le phosphore est nécessaire à la croissance des plantes, il permet un bon enracinement, une bonne résistance à la sécheresse et joue un rôle dans la maturation des fruits.

La quantité de phosphore présente dans un sol est une conséquence directe de la richesse de la roche mère. Mais la connaissance de cette quantité ne donne qu'une indication très imparfaite sur l'aptitude du sol à fournir du phosphore aux végétaux et à satisfaire leurs exigences. Le phosphore organique est l'objet d'une lente minéralisation qui le rend progressivement disponible pour les végétaux. A la notion de réserve globale de phosphore, il faut donc substituer celle de quantité nécessaire au maintien de la concentration de la solution du sol en phosphore pour permettre l'alimentation des végétaux.

Le phosphore est aussi responsable de l'eutrophisation du milieu aquatique, d'où l'obligation de sa détermination, car il favorise le développement et la multiplication des algues dans les réservoirs et les grosses canalisations où il contribue à l'eutrophisation (BEER, 2010).

II-3-1-3-. Potassium (K):

Le potassium est un élément normal des eaux, où sa concentration est largement inférieure à celle du sodium, bien que leurs abondances relatives terrestres soient comparables (sodium 2,83 %, potassium 2,59 %).

Le potassium est impliqué dans la rétention de l'eau dans la plante et sa pression dans les cellules, ainsi que dans l'ouverture et la fermeture des stomates. Le potassium est exigé dans l'accumulation et la translocation des hydrates de carbone. Le manque de potassium réduira le rendement et la qualité. Trop de sodium (Na) expulse le potassium (K), causant une carence en (K), le potassium (K) peut être inassimilable à cause d'un excès de Calcium (Ca), de Nitrate d'ammonium, et probablement par temps froid. Un excès de potassium peut aggraver l'assimilation du magnésium, du manganèse, du zinc et du fer et affecter l'assimilation du calcium. (DUGUET *et al*, 2006)

II-3-2- Les éléments secondaires :

II-3-2-1.-Le Calcium (Ca) :

Le calcium (Ca) joue un rôle important dans le maintien de l'intégrité des cellules et dans la perméabilité des membranes. Les symptômes causés par la carence en cet élément sont : Les jeunes feuilles développent des chloroses et des nécroses des feuilles sont déformées, froissées, ridées, rapetissées, développant une forme allongée et les pousses ne grandissent plus mais s'épaississent. Par contre l'excès peut précipiter avec le soufre et troubler la solution ou créer des résidus dans le réservoir (Hydroponique). L'excès de calcium peut générer des carences en magnésium et en potassium (JEAN J. 2013).

II-3-2-2-Le Soufre (S) :

Le soufre est impliqué dans la synthèse des protéines et fait partie des acides aminés, de la cystine et de la thiamine, qui sont les éléments de construction des protéines. Il est actif dans la structure et le métabolisme de la plante. Il est essentiel pour la respiration et la synthèse et la dégradation des acides gras.(BEER ;2010).

Les symptômes initiaux de la carence en **S** sont le jaunissement entier des feuilles comprenant les veines et commençant habituellement par les plus jeunes feuilles. Les bouts de feuille peuvent jaunir et se courber vers le bas. Les insuffisances de soufre se traduisent par des têtes vert clair ou des jeunes feuilles manquant de sève. Les racines s'allongent et la tige se boise. Les tiges supérieures de cette plante sont pourpres. Bien que de nombreuses variétés de plantes aient des tiges violacées sur toute leur longueur, certains spécimens peuvent être violacé que dans sa partie haute, ce qui prouve sa carence en soufre. Et l'excès réduit la croissance des feuilles et leurs jaunissement ou roussissent aux bords. L'excès peut causer vieillissement prématuré.

II-3-2-3- Le magnésium (Mg) :

Le magnésium, se retrouve dans les parties vertes des végétaux à hauteur de 15 à 20%, il est le principal siège de la chlorophylle, récepteur de l'énergie solaire. Il joue un rôle dans les réactions enzymatique spécifiques au transfert d'énergie chez les plantes. Sa carence, conduit au ralentissement de la croissance par inhibition de la photosynthèse. (FAO, 1979).

II-3-3-- Les oligo-éléments :**II-3-3-1- Aluminium (Al):**

L'aluminium, très répandu sur la terre, il vient par ordre d'importance après l'oxygène et le silicium. Lorsqu'il est en solution et en milieu acide, il existe sous forme d' Al^{3+} , dans une solution dont on élève le pH progressivement, il précipite sous forme de trihydroxyde $Al(OH)_3$ qui se dissout sous forme d'aluminate AlO_2^- (RODIER *et al*, 2005). Il a un effet sur complexe argileux humique, son excès dans la solution du sol entrave l'assimilation des éléments essentiels.

II-3-3-2-. Sodium (Na):

Il existe dans la totalité des eaux car la solubilité de ses sels est très élevée. Des teneurs anormalement élevées peuvent provenir d'apports industriels, du lessivage ou de la percolation de terrains salés et d'infiltrations d'eaux saumâtres. (DUGUET *et al*, 2006).

Le sodium n'est pas un élément essentiel pour les plantes, mais il peut être utilisé en petites quantités, comme les micronutriments, afin d'aider au métabolisme et à la synthèse de la chlorophylle. Chez certaines plantes, il peut être utilisé comme substitut partiel du potassium; il aide à l'ouverture et à la fermeture des stomates, ce qui contribue à réguler l'équilibre hydrique interne. Il n'y a pas de symptômes de carence en sodium, puisqu'il ne s'agit pas d'un élément essentiel, mais une toxicité en sodium peut avoir lieu et se traduit par la nécrose ou la brûlure des extrémités ou des bords des feuilles, comme c'est le cas pour les toxicités liées aux micronutriments. (GERARD MONCHALIN-VIOLET ; 1999)

II-3-3-3-Fer (Fe):

Le fer, bien qu'il ne soit pas un constituant de la chlorophylle, est indispensable à sa formation. Sa carence provoque la chlorose. Le fer participe à la constitution de nombreuses enzymes d'oxydation.

Le fer contenu dans les eaux superficielles peut avoir une origine tellurique, mais, le plus souvent, il provient de lessivage de terrain et de pollutions minières ou métallurgiques.

Dans les eaux superficielles, plus aérées, le fer va se retrouver sous forme ferrique et précipite sous forme d'hydroxyde ferrique $\text{Fe}(\text{OH})_3$; il sera donc associé aux matières en suspension. Dans les eaux souterraines, plus réductrices, le fer va se retrouver sous forme ferreuse Fe^{3+} qui est soluble. (REJSEK, 2002).

II-3-3-4-Cuivre (Cu):

Le cuivre peut se rencontrer dans certaines eaux naturelles généralement à des teneurs inférieures à 1mg/l sous forme ionique ou de complexes (cyanures, ammoniacque, produits organiques, etc.). (GRAINDORGE J et LANDOT E, 2005).

Le cuivre est un des constituants de beaucoup d'enzymes et de protéines. Il aide dans le métabolisme de l'hydrate de carbone, dans la fixation de l'azote et dans le processus de réduction de l'oxygène. Sa carence cause une faible croissance ou restreinte avec une déformation des plus jeunes feuilles ainsi que la mort prématurée des bourgeons. Les feuilles peuvent mourir prématurément ou seulement présenter des taches nécrotiques (JEAN J. 2013).

II-3-3-5- Manganèse (Mn):

Le manganèse peut être d'origine naturelle (sols bruns, pyrite), industrielle (batteries sèches, verrerie, teinturerie, allumettes, métallurgie), et agricole (améliorer la texture du sol) (GAUJOUS, 1995).

Le manganèse est impliqué dans le procédé de réduction d'oxydation dans le système photosynthétique de transport d'électron. La recherche biochimique prouve que cet élément joue un rôle structural dans le système des membranes de chloroplaste (grain de chlorophylle), et active également de nombreuses enzymes. Son excès et sa carence cause la chlorose.

L'insuffisance de magnésium provoquera un jaunissement (qui peut tourner au brun) et une chlorose inter-nervure commençant dans les feuilles plus anciennes. Et l'excès de ce dernier bloque les d'autres nutriments tel que (Ca), Cl et les Nitrate d'Ammonium qui sont essentiels pour les plantes (JEAN J. 2013) .

II-3-3-6- Zinc (Zn^{2+}): D'une façon générale, les eaux à pH faible ont des teneurs en zinc plus importantes. La présence de zinc dans les eaux de surface doit être rattachée à des activités industrielles. (RODIER *et al*, 2005).

Le Zinc joue le même rôle que le manganèse et le magnésium dans les enzymes. Dans plus de 80 enzymes le Zinc a un rôle essentiel dans leurs fonctions. Le Zinc participe à la formation de la chlorophylle et empêche sa destruction. L'anhydrite carbonique s'est avéré être spécifiquement activé par le Zinc.

Les insuffisances apparaissent comme une chlorose dans les secteurs inter-veinal des nouvelles feuilles produisant un aspect de bandes. Ceci peut être accompagné par la réduction de la taille des feuilles. Les bords des feuilles sont souvent tordus ou ridées. Les branches finales des fruits mourront en se repliant dans des cas graves. En cas de pH élevé, le Zinc n'est pas assimilable (JEAN J. 2013).

L'excès de Zinc est extrêmement toxique et causera la mort rapide. Le zinc excessif interfère avec le fer causant une chlorose par insuffisance de fer. L'excès fera devenir les plantes sensiblement chlorotiques.

II-3-3-7- Bore (B) :

Les fonctions biochimiques du bore sont assez incertaines, mais l'évidence suggère qu'elle soit impliquée dans la synthèse d'une des bases pour la formation d'acide nucléique (uracile d'ARN). Elle peut également être impliquée dans certaines activités cellulaires telles que la division, la différenciation, la maturation et la respiration. Elle est associée à la germination de pollen. Une carence ou un excès en **B** cause le dessèchement, l'épaississement, des courbures, le flétrissement, et des taches chlorotiques ou nécrotiques des feuilles (Anonyme, 2007).

II-3-3-8- Chlorure (Cl):

Très répons dans la nature, généralement sous forme de NaCl, KCl ou CaCl₂, les chlorures présents dans une eau peuvent avoir plusieurs origines:

- percolation de l'eau au travers de terrains salés ;
- infiltration d'eaux marines dans la nappes souterraines, de manière naturelle ou par intervention humaine par pompage excessif ;
- rejets humains, en particulier d'urine ;
- industries extractives comme des mines de potasse ou des salines.

Les teneurs rencontrées dans les eaux naturelles sont généralement de 10 à 20 mg/l mais peuvent atteindre des valeurs plus importantes en contact de certaines formations géologiques (REJSEK, 2002).

II-4- Auto-épuration:

L'auto-épuration est un phénomène naturel, spontanée, grâce auquel une eau élimine certaine charge de pollution organique sous l'action des micro-organismes.

II-4-1-Auto-épuration en milieu aérobie:

Si la teneur en oxygène dissous est suffisante, mes métabolisme bactériens sont de type aérobie, il ya donc une minéralisation des substances organique sans nuisance. La diminution du rapport matières nutritives/bactéries engendre une autolyse, et les protéines libérées se transforment en ammoniac, ensuite nitrifié puis minéralisé en nitrate (TARDAT-HENRY et al, 1992).

II-4- 2- Auto-épuration en milieu anaérobie :

Si l'oxygène dissous est insuffisant, les dégradations ne sont que partielles et il y a formation de : méthane, gaz carbonique, hydroxyde de soufre, connu pour leurs odeurs nauséabonde et des produits toxiques comme les nitrosamines.

II-5- Problèmes des eaux d'irrigation :

II-5-1-La salinité :

Etroitement liée à la teneur en chlorures, essentiellement toutes les eaux d'irrigation contiennent des sels dissous. Plusieurs de ces sels sont bénéfiques pour la croissance des plantes, mais quelques uns peuvent être phytotoxiques (NANCY MORIN).

Les problèmes de salinité sont liés à la teneur en sels dissous de l'eau d'irrigation. la salinité, est habituellement mesurée par pesée de résidu sec à 108°Cou par résistivité (A. LANDREAU et L. MONITION, 1977).

Le taux de salinité (TDS) révèle des valeurs qui répondent aux exigences de qualité pour les eaux destinées à l'irrigation, restant inférieur à la valeur limite de 450 mg/l (FAO, 2003).

II-5-2- Le rapport Na/T: Les pédologues évaluent le degré d'alcalisation des sols à partir de ce rapport car l'ion sodique entraîne la perte de la structure du sol,

engendrant une défloculation des argiles qui rend la circulation de l'eau plus lente (A. Laraque in Paul Carré, 1990).

II-5-3- .Les métaux lourds :

Un métal est un élément chimique dont la masse volumique dépasse 5 g/cm³, bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques de dureté et de malléabilité, se combinant aisément avec d'autres éléments pour former des alliages. Ces métaux sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces : Mercure, Plomb, Cadmium, Arsenic, et le chrome.

L'origine des métaux présents dans le milieu marin est double. Naturellement présents dans la biosphère, ils proviennent, d'une part, de l'érosion mécanique et chimique des roches et du lessivage des sols (PASCAL KRUGEL, 2008).

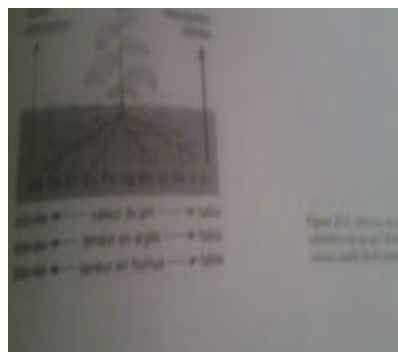
D'autre part, la contribution d'origine anthropique issue des rejets industriels et domestiques, l'activité minière et les eaux d'écoulement contaminées par les engrais et les pesticides utilisés en agriculture.

Les métaux toxiques ont un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants même à faible concentration. Ils n'ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule. Le terme métaux lourds, implique aussi une notion de toxicité dans le sens de l'impact toxique sur les humains et les environnements (BAKER ET WALKER, 1989).

Quelques métaux lourds sont dissous dans l'eau, mais de nombreux autres forment des composés peu solubles.

L'adsorption des métaux lourds par les plantes est influencée par la nature du sol, la teneur en humus ainsi que les valeurs de pH de la solution du sol. L'image suivante illustre cette relation.

Figure N° 2 : Facteurs influant l'absorption des métaux



II-5-3-1. Arsenic (As):

Il est présent à concentration faible dans les eaux de surface. Sa présence dans l'environnement et par voie de conséquence dans l'eau est à relier à certain nombre de pollutions: utilisation d'engrais phosphatés, d'herbicides, d'insecticides et de détergents (les eaux de blanchisserie peuvent en contenir quelques microgrammes par litre), combustion de charbon ou de déchets, dépôts de résidus industriels, traitement de minerais arsenicaux (cuivre...), etc (RODIER *et al*, 2005).

On leur a associé des intoxications humaines endémiques caractérisées essentiellement par une mélanodermie du pied et une sclérose des membres inférieurs. Sachant par ailleurs que l'arsenic est doué de propriétés cancérigènes, il convient donc d'en limiter les rejets dans les eaux (VILAGINES, 2003).

II-5-3-2. Cadmium (Cd):

D'une façon générale, les eaux ne contiennent que quelques microgrammes de cadmium par litre. Lorsque des teneurs plus élevées sont rencontrées dans les eaux superficielles ou les eaux de nappes phréatiques, l'origine du cadmium doit être recherchée dans les effluents industriels (galvanoplastie, en particulier). Le cadmium peut aussi être entraîné par les pluies à partir des fumées industrielles. De plus, la présence de cadmium comme contaminant dans les engrais et les boues des stations d'épuration utilisées en agriculture peut contribuer à un accroissement de la pollution des eaux (RODIER *et al*, 2005).

Le cadmium s'accumule principalement dans le foie et dans les reins entraînant à long terme des atteintes rénales, un ralentissement de l'élimination urinaire et d'éventuels effets hypertensifs (VILAGINES, 2003).

II-5-3-3. Mercure (Hg):

Le mercure total inclut le mercure minéral (Hg) sous tous ses degrés d'oxydation et les formes organiques tels que le méthylmercure. Il provient essentiellement des terrains volcaniques, minéral sulfuré: le cinabre, de l'industrie (peintures, teintures, électrique, instruments de mesure, pharmacie, explosifs...) et de l'utilisation en agriculture des fongicides et des bactéricides (GRAINDORGE J et LANDOT E, 2005).

II-5-3-4. Plomb (Pb):

Certaines eaux de surface peuvent contenir naturellement, suivant la teneur en plomb des minerais contenus dans le sol, des concentrations de l'ordre de 0,2 à 0,6 mg/l de plomb.

Généralement, la présence de plomb dans les eaux est due à des rejets d'eaux usées qui proviennent essentiellement des industries d'extraction et de traitement des minerais de plomb, des fabriques de colorants, des fabriques de poudre et d'explosifs, ou à l'action de l'eau sur les canalisations en plomb (GRAINDORGE J et LANDOT E, 2005).

La majorité du plomb véhiculé par les eaux de surface se retrouve dans les sédiments. La nature des matières organiques édaphiques joue aussi un rôle important dans la concentration en plomb des sols. Cependant, les végétaux absorbent peu le plomb tellurique et le métal ne se concentre pas au long de la chaîne alimentaire.

Le plomb est pour l'homme un toxique à effet cumulatif. Les intoxications (saturnisme) sont conditionnées par la longue rétention du plomb dans l'organisme ce qui est fait un poison typiquement cumulatif. (DUGUET *et al*, 2006).

II-5-3-5. Chrome (Cr):

Elément anormale des eaux provenant le plus souvent des sols et des roches, des industries (de métallurgie, de galvanoplastie, de chimie, de cuir, de peintures, de pharmacie, etc) et de l'agriculture (pesticides, insecticides) (DUGUET *et al*, 2006).

Le chrome est plus toxique à l'état hexavalent qu'à l'état trivalent et est en outre suspecté de potentialités carcinogènes à l'état hexavalent. Sa diffusion doit donc faire l'objet d'une surveillance stricte (VILAGINES, 2003).

Chapitre III
Systeme d'irrigation

Comme tous les organismes vivants, les plantes ont besoins pour vivre et se développer de chaleur et d'humidité.

La chaleur est fournie par le rayonnement solaire et l'humidité provient des eaux météoriques. Cependant le rôle de l'eau dans le développement de la végétation n'est pas aussi simple. Elle sert de solvant aux matières minérales du sol et aux substances élaborées par les cellules. Ainsi, la quantité d'eau immobilisée par la plante est peu importante comparée à la consommation totale.

L'eau s'évaporant à la surface des feuilles absorbe une certaine quantité de chaleur contribue considérablement (environ 60 cal/g d'eau) au maintien des températures compatibles au bon développement des plantes (ROLLEY P. 1953).

III-1-But et Principe de l'irrigation :

Souvent les eaux météoriques sont insuffisantes pour assurer un développement optimum de la végétation, ainsi le but de l'irrigation est de compléter cette quantité, en vue d'obtenir des récoltes aussi élevées que le permet la richesse du sol (JULIETTE et al, 1958).

L'irrigation consiste à apporter à la couche arable, une quantité d'eau égale à celle qui est prélevé par les racines et celle perdu par évapotranspiration.

En effet, l'irrigation permet tous à la fois:

- d'améliorer la rentabilité des terres cultivées ;
- d'augmenter les surfaces cultivées en permettant la mise en cultures des terres désertiques ;

Ce rôle principale s'accompagne d'effets secondaires tel que :

- L'aération du sol, l'eau circulant à travers de petits canaux chasse le gaz carbonique et apporte de l'oxygène dissous désintégrant la matière organique et la rendant assimilable par les racines.
- Il est également possible de fertiliser les terres lorsque les eaux utilisées contiennent des éléments utilisables par les plantes.
- Les échanges de chaleurs entre l'eau et le sol est favorable à la végétation.
- Irrigué des sols sableux avec des eaux chargées de matières putrescibles, les purifient.

III-2-conditions de l'irrigation rationnelle :

Selon ROLLEY (1953), tous projet d'irrigation rationnelle répondant aux besoins des plantes mais sans excès, prend en compte ce qui suit:

- 1- la quantité d'eau à fournir, représenté par un débit continu par hectare ;
- 2- la dose d'arrosage, représentant les quantités à fournir à chaque arrosage ;
- 3- la durée d'un arrosage, indépendant du coefficient d'infiltration variant avec la nature des sols et la topographie des parcelle ainsi que les stade physiologiques des cultures,
- 4- le nombre des arrosages pendant la durée de végétation,
- 5- arrosage de jour et ou de nuit, afin d'éviter les accidents graves de brûlures,
- 6- le choix des méthodes d'irrigation, qui sont fonction de moyens matériel et humains.

III-3-Les techniques d'irrigation :

Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures. Il existe actuellement plusieurs méthodes d'irrigation pour la desserte en eau des cultures. Chaque méthode présente en même temps des avantages et des désavantages, qui doivent être pris en considération lors de la sélection de la méthode qui s'adapte le mieux aux conditions locales.

III-3-1- irrigation de surface :

Dans les systèmes d'irrigation ancestraux, l'eau transite dans des canaux et seul la gravité terrestre qui constitue le principe moteur du système (NICOULAUD, 1988).

III-3-1-1-Irrigation à la raie (par rigole) :

Les sillons sont des petites rigoles en terre, aménagées dans le sens de la pente du terrain, pour transporter l'eau entre les rangées de cultures. L'eau s'infiltré dans le sol, principalement par les côtés du sillon, tout le long de son trajet dans le sens de la pente du terrain.

Généralement, les plantes sont cultivées sur les billons séparant les sillons. Cette technique est valable pour l'irrigation de toutes les cultures en lignes et pour toutes les cultures qui ne tolèrent pas la submersion par les eaux de leur feuillage ou de leur collet pour une longue durée.

Les sillons sont alimentés par des prises d'eau aménagées sur les berges du canal d'amenée. Ces ouvrages de prise peuvent être soit de simples ouvertures aménagées sur les berges du canal d'amenée, soit des siphons, ou bien des tuyaux d'alimentation passant à travers la berge du canal d'amenée. (VERMEIREN L. ET JOBLING G.A ;1980 in BROWSER, 1990).

III-3-1-2- Irrigation par submersion (par bassins) :

Les bassins sont constitués de cuvettes en terre, à fond à peu près plat, entourées de diguettes de faible hauteur ou levées. Ces levées sont conçues pour empêcher le passage de l'eau aux champs adjacents. Cette technique est utilisée, d'une façon générale, pour l'irrigation des rizières sur terrain plat, ou des terrasses à flanc de coteau.

La méthode par bassins est aussi utilisée pour l'irrigation des arbres fruitiers; dans ce cas une petite cuvette (bassin) est aménagée autour de chaque arbre.

En général, cette technique d'irrigation s'applique à toutes les cultures qui peuvent tolérer la submersion par les eaux pour une longue durée. (BOOHER L.J ;1974 in BROWSER, 1990).

III-3-2-Irrigation sous pression :

III-3-2-1-Irrigation par aspersion :

La technique d'irrigation par aspersion est conçue sur le modèle de la pluie naturelle. L'eau est refoulée sous pression dans un réseau de conduites, ensuite elle est diffusée par des asperseurs rotatifs sous la forme d'une pluie artificielle. (Kay M. ; 1983 in BROWSER, 1990).

Les différents systèmes d'irrigation par aspersion sont :

- Le système dit « à rampe mobile » ;
- Les enrouleurs,
- Le pivot ;
- La rampe frontale ;
- Les micro-asperseur.

III-3-2-2-Micro-irrigation ou goutte à goutte :

Selon NICOULAUD (1988) dès l'antiquité, il fut observé que l'apport d'eau aux plantes à de très faible dose et de manières répétée donnait des résultats spectaculaires. De

nombreux documents attestent l'utilisation de jarres poreuses en terre cuite. Si l'idée est ancienne, mais sa technicité ne remonte qu'aux années 60.

L'irrigation au goutte à goutte consiste à amener l'eau sous pression dans un système de canalisations, généralement en PVC; cette eau est ensuite distribuée en gouttes au champ par un grand nombre de goutteurs répartis tout le long des rangées des plantations. La zone humidifiée du sol est celle située au voisinage immédiat des racines des plantes.

Par conséquent, cette méthode d'irrigation a un haut degré d'efficacité avoisinant le 100% avec une économie de l'eau de l'ordre de 30 à 50% de distribution d'eau. (Nakayama F.S. et Bucks D.A. ;1986 in BROWSER, 1990).

A cela s'ajoute le gain lié à l'absence de main-d'œuvre, et le contrôle des adventices ainsi que les maladies cryptogamiques. Et enfin, la possibilité d'injection des engrais et produits phytosanitaires systémiques.

III-3-3- Irrigation fertilisante :

Elle consiste à grouper les apports en eau et nutriments, par gravité ou sous pression, des eaux naturelles chargées, des eaux usées épurées ou bien des engrais solubles dilués dans la dose d'irrigation.

III-4- Choix de techniques d'irrigation :

Selon Merdoud et al (2012), Le choix d'une technique d'irrigation repose sur un ensemble de critères parmi lesquels nous citons :

- Topographie (pente du terrain, relief, géométrie de la parcelle) ;
- Nature du sol (texture et perméabilité)
- Ressource en eau (quantité, qualité, débit)
- Natures des cultures,

Conclusion :

La qualité de l'eau d'irrigation est un facteur à ne pas négliger comme disait Nancy Morin et le choix d'une source d'eau pour irriguer est un facteur déterminant de la rentabilité de toute activité agricole, toute fois les modes d'apport sont conditionnés par les disponibilités matériels et technicité.

Chapitre IV

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

L'eau absolument pure n'existe pas, et pour juger ses qualités ne peuvent se faire que par des analyses et la composition des eaux naturelles varient grandement selon leur origine, notamment les eaux de surfaces, normalement alimenté par les précipitations, les eaux de ruisselant des surfaces divers.

C'est dans cette perspective que nous avons envisagé l'étude de la qualité des eaux superficielles formant la réserve en eaux d'irrigation au sein de l'Institut de Technologie Moyen Agricole Spécialisé « ITMAS » de Boukhalfa.

A-1-Etude Du Site Expérimental :

A-1-1-Présentation générale :

Notre étude concerne une retenue collinaire « lac », de l'ITMAS de TIZI OUZOU situé à 8 Kms Nord-est de Tizi-Ouzou, qui s'étend sur une surface de 30 ha, de coordonnées géographiques relevées par Google Earth, consulté en date du 27 juillet 2015. sont représentés dans l'image satellite ci-dessus, sont:

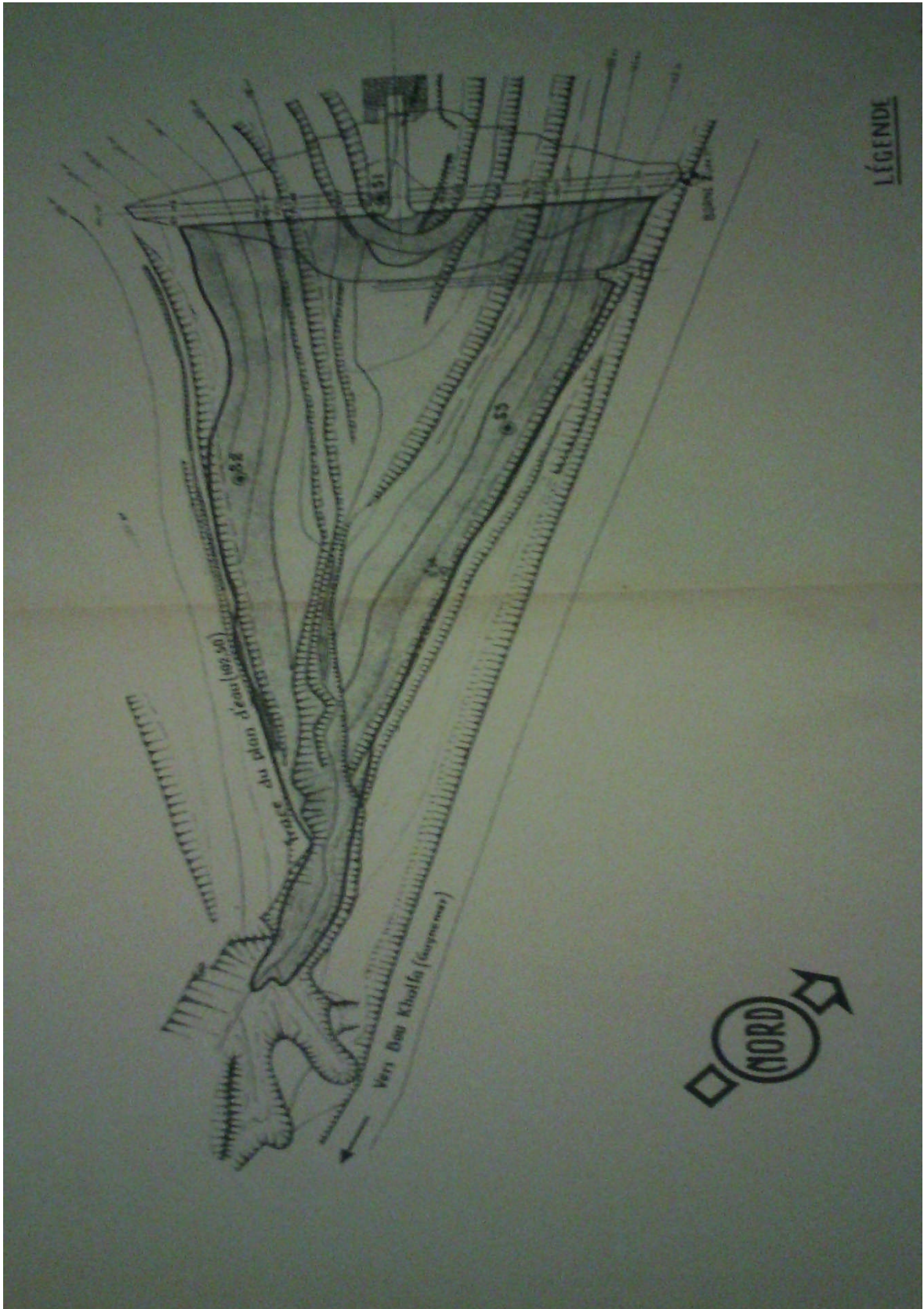
- Altitude variant de 62 à 94 m du point le plus bas au point le plus haut
- Latitude de 36° 42' (N)
- Longitude de 4°01'(E)

Figure n° 3 : vue géographique d'ensemble de l'ITMAS et implantation du lac.



36°44'43.73"N 4°01'03.00"E

Figure n° 4 : Plan de la retenue



Source : archive ITMAS TO.

Cette retenue se situe en amont de la grande partie du périmètre qui s'y irrigue, toutefois une parcelle de 4 hectares environ y ruissèle, bordé de peuplement végétal plus ou moins abondant, regroupant les essences énumérés dans le tableau N° 3.

Ce périmètre est réparti sur deux flancs. L'un est exclusivement occupé par une collection d'agrumes, de figuiers et des serres, auquel s'aligne un rucher. Quand aux cultures saisonnières, durant la campagne d'étude, les surfaces nues étaient cultivées en céréales, légumes de plein champ ainsi que de la pomme de terre. Quand à l'autre flanc, il est plutôt peuplé en plante herbacé, des phragmites, des asperges, oliviers sexagénaires et d'importants caroubiers bandant l'allée principale, sous laquelle circulent le réseau d'assainissement de la cité universitaire « garçons » de Boukhalfa. Sur l'autre rive de l'allée, un petit vignoble et une oliveraie pédagogique est intensément conduite. Cette description est illustrée dans la figure ci dessous.

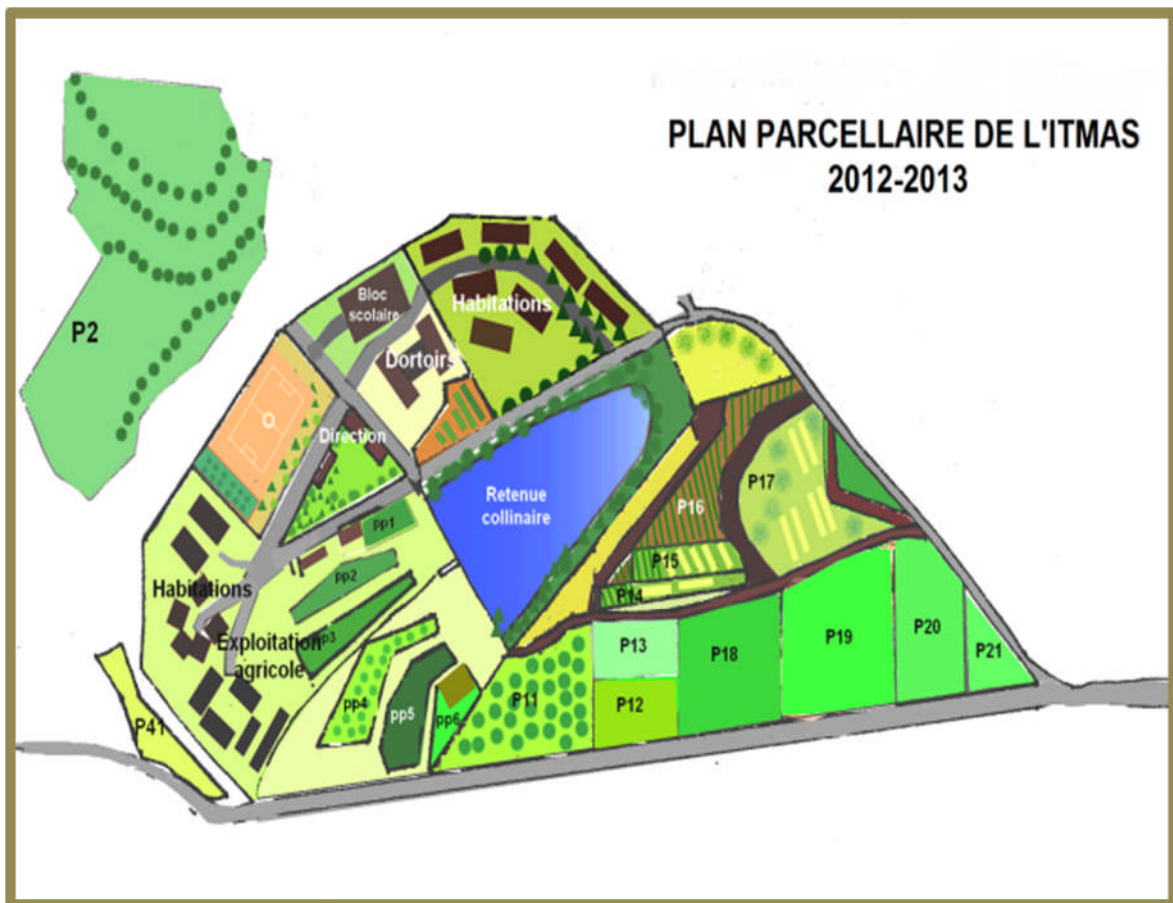


Figure 5 : plan parcellaire de l'exploitation des l'ITMAS de TIZI OUZOU

A-1-2- Historique sur l'aménagement de la retenue :

La retenue collinaire de l'ITMAS est un ouvrage réalisé en 1960, par les services de l'hydraulique de la Grande Kabylie sous proposition de Mr DESALBRES, en qualité du directeur de l'école d'agriculture de GUYNEMER, actuelle ITMAS, (source courrier N° 763 du 14 novembre 1960).

Description de l'ouvrage :

La ressource en eau d'irrigation de notre étude est un ouvrage aménagé, suite à une série de déblais, de remblais et de travaux d'art en béton, formant une digue de largeurs avoisinant les 10 mètres et 120 mètres de long, munis d'un déversoir de crue d'environ 7 mètre de long, sur une pente de 3%, garnis de matériaux sablo-graveleux et les détails figure dans l'image n° 6 .

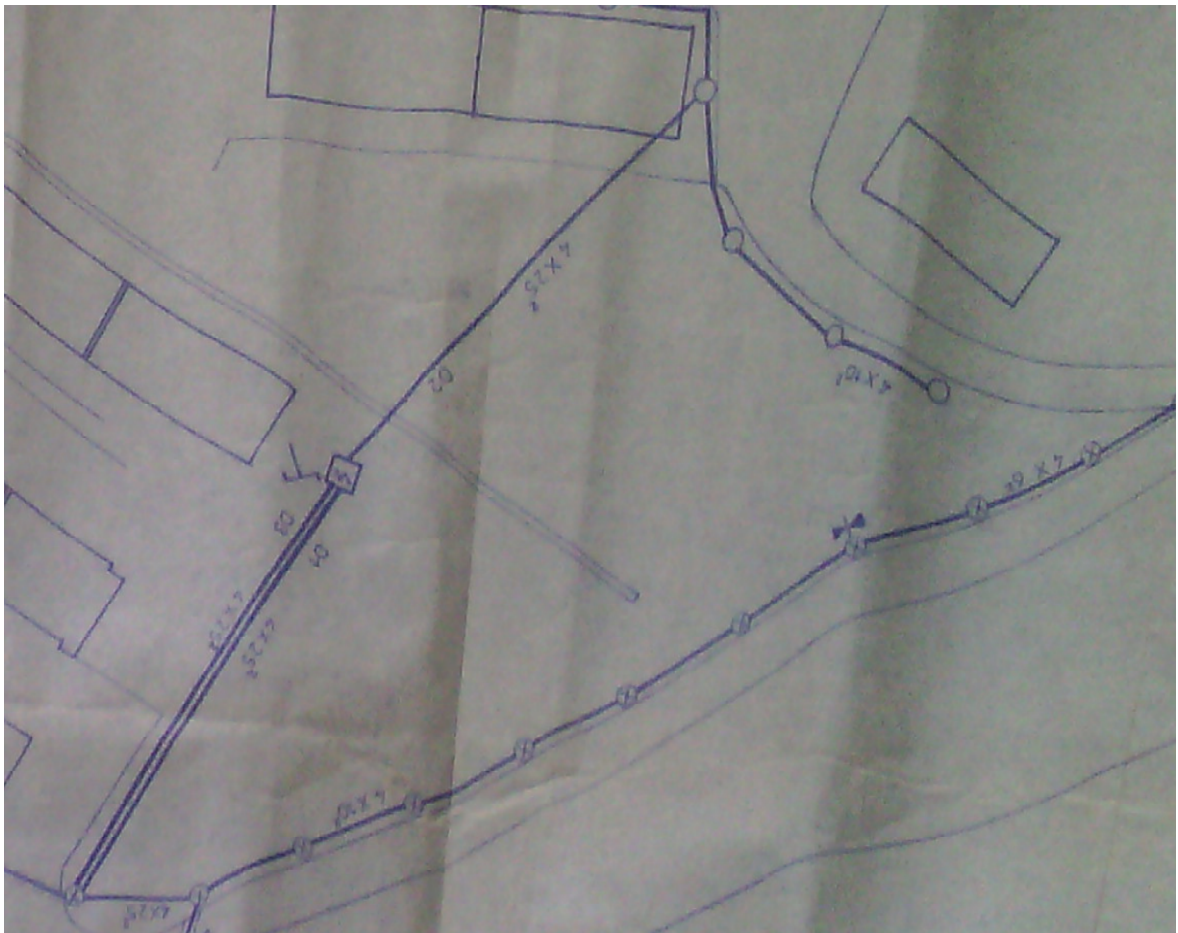


Figure 6: schéma de la retenue collinaire de l'ITMAS de TIZI OUZOU

Source : Archive ITMAS TO

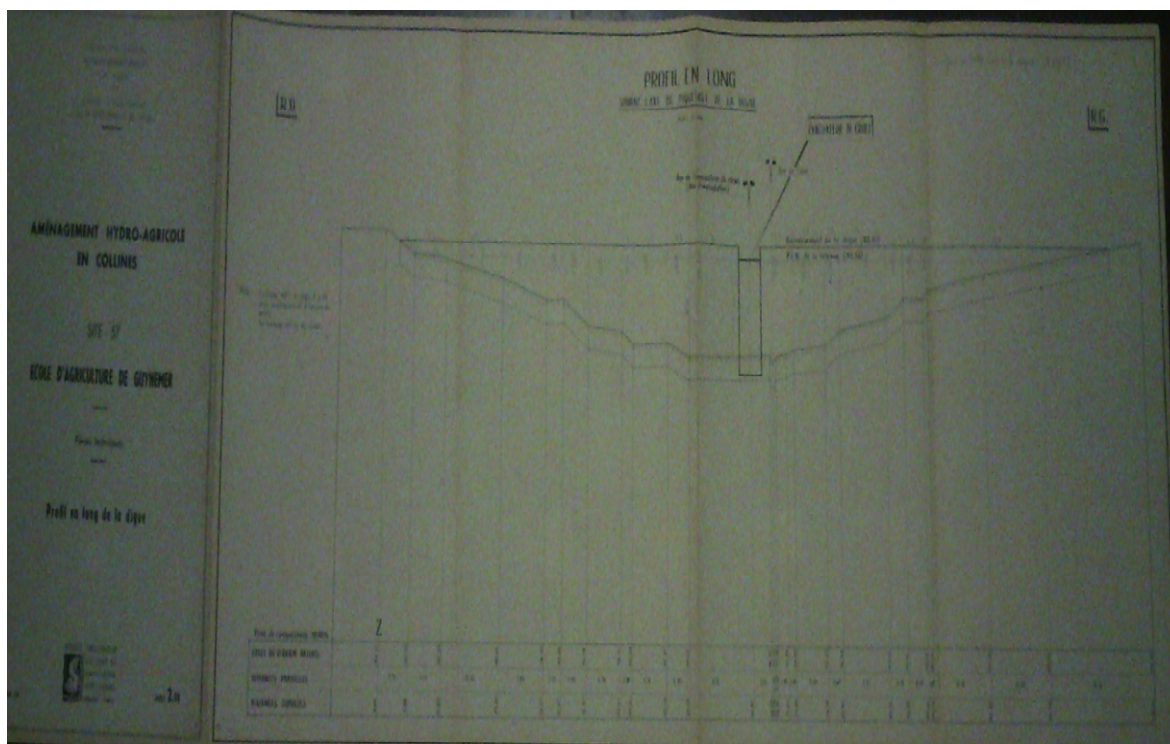


Figure 7 : Plan d'aménagement de la digue de la retenue collinaire de l'ITMAS (TO)

A-1-3-Etudes de la flore peuplant le périmètre de la retenue

La retenue par son caractère artificielle suite aux différents travaux réalisés en son sein, a aussi fait objet d'une protection biologique contre l'érosion. A cet effet, un plan d'enherbement en aval de la digue (voir en annexe 2),

En vue d'évaluer le pouvoir auto épurateur de notre mini écosystème, par phyto-extraction, des observations directes portant sur la flore, ont eu lieu le 12 mai 2015 en compagnie de Mr Arkoub (Enseignant en production végétale), dont le recueil floristique, notamment des végétaux ligneux sont listés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°3 : forme et mobilité des éléments nutritifs

Essences végétales	Nom binominal	Famille	Principales caractéristiques
Asphodèle	<i>Asphodelus cerasiferus</i>	Liliaceae	Pousse sur les sols calcaires
Aubépine	<i>Crataegus sp</i>	Rosacées	Vertus thérapeutique
Caroubier	<i>Ceratonia siliqua</i>	Fabaceae	Essence thermophile /pente
Casuarina	<i>Casuarina sp</i>	Casuarinaceae	Ressources alimentaire pour chenilles
Cyprès	<i>Cupressus sp</i>	Cupressaceae	Croissance rapide/ brise vent
Faux poivrier	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	Soutien les murets de pierre
Frêne	<i>Fraxinus sp</i>	Oleaceae	Bois dur : le bois des manches
Eucalyptus	<i>Eucalyptus sp</i>	Myrtaceae	Adaptation / croissance rapide
Lentisque	<i>Pistacia lentisscus</i>	Anacardiaceae	Matic/désinfecte/ absorbe les mauvais goûts
Phragmites	<i>Phragmite sp</i>	Poaceae	Phytoépuration
Saule	<i>Salix sp</i>	Salicacaceae	Nourrit les hétérocères (papillon de nuit)
Tamaris	<i>Tamarix sp</i>	Tamaricaceae	Résiste au vent / préférence ensoleillement

A-1-4- Type De Sol :

Les sols de l'ITMAS sont de nature argileuse humique et les caractéristiques détaillées dans le tableau ci après, résumant les résultats obtenus par de HEDJEL Meriem (1996).

Tableau 4 : caractéristique du sol de l'ITMAS de Boukhalifa Cne de Tizi-Ouzou

Profondeurs (Cm)	0-20 I	20-40 I	0-20 II	20-40 II	0-20 III	20-40 III	Observation
pH _{eau}	8,35	8,35	8,29	8,36	8,34	8,37	Alcalin
% d'Argile	41	41	41	41	41	41	Argilo-limoneux
% Limon fin	22,5	20,5	20	22	21	20	
% Limon grossier	30	30,9	30	31	30,16	31,16	
% Sable fin	2,4	2,5	2,3	2,6	2,1	2,7	
% Sable grossier	3	3,9	3,2	4,1	3	4,4	
N (ppm)	630	590	560	560	550	490	
C (%)	0,77	0,69	0,62	0,62	0,62	0,57	
MO (%)	1,32	1,18	1,06	1,118	1,06	0,98	
C/N	11,53	11,67	11,07	11,67	11,27	11,63	Vie microbienne ralentie, empêche l'évolution du rapport C/N
CE (mmhos)	1,36	0,91	1,36	1	1,18	0,91	
P (ppm)	63,75	62,42	65,29	60,61	64,63	63,82	Faible (0,06%)
K (ppm)	31,4	34,5	34	22,6	28,1	25,1	
Calcaire (total)	15,25	21,25	19,37	25	21,87	20	
Calcaire actif	12,75	13,25	13,25	9,75	8,75	7,5	

A-1-5- Programmes de fertilisation et pesticides et système de culture:

Les différents types d'engrais apportés, de traitement phytosanitaires ainsi que le système de culture sont résumés dans le tableau N° 5.

Tableau N° 5 : Programmes de fertilisation et pesticides et système de culture

Cultures	Engrais azotés	Engrais phosphatés	Engrais potassique	Apport organique	Pesticides	Système de culture (irrig/sec)
Pomme de terre	NPK Urée 46 Engrais foliaire de type NPK+ élément secondaires et oligo-éléments			Fumier issue d'élevage bovin laitier	Insecticides Fongicide : Curatifs préventifs	Intensément irrigué (par aspersion)
Agrumes						Modérément irrigué (par rigole)
Rosacées						
Figuier	Néant					
Céréales	Urée et PK (20- 25)			-	-	-
Légumineuses	Néant					
Vignes et oliveraie pédagogique	Urée 46 Engrais foliaire de type NPK, élément secondaires et oligo-éléments			Fumier issue d'élevage bovins laitier	Insecticides Fongicide : Curatifs préventifs	Irrigué (par submersion)
Pépinière oléicole	Néant					

Source : Service Exploitation ITMAS, 2015

A-2- Matériels :**A-2-1- Appareillage :**

- pH mètre HANNA ;
- Conductimètre ;
- Turbidimètre HANNA ;
- Oxymètre ;
- Etuve universelle ;
- Spectrophotomètre HACH ;
- Thermomètre HANNA ;
- Spectrophotomètre d'émission de flamme ;
- Agitateur magnétique ;
- Dessiccateur ;
- Dispositif de filtre sous vide ou sous pression ;

A-2-2- Verrerie et autres matériels :

- Pipettes graduées 1 ml, 5 ml et 10 ml
- Flacons de 250 ml, 500 ml et 1000 ml ;
- Fioles (coniques, jaugées);
- Burettes ;
- Bêchers ;
- Erlenmeyer ;
- Spatules ;
- Pinces ;
- Pissettes ;
- Glacières et flacons de prélèvement en plastique et verre

A-3- Méthodes :**A-3-1-Prélèvement :**

Le mode de prélèvement varie suivant l'origine de l'eau. Dans le cas d'un lac ou d'une retenue d'eau, il y a lieu de choisir plusieurs points de prélèvements et, en chacun d'eux, de prélever plusieurs échantillons à différentes profondeurs pour tenir en compte de l'hétérogénéité verticale et horizontale. Le mélange de plusieurs échantillons ainsi recueillis peut donner un échantillon moyen (Rodier, 2005).

Nos prélèvements ont eu lieu à partir des tuyaux d'irrigation reliés à une pompe dont la crépine est immergée à environ 5 mètres de la surface des eaux, en aval de la retenue, soit au niveau du point le plus bas de la digue, tel que sont représentés dans le tableau ci-dessus.

Tableau N° 6 : tableau de l'échantillonnage

Prélèvement	Dates	Paramètres	Type de flacon
P1	01/06/2015	pH, température, oxygène dissous, turbidité, MES et matière organique	En plastique
P2	08/06/2015		
P3	15/06/2015		
P4	22/06/2015	Azote, phosphore, potassium	En verre En plastique
P5	29/06/2015	Potassium	Plastique
P6	02/07/2015	Potassium	Plastique

Le transport des échantillons se faisait régulièrement dans une glacière et conservés au réfrigérateur du laboratoire G3 « TVRH » du département d'agronomie.

A-3-2- Analyses des échantillons :

Pour l'analyse de la qualité de nos eaux, on a fait recours aux laboratoires de TVRH, laboratoire du CFPA des Ouadhias, du laboratoire de l'ADE ainsi que le laboratoire de chimie du département pharmacie de la faculté de médecine de Tizi-Ouzou.

A-4- paramètres étudiés :

A-4-1- température :

La température de l'eau influe sur beaucoup d'autres paramètres, notamment son importance dans la dissolution et la saturation d'un milieu aquatique en oxygène, qui est notre raison d'évaluer ce paramètre. L'eau de surface est indépendante de la température de l'air, ainsi sa mesure est in situ. En effet, l'évaluation de la température d'eau faisant objet de notre étude a eu lieu sur place, au moment des différents prélèvements, avec un thermomètre à sonde du laboratoire de l'ITMAS, de type HANNA.

A-4-2- oxygène dissous (méthode électrochimique à la sonde) :

La concentration en oxygène dissous est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface vu son importance dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse. Comme la température, il se mesure sur terrain avec un oxymètre, ainsi on a procédé à l'évaluation de l'oxygène dissous in situ avec l'oxymètre du laboratoire comme le montre la photo suivante.

Image n° 8 : oxymètre
portatif



- L'étalonnage de l'appareil se fait avec de l'eau distillée.
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée.
- Procéder à une agitation.
- Immerger l'électrode dans l'échantillon.
- Faire la lecture après stabilisation de la valeur de l'oxygène dissous affichée sur l'Oxymètre.

La concentration en oxygène dissous, à la température de mesure, est exprimé en mg/l (Rodier et al, 2005).

A-4-3-pH:

La mesure du pH est indispensable dans l'étude de tous les phénomènes physique, chimique et biologique comme il est cité par Isabelle Couture, « le pH influence la forme et la disponibilité des éléments nutritifs dans l'eau d'irrigation. Le pH de l'eau d'irrigation devrait se situer entre 5,5 et 6,5. À ces valeurs, la solubilité de la plupart des micro-éléments est optimale ». C'est un paramètre, à évaluer de préférence, aussitôt possible si on ne dispose pas de pHmètre portatif in situ mais dans le cas contraire, qui est le notre, on prend sa mesure dès l'arrivée des échantillons d'eau au laboratoire. En effet, les différents prélèvements étaient soumis au test de pH au laboratoire TVRH.



Image n° 9 : pHmètre de paillasse

Mode opératoire :

- Etalonner le pH mètre avec une solution tampon ;
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée ;
- Immerger l'électrode dans l'échantillon ;
- Procéder à une agitation ;
- Faire la lecture après stabilisation du pH à une température de 20°C.

❖ *Expression des résultats :*

Les mesures sont exprimées en unités de pH (Rodier et al, 2005).

A-4-4- turbidité :

La turbidité traduit la présence des matières étrangères en suspension dans l'eau. Le choix des méthodes d'évaluation des MES dépend de la turbidité, ainsi si l'eau est très chargée, on utilise la méthode de centrifugation et si l'eau est peu turbide, on procède par la méthode de filtration. (Rodier, 2005).

La mesure de turbidité peut se faire par des méthodes visuelles introduites par JACKSON (voir détaille en annexe) et la plus utilisée actuellement la méthode néphélométrique par ailleurs nos échantillons étaient soumis à cette méthode au laboratoire traitement des eaux du CFPA des Ouadhias, représenté dans la figure ci-dessus.

Principe

La mesure de la turbidité de l'eau peut s'effectuer en utilisant l'effet Tyndall ou l'opacimétrie. L'effet Tyndall est utilisé plus spécialement pour la mesure des faibles

turbidités (eau de boisson), l'opacimétrie est appliquée aux eaux de fortes turbidités (eaux brutes, eaux résiduaires). Quel que soit le principe utilisé, l'appareil nécessite un étalonnage.

Mode opératoire :

Etalonnage de l'appareil avec les solutions étalons à 0,1 NTU, 15 NTU, 75 NTU et 100 NTU

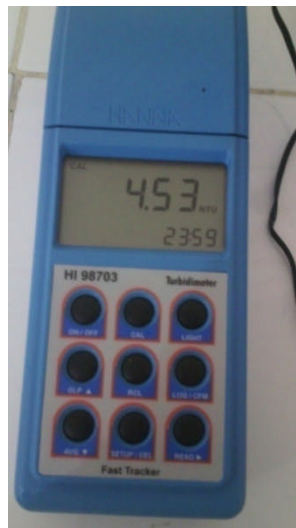
Remplissage des cuves après agitation des eaux à analyser

Lecture directs sur l'écran du turbidimètre

Nombre de répétition :

On a effectué une lecture sur chacun des prélèvements P1, P2 et P3.

Image n° 10 :
turbidimètre portable



c- Expression des résultats :

La turbidité d'une eau est exprimée en unité Formazine qui correspond à une unité Néphélométrie (NTU).

A-4-5-Matières en suspension (MES) :

Selon Rodier (2009), la détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation. La méthode par centrifugation est surtout réservée aux eaux contenant trop de matières colloïdales qui n'est pas le cas de notre eau.

Il convient d'effectuer la détermination le plus rapidement possible après le prélèvement et de préférence sur la totalité de l'échantillon : rincer le flacon de prélèvement pour éviter les pertes

Matériel spécial

- Dispositif de filtration sous vide ou sous pression (100 000 à 200 000 Pa) représenté dans la photos N° 1 dans l'image .
- Disques filtrants en fibres de verre de porosité 45 µm).

Mode opératoire

Laver le disque de filtration à l'eau distillée par immersion, le sécher (105 °C) jusqu'à masse constante, puis le peser à 0,1 mg près après passage au dessiccateur.

Le mettre en place sur l'équipement de filtration. Mettre en service le dispositif d'aspiration ou de pression. Verser l'échantillon (V) sur le filtre.

Rincer la fiole ayant contenu l'eau à analyser avec 10 mL d'eau permutée.

Faire passer sur le filtre cette eau de lavage.

Laisser essorer le filtre, sécher à 105 °C. Laisser refroidir au dessiccateur et peser à 0,1 mg près, jusqu'à masse constante.

Nombre de répétition :

Le nombre de répétition était de trois soit les prélèvements P1, P2 et P3.

Expression des résultats :

La teneur de l'eau en matières en suspension (mg/l) est donnée par l'expression suivante:

$$\frac{M_1 - M_0}{V} \times 1\,000$$

M_0 = masse du disque filtrant avant utilisation (mg).

M_1 = masse du disque filtrant après utilisation (mg).

V = volume d'eau utilisé (mL).

(RODIER J., 2009).

Les étapes de l'analyse de ce paramètre sont illustrés dans la figure suivante.



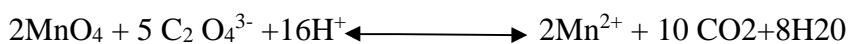
Figure 11 : dispositif d'évaluation des MES (photos originales)

A-4-6- Matière organique par l'indice permanganate(IP) :

C'est en mesurant la quantité d'oxygène qu'elles absorbent que les matières organiques sont évaluées. La procédure d'analyse repose sur un dosage par le permanganate de potassium.

Par définition, l'indice permanganate d'une eau est la concentration en masse d'oxygène en relation avec la quantité d'ions permanganate consommée par un échantillon d'eau faiblement chargé en matière organique.

L'équation globale du dosage étant



❖ Réactifs :

- Acide Sulfurique, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ mol/l}$.
- Oxalate de Sodium, solution étalon, $c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5 \text{ mmol/l}$.
- Permanganate de potassium, solution titrée, $c(\text{KMnO}_4) \approx 2 \text{ mmol/l}$.

❖ Mode opératoire :

L'analyse de cette variable a fait objet d'une analyse eu lieu au sein du laboratoire de chimie du CFPA de OUADHIAS, pour la disponibilité d'un agitateur chauffant à 300°C,

température exigée par le protocole et un thermomètre digital permettant de contrôler la température lors du refroidissement à 70°C.

Diluer les échantillons ayant un indice de permanganate élevé de façon à ce que les résultats pour les échantillons dilués soient dans la zone de 0,5 mg/l à 10 mg/l.

Transférer, à l'aide d'une pipette, 25 ml d'échantillon (ou d'échantillon dilué) dans un tube à essai. Ajouter 5 ml d'acide sulfurique et mélanger en agitant doucement.

Ajouter 5 ml de la solution étalon de permanganate de potassium.

Placer le tube à essai dans le bain d'eau bouillante pendant 10 min \pm 2 min.

Après 10 min, ajouter 5 ml de la solution étalon d'oxalate de sodium 5 mol/l et attendre que la solution se décolore. Titrer pendant que la solution est encore chaude, avec la solution étalon de permanganate de potassium jusqu'à une coloration rose pâle persistante pendant environ 30 s. Noter le volume, V_1 , de solution de permanganate consommé.

Effectuer parallèlement à la détermination, un essai à blanc en utilisant le même mode opératoire, mais en remplaçant la prise d'essai par 25 ml d'eau.

Noter le volume, V_0 , de solution de permanganate consommé.

Conserver la solution titrée pour l'étalonnage de la solution étalon de permanganate de potassium.

À la solution titrée conservée pour la détermination du blanc, ajouter 5,00 ml de la solution d'oxalate de sodium. Réchauffer la solution, si nécessaire, à environ 80°C et titrer avec du permanganate jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante pendant environ 30 s.

Noter le volume, V_2 , de solution de permanganate consommé.

❖ *Expression des résultats :*

Calculer l'indice de permanganate, IP, exprimé en milligrammes d'oxygène par litre, à l'aide de l'expression suivante :

$$IP = \frac{V_1 - V_0}{V_2} \cdot f$$

V_0 : est le volume, en millilitres, de la solution de permanganate consommé dans le dosage du blanc ;

V_1 : est le volume, en millilitres, de la solution de permanganate consommé dans le dosage de la prise d'essai;

V_2 : est le volume, en millilitres, de la solution de permanganate consommé pour l'étalonnage;

f : est le facteur, en milligrammes par litre, utilisé pour recalculer l'oxygène et pour tenir compte du volume d'échantillon utilisé ; f est calculé comme suit:

$$f = \frac{V_4 \cdot c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot M_0 \cdot 1000}{1000 \cdot V_5}$$

V_4 : est le volume, en millilitres, de la solution étalon d'oxalate de sodium consommé pour la détermination selon** (dans le cas présent: 5);

$c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$: est la concentration de quantité de matière, en millimoles par litre, de la solution

étalon d'oxalate de sodium (dans le cas présent: 5).

1000 (numérateur) : est le facteur utilisé pour calculer $c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, de mmol/l en mmol/ml, en ml/l.

M_0 : est la masse molaire, en milligrammes d'oxygène par millimole, pour recalculer l'oxygène (dans le cas présent: 16) ;

V_5 : est le volume d'échantillon utilisé, en millilitres (dans le cas présent: 25);

1000 (dénominateur): est le facteur utilisé pour recalculer la valeur mesurée à 1 litre du volume d'échantillon, en millilitres par litre (ISO 8467 NA: 2064).



Image N°12 a : préparation des solutions de dosage et titrage (photos

Image N°12 b: les solutions de KMnO_4 et oxalate de potassium (photos originale)



Figure 12 : Etapes de dosage de matière organique par l'Indice IP

A-4-7- substances nutritives :

Le dosage des substances nutritives se fait à l'aide de la spectrophotométrie pour l'azote et le phosphore et la photométrie pour le potassium, ceci nous a imposé des préparations des solutions étalons et des solutions colorés mais par manque de quelques réactifs pour N et P, nous avons fait recours au laboratoire de l'Algérienne des Eaux. Pour ce qui est du potassium, nous avons sollicités les responsables du département de pharmacie (faculté biomédicale).

A-4-7-1- Azote :**A-4-7-1-1- ammonium:**

Le dosage de l'ammonium a été réalisé par l'ingénieur du laboratoire de la l'ADE de TIZI OUZOU, lequel nous a remis les résultats et le mode opératoire.

❖ Réactifs :

• Réactif coloré :

- Salicylate de sodium.....13g ;
- Citrate trisodique dihydraté.....13g ;
- Sodium nitropentacyanoferrate (III) dihydraté.....0,097g ;
- Eau distillée.....100ml.

• Solution de dichloroisocyanurate de sodium:

- Hydroxyde de sodium.....3,2g
- Dichloroisocyanurate dihydraté.....0,2g
- Eau distillée.....150g

❖ Mode opératoire :

Prendre 40 ml d'échantillon dans une fiole de 50 ml ;

Ajouter 4 ml du réactif coloré et mélanger, il y aura alors apparition d'une coloration jaune.

Ajouter 4 ml de la solution de dichloroisocyanurate de sodium et homogénéiser et, compléter avec de l'eau distillé jusqu'au trait de jauge.

Après 1 heure de l'ajout de la solution du réactif, s'il y aura apparition d'une coloration verdâtre, mesurer la concentration en ion d'ammonium à une longueur d'onde de 655 nm avec le spectrophotomètre.

Essai à blanc :

Procéder comme décrit précédemment, mais en utilisant 40 ml d'eau distillée à la place de la prise d'essai (ISO 7150/1-1984 (F)).

nombre de répétition :

Ce paramètre n'a pas fait objet de répétition, l'analyse concerne les échantillons de P4 transportés dans une glacière dans un temps ne dépassant pas une demi-heure du prélèvement.

a- Etablissement de la courbe d'étalonnage (calibration)

Introduire dans une série de fioles de 100 mL, les volumes de solution étalon (**d**) indiqués dans le tableau ci-après.

Volume de solution à 10 mg/L (mL)	Correspondance en mg de NH_4^+ / L
1	0.1
2	0.2
4	0.4
6	0.6
8	0.8
10	1.0

A-4-7-1-2- nitrites :

Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux.

L'acide nitreux est un acide instable de formule HNO_2 , la formule de l'ion nitrite est NO_2^- .



Les échantillons consacré à l'étude de ce paramètre appartiennent aux prélèvements P4, traités le jour même du

Prélever les échantillons pour laboratoire dans des flacons en verre, conserver entre 2 et 5 °C et analyser dans les 24 h.

❖ Réactifs :

- Mélange acide :
 - Acide sulfurique (H_2SO_4).....500 ml ;
 - Acide orthophosphorique (H_3PO_4).....500 ml ;
 - Acide amidosulfonique.....0,040 g.
- Diméthyle - 2.6 phénol, solution à 1.2 g/l.

❖ **Mode opératoire :**

A l'aide d'une éprouvette, introduire 35 ml du mélange acide dans une fiole conique séchée de 100 ml, puis ajouter 5ml de l'échantillon et 5ml de la solution de diméthyle-2,6 phénol. Mélanger soigneusement le contenu de la fiole par agitation circulaire et laisser reposer pendant 10 à 60 mn.

Effectuer un essai à blanc parallèlement au dosage en utilisant 5 ml d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

La concentration en azote nitrate est la valeur donner par le spectrophotomètre à une longueur d'onde de 324 nm, La concentration en Nitrate est égale à $N-NO_3 \times 4,427$ (ISO 7890/1-1986).

Tableau Courbe d'étalonnage

file 1 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

A-4-7-1-3- nitrates :

Les échantillons sont prélevés dans des bouteilles en verre et doivent-être analysés dès que possible après leur prélèvement. Ils sont conservés entre 1 et 5 °C (voir INQ-LAB 05).

❖ **Réactifs :**

- Mélange acide :
 - Acide sulfurique (H₂SO₄).....500 ml ;
 - Acide orthophosphorique (H₃ PO₄).....500 ml ;
 - Acide amidosulfonique.....0,040 g.
- Diméthyle - 2.6 phénol, solution à 1.2 g/l.

❖ **Mode opératoire :**

A l'aide d'une éprouvette, introduire 35 ml du mélange acide dans une fiole conique séchée de 100 ml, puis ajouter 5ml de l'échantillon et 5ml de la solution de diméthyle-2,6 phénol. Mélanger soigneusement le contenu de la fiole par agitation circulaire et laisser reposer pendant 10 à 60 mn.

Effectuer un essai à blanc parallèlement au dosage en utilisant 5 ml d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

La concentration en azote nitrate est la valeur donner par le spectrophotomètre à une longueur d'onde de 324 nm, La concentration en Nitrate est égale à $N-NO_3 \times 4,427$ (ISO 7890/1-1986).

Etablissement de la courbe d'étalonnage

Dans une série de capsules de 100 ml introduire successivement :

N° des capsules	T	1	2	3	4	5	6
Solution fille de NO_3^- à 10mg/l (ml)	0	1	2	4	6	8	10
Eau distillée (ml)	10	9	8	6	4	2	0
Correspondance en mg/l de nitrates	0	1	2	4	6	8	10
Na OH 0 30%	3gouttes	3gouttes	3gouttes	3gouttes	3gouttes	3gouttes	3gouttes
Solution de Salicylate de Na (ml)	1	1	1	1	1	1	1
Evaporation à sec à 80°C							
H_2SO_4 concentré (ml)	2	2	2	2	2	2	2
Laisser reposer 10 min							
Tartrate double de Na et K (ml)	15	15	15	15	15	15	15

Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 415nm, construire la courbe d'étalonnage.

A-4-7-2- : phosphate :

Prélever des échantillons pour laboratoire dans des bouteilles en polyéthylène, polychlorure de vinyle ou, de préférence, en verre. En cas de faible concentration de phosphate, utiliser des bouteilles en verre.

❖ **Principe :**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium.

Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption.

❖ Réactifs :

- Réactif mélange :

a)- 13g d'heptamolybdat d'ammonium.....qsp 100ml H₂O distillée ;

b)- 0,35g de tartrate d'antimoine.....qsp 100ml H₂O distillée ;

c)- 150ml d'acide sulfuriques concentré.....qsp 300 ml H₂O distillée.

- Acide ascorbique :

10g acide ascorbique..... qsp 100ml H₂O distillée.

❖ Mode opératoire :

Prendre 40 ml d'eau à analyser ;

Ajouter 1ml d'acide ascorbique et 2 ml du réactif mélange ;

Incubation pendant 10 min ;

L'apparition d'une coloration bleue indique la présence des phosphates.

Mesurer l'absorbance à 880 nm. Les résultats sont exprimés en mg/l (ISO 6878, 1986).

A-4-7-3- potassium /

Le potassium forme 1 à 4 % de la matière sèche des plantes. C'est un facteur activant la croissance, et régulateur du système eau-plante (FAO, 1979).

Mode opératoire :

Dissoudre 1.907g de KCl (ayant été séché à 105°C pendant une heure de temps) dans un litre d'eau distillée. Cette solution a, ainsi, une concentration égale à 1000 mg/l de potassium (K⁺).

Soit C₁ = 1000 mg/l. La solution doit être stockée dans une bouteille en plastique.

A partir de C₁ préparer quotidiennement une solution de 10 mg/l, en prélevant 1ml q.s.p 100ml.

Faire passer la solution de 10 mg/l trois fois, et ça doit afficher « 10 ».

Filtrer les échantillons contenant des matières particulaires, sur un filtre lavé par un acide, de diamètre des pores de 0,45µm, pour éviter un colmatage du pulvérisateur et du bruleur.

Faire passer ensuite les échantillons. Si la concentration en potassium dépasse 10 mg/l, procéder à la dilution de l'échantillon.

Les concentrations correspondent aux extinctions \times facteur de dilution.

Conclusion

L'objectif des analyses est d'établir une fiche plus ou moins exhaustive des propriétés, physiques, chimiques d'une eau. Toutefois, comme il est cité par M.Tardet (1992), la complexité des eaux naturelles, en particulier à cause des pollutions, et la sensibilité des méthodes d'analyses ne cessent d'augmenter, ce qui rend de plus en plus difficile une analyse complète. Ainsi, nous nous sommes limités à l'étude des paramètres généraux indicateurs de qualité des eaux. Aussi, les moyens limités, en matière de réactifs et les appareils d'en souffre notre faculté ainsi que l'organisme d'accueil, restent une contrainte non négligeable.

Résultats et discussions

Les résultats de notre étude n'ont pas fait objet d'étude statistique vu le nombre limité de répétition, ainsi nous avons effectué des représentations graphiques interprétés dans la mesure du possible.

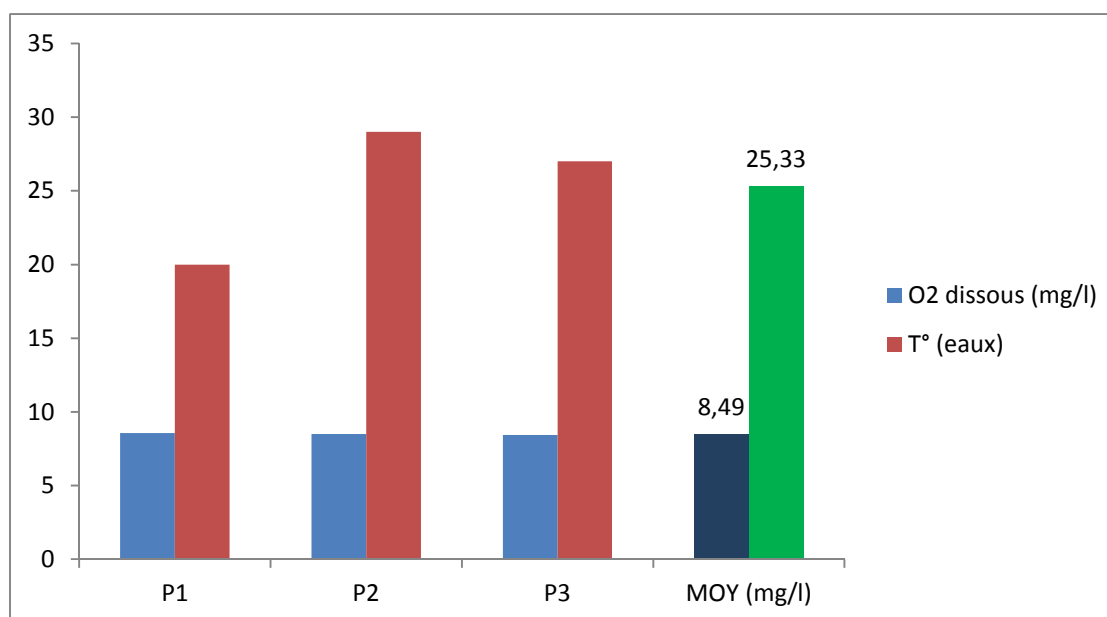
B-1-Oxygène dissous et température :

L'eau contient toujours des gaz dissous dont les concentrations dépendent notamment de la température ainsi que de la composition et de la pression de l'atmosphère gazeux avec laquelle elle est en contact. A cet effet, Les résultats de l'évaluation du paramètre « oxygène dissous » et température sont représentés ensemble dans le tableau N 7 Et illustrés dans la figure N° 13

Tableau N° 7 : Variation de l'oxygène de l'eau, de la température moyenne de l'eau, de l'air (INCOMPLET)

Prélèvements	P1	P2	P3	MOY (mg/l)
O2 dissous (mg/l)	8,56	8,49	8,43	8,49
T°C (eaux)	20	29	27	25,33
T°C air (à l'heure du prélèvement)	24	24,4	22,5	23,63
T° °C air (moyenne journalière)	22	23	21	22

Figure 13 : Evolution de l'oxygène et de la température des eaux du lac pendant la période d'essai



Du tableau et le graphique ci-dessus, ressort que le taux d'oxygène est relativement stable, et que notre eau est suffisamment oxygénée pour permettre un bon développement des espèces assurant l'autoépuration des cours d'eau, et ne présente aucun problème de fermentation.

Quand aux températures, elle sont relativement variable en fonction des températures de l'air, ces valeurs sont inférieures à 35°C, considérée comme valeur limite indicative pour les eaux usées destinées à l'irrigation des cultures (CNS, 1994 in DERWICH, 2008), néanmoins elle se situent dans l'intervalle des températures tolérable par les plantes cultivées, .

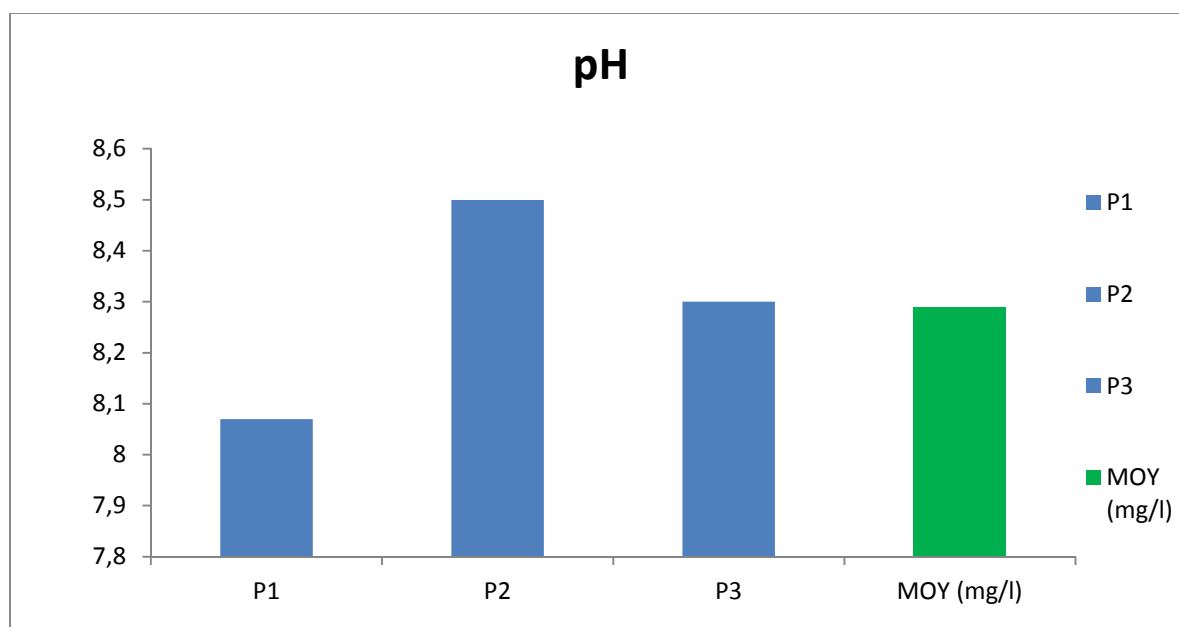
B-2- potentiel hydrogène pH :

Les valeurs de pH enregistrées durant la période d'analyse sont représentées dans le tableau N° 8 et illustrées dans la figure N° 14 :

Tableau 8 : Variation du pH du eaux du lac pendant la période d'essai

prélèvement	P1	P2	P3	MOY (mg/l)
pH	8,07	8,5	8,3	8,29

Figure 14 : Evolution du pH des eaux du lac pendant la période d'essai



Le tableau et le graphique ci-dessus montrent que notre eau est légèrement alcaline, ainsi que les sols qu'elles traversent tel qu'il est reporté dans le tableau N° 4 (tableau analyse du sol).

En se référant aux normes d'eau d'irrigation (voir annexe 1), ces valeurs se situent à la limite supérieure qui est de l'ordre de 8,4. Par ailleurs, on peut avancer l'hypothèse suivante « il n'y aura aucun risque de pollution par les métaux lourds, qui se dissolvent dans l'eau aux valeurs de pH acide »

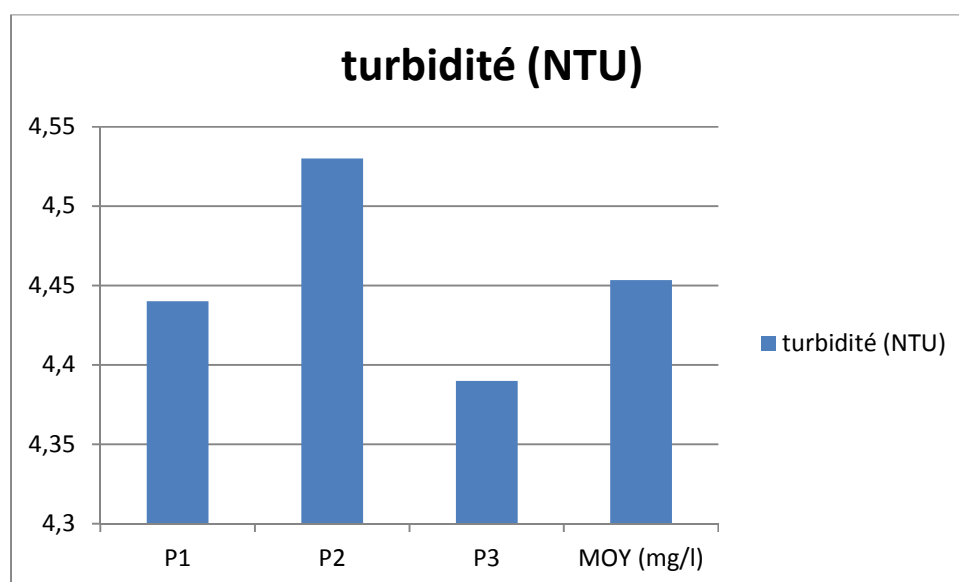
B-3-TURBIDITE

Les résultats trois répétitions relatives au paramètre de turbidité, sont donnés dans le tableau N° 9 et illustrés dans le graphique N° 15 :

Tableau N° 9 : variations de la turbidité de l'eau du lac pendant la période d'essai

	P1	P2	P3	MOY
Turbidité (NTU)	4,44	4,39	4,53	$M = 4,44$

Figure 15 : Evolution de la turbidité des eaux du lac pendant la période d'essai



Le graphique ci-dessus révèle un faible accroissement de turbidité de l'eau de la retenue, qui peut être dû à l'orage et les précipitations, de l'ordre de 14,4 mm survenus la nuit précédant le prélèvement.

Ces résultats permettent de classer notre eau dans les eaux claires conformément à la classification (anonymes, 2010)

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

Les résultats obtenus correspondent aux valeurs habituellement enregistrés chez les eaux naturelles, d'ailleurs elles sont voisines des résultats obtenus par AIT NAMANE et ABDENOUR, sur les eaux brutes au niveau du barrage de TAKSEBT, qui ont varié entre de 2,06 à 6,54.

B-4-Matière en suspension « MES » :

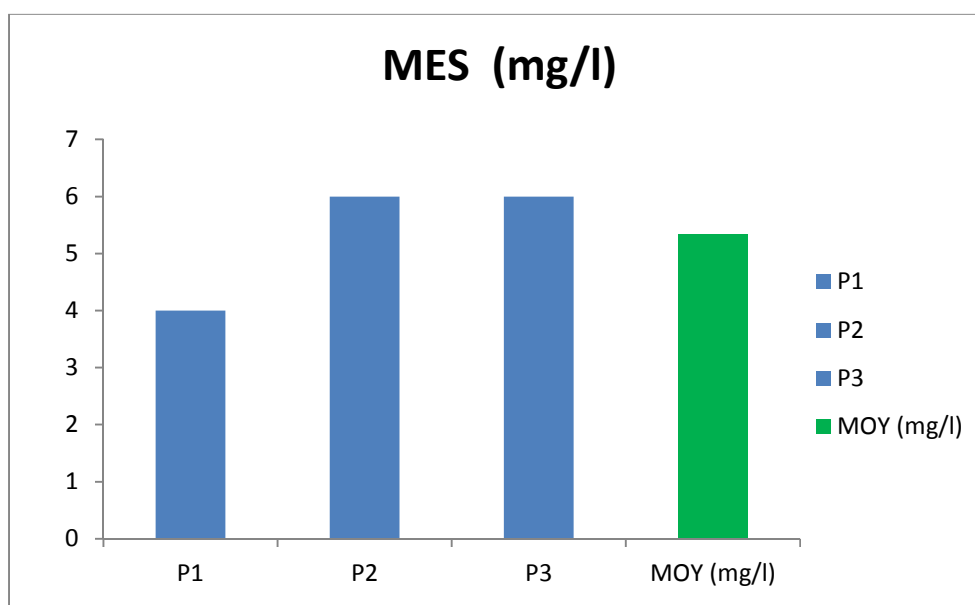
Comme il est cité par Rodier (2009), Les particules sont toujours présentes dans les eaux naturelles, en général, et dans les eaux superficielles, en particulier.

Les résultats et les moyennes obtenues des trois répétitions comparés toujours à un témoin sont donnés dans le tableau et la figure ci-dessous :

Tableau n° 10: variations du taux de matière en suspension dans les eaux du lac pendant la période d'essai

Echantillons	T	P1	P2	P3	Moy
M1(mg)	111,7	111,1	111,7	111,8	
M2(mg)	111,7	111,5	112,3	112,4	
MES (mg /l)	00	4	6	6	5,33

Figure 16 : Evolution des MES de l'eau du lac pendant la période d'essai



Durant nos trois prélèvements, on a enregistré une différence insignifiante entre le prélèvement P1 coïncidant avec le démarrage des irrigations et les deux prélèvements étaient légèrement chargés qui peut être dû à l'abaissement de la profondeur de prélèvement.

Néanmoins, les résultats ainsi obtenus sont sensiblement faible, pour les méthodes d'irrigation de surface et d'aspersion. Ainsi aucune restriction à la micro-irrigation n'est envisageable.

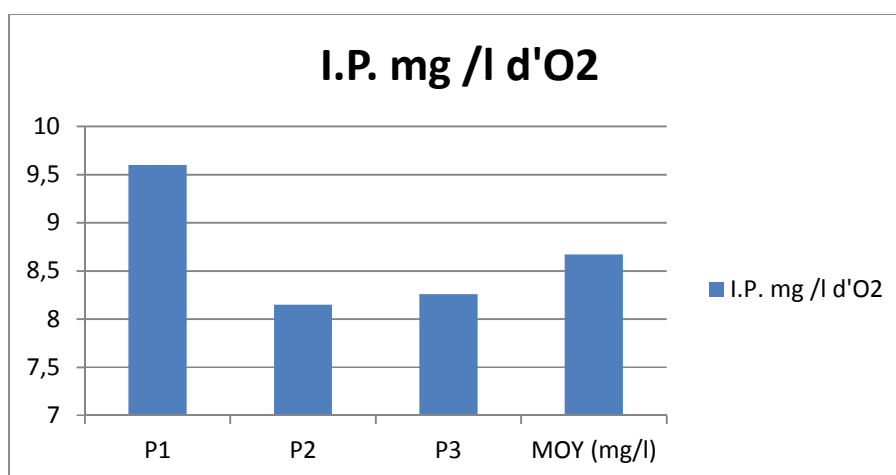
B-5-Matière organique (IP) :

Les résultats d'analyse de nos eaux, portant sur le taux de la matière organique obtenu sont relativement élevés comparativement aux résultats obtenu au niveau du barrage de TAKSEBT et du forage de BOUKALFA qui sont respectivement 3,33 mg/l et 2,26 mg/l .

Tableau N° 11 : résultats du dosage de la matière organique par l'indice permanganate.

prélèvement	P1	P2	P3	MOY (mg/l)
I.P. mg /l d'O2	9,6	8,15	8,26	8,67

Figure 17 : Evolution de l'Indice permanganate dans les eaux pendant la période d'essai



KENNEDY et al. (1996) ont observé que l'augmentation du pH s'accompagne d'une augmentation des matières organiques naturelles dissoutes (In Aurélien LAVAUD, 2010). En effet, cette observation s'est confirmée dans le cas de notre eau, où on a observé un taux de matière organique relativement important avec un pH élevé.

B-6-Eléments nutritifs :

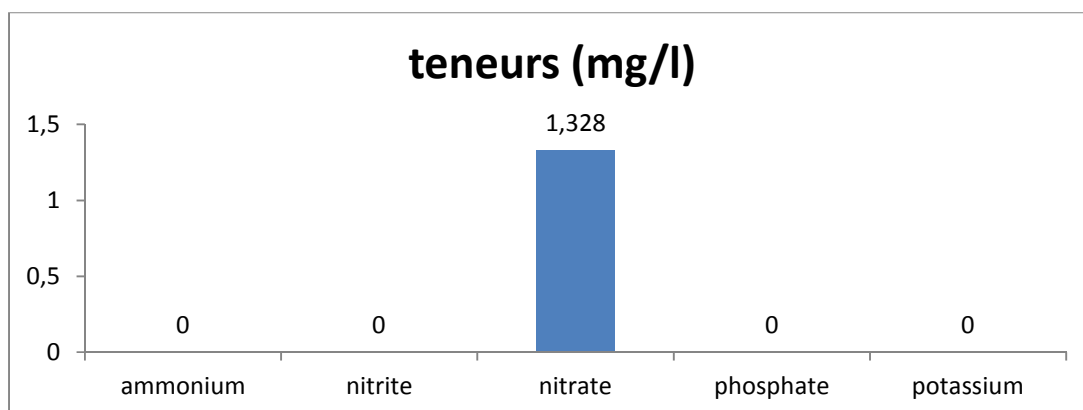
Les eaux d'irrigations peuvent apporter les éléments fertilisants majeurs et contribuer de cette manière à la fertilisation du sol. Il est cependant nécessaire de signaler qu'un excès des macronutriments peut causer des dommages à l'environnement. La connaissance de la teneur de ces éléments dans les eaux utilisées est importante parce qu'elle permet en outre de faire une utilisation raisonnée de la ressource.

Dans cette étude, nous avons déterminé les teneurs de N-NH₄, N-NO₂, N-NO₃, PO₃- et K⁺. et on obtenu des valeurs nulles sauf pour l'azote minérale et nos résultats sont représentés dans le tableau N° 12 et le graphique N° 18 .

Tableau N° 12 : Les résultats du dosage des éléments nutritifs dans l'eau du lac.

éléments	Ammonium (NH ₄ ⁺)	Nitrite (NO ₂ ⁻)	Nitrate (NO ₃ ⁻)	Phosphore	potassium
Teneur en mg/l (nos échantillons)	00	00	1,328	00	00
Eau du barrage de taksebt	00	0,03	5,75	00	03
Eau des forages de boukhalfa	00	0,005	10,6	00	06

Figure N° 18 : Teneur des eaux du lac en éléments nutritifs majeurs



Du tableau et du graphique ci-dessus, ressort que notre eau est très pauvre en élément minéraux. Par hypothèse, ceci est peut être dû à l'abondance de la végétation en amont et sur les flancs du talweg, caractérisé par une croissance rapide, notamment les « phragmites » ainsi qu'un important « saule » qui en prélève les éléments nutritifs dès qu'ils sont disponibles.

A cela s'ajoute, la texture argileuse des parcelles encerclant le lac, qui a un fort pouvoir de rétention en eau et nutriments par ailleurs, ceci nous permet d'exclure toute forme de pollution agricole de notre eau, malgré les différents apports d'engrais minéraux pratiqués sur les cultures, saisonnières et pérennes.

Conclusion :

Les différentes analyses effectuées sur les eaux de la retenue collinaire de l'ITMAS destinée exclusivement à l'irrigation ont révélé que, ces eaux présentent les caractéristiques des

eaux brutes naturelles très peu chargé, légèrement alcaline, avec des températures légèrement variables mais se situent au dessous des valeurs tolérables par les cultures.

Le caractère alcalin sera essentiellement attribuable aux bicarbonates (HCO_3^-).

Notre eau est caractérisé par un taux de matière en suspension très faible ce qui lui confère une transparence approuvé par une faible turbidité, ce qui ne présente aucune restriction pour les techniques d'irrigation même les plus exigeantes.

Le taux de matière organique est assez important ainsi que le taux d'oxygène dissous est suffisant pour assurer une bonne oxydation. En effet, en présence des microorganismes, l'azote contenu dans les matières organiques est oxydé en NH_4^+ . La nitrification convertit le NH_4^+ en NO_3^- - en passant par le NO_2^- .

Aussi, l'absence de NH_4^+ dans une eau est une indication de l'absence d'une pollution organique par les micro-organismes, notamment une pollution d'origine fécale; de même, pour les nitrites traduisant un état critique de pollution organique. Ainsi, le phénomène d'eutrophisation n'est pas à craindre, du fait que des valeurs nulles pour l'azote ammoniacal, nitrique et le phosphore.

Conclusion générale

Conclusion générale et perspectives

Au terme de ce modeste travail qui a porté essentiellement sur l'évaluation qualitative et quantitative des éléments nutritifs dans une eau d'irrigation, et l'exploitation de la bibliographie relative nous a permis d'interpréter les résultats obtenus.

Ainsi, avons pu décrire d'une manière sommaire certains paramètres physiques et quelques caractéristiques chimiques, vu le nombre limité des répétitions, faute de disponibilité des réactifs et/ou l'appareillage spécifique à l'évaluation des paramètres étudiés.

Toutes fois nous pouvons conclure ce qui suit :

L'eau de la retenue collinaire de l'ITMAS, présente des critères des eaux d'origine météoriques, suffisamment chargée en oxygène dissous pour assurer la minéralisation rapide de la matière organique jugée relativement importante, néanmoins, nous pouvons écarter l'hypothèse stipulant que cette ressource est un réceptacle d'eau usée.

Notre eau présente aussi un taux de matière en suspension très faible, cependant il est souhaitable de faire varier les profondeurs de prélèvement pour pouvoir évaluer la limite de la transparence par conséquent la pénétration de la lumière, qui est un critère, de même que la turbidité, seront utiles pour l'aquaculture, dont le projet est inscrit par la Direction de la Pêche de Tizi Ouzou.

L'absence des ions ammoniacaux, les nitrites et le phosphore nous permet de classer notre eau loin des pollutions organiques et particulièrement l'eutrophisation.

A ces valeurs nulles s'ajoutent celle du potassium, qui peut être due aux fortes prélèvements de la végétation aux nutriments.

Pour l'alcalinité de ces eaux, vérifiée simplement avec le test de pH, peuvent avoir pour origine la dissolution des carbonates, qu'il serait préférable de doser si d'autres travaux y seront menés.

Ainsi, il est souhaitable de répéter cette expérimentation de façon représentative avec des variables spatiales temporaires.

*Références
bibliographiques*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abdenour N. et ait NAMANE T. , 2015. Etude Comparative De La Qualite Physico Chimique Et Bactériologique Des Eaux Mises En Distribution De La Ville De Tizi Ouzou (Barrage Taksebt Et Forages De Boukhalfa. Mémoire de fin d'étude de master en Traitement Et Valorisation Des Ressources Hydrique.

Anonyme, 2003. Manuel sur la fertilité du sol : éléments nutritifs. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales- ONTARIO

Anonyme, 2007. Classification des éléments UFAC laboratoire AG.

Anonyme 1, 2009. Cycle de l'eau

Anonyme 2 , 2010) Les différents paramètres physiques et chimiques des eaux et commentaires *Page mise à jour : octobre 2010 version word)*

Arrus R. , 1985. L'eau en Algérie de l'impérialisme au développement (1830-1962) , OPU – Alger.388 pages

Assouline, 2007. Géopolitique de l'eau : nature et enjeux. Editions Studyrama perspectives

Beer M. 2010. Procédés reconnus destinées au traitement de l'eau potable.

Beaudry J. P . , 1984 . Traitement de l'eau Ed. le Griffon d'argile INC, CANADA.

Bliefert Claus et Perraud Robert , 2004. Chimie de l'environnement : air, eau, sols, déchets. Edition De Boeck Université, Bruxelles. 477 pages.

Birgand f. Et Novince E. , Facteurs expliquant la présence e matière organique dans les eaux superficielles en Bretagne : Analyse de données existantes . rapport final de CEMAGREF- CNRS-RENNES. 85 pages.

Juliette P. et al 1958 . l'eau à la ferme et aux champs, encyclopédie des connaissances agricoles, édition HACHETTE, France, 302 pages

Bouziani M. , 2002. L'eau dans tous ses états : source de vie, ressources épuisable, maladies hydriques, pollutions chimiques. Editions DAR EL GHARB, 239 pages. C

Brower C., 1990. Gestion des eaux en irrigation –manuel de formation n° 5.Méthode d'irrigation, FAO 1990

Calvet R., 2003. Le sol : propriétés et fonctions. T1 : Constitution et structure, phénomène aux interfaces. Edition France Agricole.455 pages.

Cardot C. , 1999 . Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Ellipses editions marketing S . A.

Degremeont, 2005. mémento technique de l'eau, T1 10^ème ed . Lavoisier, paris 785 page

Degremeont, 2005. mémento technique de l'eau, T2 10^{ème} ed . Lavoisier, paris .

Djebbara M.,2004 : Les principales contraintes du développement d'une agriculture irriguée classée en grande hydraulique en Algérie-Institut National d'Agronomie d'Alger, Algérie Projet INCO-WADEMED, Actes du Séminaire, Modernisation de l'Agriculture Irriguée Rabat, du 19 au 23 avril 2004

Derwich et al, 2008. Evaluation de la qualité des eaux de surface des Oued FES et SEBOU utilisées en agriculture maraichère au maroc. Article de journal « Larhyss Journal N° 7, juin 2008 pp 59-77.

Desjardins R., 1997. Le traitement de l'eau. Edition de l'école polytechnique de Montréal.

Duguet J.P. , et al, 2005. Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1^{ère} édition, ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'Environnement).

Gaujous D., 1995. Pollution des milieux aquatiques. 2^{ème} édition. Lavoisier TEC et DOC-Paris.

Genin B, 2003 Cours d'eau et indice biologiques. Educagri 2^{ème} Edition. Dijon.

Graindorge J et Landot E, 2005. La qualité de l'eau potable, technique et responsabilité . Edition Techni-Cités.

Grosclaude G. 1999. L'eau T1 et T2 : Milieu naturel et maîtrise édition INRA Paris.

Hedjel M. (1996). Caractéristiques agronomiques de 8 variété de Triticale cultivées en Algérie- essai de comportement à la station ITMAS de Boukhalfa. UMMTO. 55 pages.

Jean J. 2013. Carence et excès de nos plantes.

Kemmoum D. et Beddek F. , 2013 . Qualité physico-chimique et biologique de l'AEP de la ville de Tizi Ouzou, mémoire d'ingénieur d'état en agronomie, UMMTO. 95 pages.

Kennedy et al. (1996). Contribution des surfaces saturées et bassins versants aux flux d'eau et éléments exportés en période de crue- article universitaire de Toulouse

Kettab A., 2001. Les ressources en eau en Algérie: Stratégies, enjeux et vision. Edition ELESVIER Science B.V.

Krugel P., 2008. Les éléments essentiels pour les plantes

Laraque in Paul Carré, 1990. Critères de qualité des eaux pour un usage en irrigation article portant sur l'hydrologie rurale : gestion rationnelle de l'eau d'irrigation. Sixièmes journées hydrologiques de l'ORSTOM, Montpellier le 12 et 13 Septembre 1990. 338 Pages

Lavaud A., 2010. Extraction et caractérisation de la matière organique soluble des horizons profonds d'un sol arable, Thèse de doctorat de l'université de Poitiers

Lounnas A., 2009. Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station HAMADI-KROMA de Skikda. Thèse de magister, Université de Skikba.

Loup J., 1974. Les eaux terrestres. Edition masson et Cie . Grenoble

Mekhaliff., 2009.Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'apport dans un circuit de refroidissement. Mémoire de magister, Université de SKIKDA- faculté des sciences.

Merdoud W. et Baglab M. T . 2012. Analyse de quelques indicateurs de performances techniques de trois systèmes d'irrigation au niveau des localités Bougara et Mouzaia (wilaya de Blida. Mémoire d'ingénieur d'état en Hydraulique rurale. UMMTO. 99 pages.

Metahri M.S. et Sahmoune A. ,2008 . Elimination de l'azote et du phosphore des eaux usées traitées par valorisation agricole. Cas de l'effluents de la station d'épuration EST de Tizi Ouzou. Thèse de doctorat. UMMTO.

Molenaar A ., 1960. L'irrigation par aspersion. Collection FAO : Projet et mise en valeur – Agriculture. Cahier N° 65, Rome 95page.

Musy A. et Higy C., 2004. Hydrologie: une science de la nature. 1^{ère} édition. Presses polytechniques et universitaires romandes

Nancy Morin, . la qualité de l'eau d'irrigation/ Un facteur à ne pas négliger.

Nicoulaud M. et al, 1988. La maîtrise de l'irrigation sous pression : aspersion et goutte à goutte. Les éditions Nathan communication, Paris . 91 pages.

Rejsek F., 2002. Analyse des eaux : aspect réglementaire et technique. Edition Centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine.

Remini B. ,2005 : la problématique de l'eau en Algérie , OPU 2005 147 Pages

Rodier et al, 2005. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8^{ème} Edition.

Rodier J . et al , 2009. l'analyse de l'eau, 9^{ème} Edition , Dunod Paris .

Riou C. et al 1997 . L'eau dans l'espace rural-production végétale et qualité de l'eau. Editions INRA-Paris , 411 pages.

Rolley P. 1953. Améliorations agricoles - Irrigations. Nouvelle encyclopédie agricole, Paris , France. 474 pages.

Salghi, 1997. Différentes filières de traitement des eaux . Editions ENSA. AGADIR.

Tardat-Henry M . et al , 1992. Chimie des eaux les éditions de Griffon d'argile, Québec , Canada

Vilagines R ., 2003. Eau, environnement et santé publique, 2éme Edition, Introduction à l'hydrologie. Co-Edition TEC et DOC Edition Médical Internationales, Londrs, paris , New York. 190 pages.

FAO .. , 1979, الأسمدة و استعمالها :كتيب لمساعدة المرشدين الزراعيين، الطبعة الثالثة ، برنامج الأسمدة ، منظمة الأغذية و الزراعة للأمم المتحدة ، روما، ايطاليا, 45 صفحة ,

(http://environnement.ecoles.free.fr/pollution_eau.htm)

Annexes

Qualités des eaux de surface et souterraine (rivières, lacs, fleuves, nappes phréatiques..)

La qualité de l'eau dépend de facteurs naturels déterminants (sol, sous-sol, etc.) et d'activités humaines (agricole, industrielle et domestique) produisant des rejets qui se retrouvent directement ou indirectement dans les milieux aquatiques.

Paramètres permettant de juger de la qualité d'une eau de surface

Catégories	Paramètres
Paramètres organoleptiques	Couleur, odeur
Paramètres physico-chimiques	Température, pH, conductivité à 20°C, chlorures, sulfates, matières en suspension, O ₂ dissous, DBO ₅ , DCO, oxydabilité KMnO ₄
Substances indésirables	Nitrates, NTK, ammonium, baryum, phosphates, phosphore total, fer total, cuivre, zinc, manganèse, fluorure, hydrocarbures, phénols, détergents anioniques
Substances toxiques	Arsenic, cadmium, cyanures, chrome total, plomb, mercure, nickel, sélénium, pesticides par substance, pesticides totaux, H.P.A. totaux
Paramètres bactériologiques	Coliformes fécaux, coliformes totaux, streptocoques fécaux
Paramètres biologiques	Chlorophylle a

O ₂ dissous mg/l	DBO ₅ mg O ₂ /l	DCO mg O ₂ /l	NH ₄ ⁺ mg NH ₄ ⁺ /l	Phosphore total mg P/l	Coliformes fécaux par 100 ml
> 7	< 3	< 20	< 0,1	< 0,1	< 20
7 - 5	3 - 5	20 - 25	0,1 - 0,5	0,1 - 0,3	20 - 2000
5 - 3	5 - 10	25 - 40	0,5 - 2	0,3 - 0,5	2000 - 20
3 - 1	10 - 25	40 - 80	2 - 8	0,5 - 3	> 20 000
< 1	> 25	> 80	> 8	> 3	.

Grille simplifiée pour l'évaluation de la qualité des eaux de rivière

1^{ère} ligne : classe 1A : bonne : absence de pollution de l'eau significative.

2^{ème} ligne classe 1B : Assez bonne. Pollution de l'eau modérée.

3^{ème} ligne : classe 2 : Médiocre. Pollution de l'eau nette.

4^{ème} ligne : classe 3 : Mauvaise. Pollution de l'eau importante.

5^{ème} ligne : Hors Classe. Pollution de l'eau très importante

Document 2 : Extrait des normes d'une eau de bassin naturel

Voici pour différents paramètres la fourchette de valeurs entre lesquelles la vie aquatique va pouvoir se développer dans de parfaites conditions.

Paramètres	mini	optimal	maxi
O ₂ dissous		> 5 mg/L	
pH	6,5	7,5 - 8,5	9,5
NH ₃ (ammoniaque)	-	0 mg/L	-
NH ₄ ⁺ (ions ammonium)	-	< 1 mg/L	-
NO ₂ ⁻ (nitrites)	-	< 0,05 mg/L	-
NO ₃ ⁻ (nitrates)	-	< 15 mg/L (50 norme)	-
Température	3°C	-	28°C
Conductivité	-	-	< 700 µS/cm

I- CLASSES D'APTITUDE A LA BIOLOGIE

Classe d'aptitude →	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice d'aptitude →	80	60	40	20	
MATIERES ORGANIQUES ET OXYDABLES					
Oxygène dissous (mg/l O ₂)	8	6	4	3	
Taux de saturation en oxygène (%)	90	70	50	30	
DBO ₅ (mg/l O ₂)	3	6	10	25	
DCO (mg/l O ₂)	20	30	40	80	
Carbone organique (mg/l C)	5	7	10	15	
NH ₄ ⁺ (mg/l NH ₄)	0,5	1,5	4	8	
NKJ (mg/l N)	1	2	6	12	

Classe d'aptitude	→	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice d'aptitude	→	80	60	40	20	
MATIERES AZOTEES HORS NITRATES						
NH ₄ ⁺ (mg/l NH ₄)		0,1	0,5	2	5	
NKJ (mg/l N)		1	2	4	10	
NO ₂ ⁻ (mg/l NO ₂)		0,03	0,3	0,5	1	
NITRATES						
Nitrates (mg/l NO ₃)		2				
MATIERES PHOSPHOREES						
PO ₄ ³⁻ (mg/l PO ₄)		0,1	0,5	1	2	
Phosphore total (mg/l P)		0,05	0,2	0,5	1	
EFFETS DES PROLIFERATIONS VEGETALES						
Chlorophylle a + phéopigments (µg/l)		10	60	120	240	
Taux de saturation en O ₂ ¹		110	130	150	200	
PH ¹		8,0	8,5	9,0	9,5	
ΔO ₂ (mini-maxi) (mg/l O ₂) ²		1	3	6	12	
PARTICULES EN SUSPENSION						
MES (mg/l)		25	50	100	150	
Turbidité (NTU)		15	35	70	100	
Transparence SECCHI (cm)		200	100	50	25	

¹ pH et taux de saturation doivent être mesurés simultanément. Le couple de paramètres est donc évalué par l'indice et la classe de qualité le moins déclassant des deux.

² l'écart mini-maxi pour O₂ est l'écart entre la valeur maximale et la valeur minimale d'une série de prélèvements, au moins horaires, faits sur 24h.

Classe d'aptitude →		Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice d'aptitude →		80	60	40	20	
TEMPERATURE						
Température (°C)						
1 ^{ère} catégorie piscicole		20	21,5	25	28	
2 ^{ème} catégorie piscicole		24	25,5	27	28	
ACIDIFICATION						
pH	min	6,5	6,0	5,5	4,5	
	MAX	8,2	9	9,5	10	
Aluminium (dissous) (µg/l)						
pH ≤ 6,5		5	10	50	100	
pH > 6,5		100	200	400	800	
MICROPOLLUANTS MINERAUX SUR EAU BRUTE						
Arsenic (µg/l)		1	10	100	270	
Cadmium (µg/l)						
Dureté faible		0,001	0,01	0,1	0,37	
Dureté moyenne		0,004	0,04	0,37	1,3	
Dureté forte		0,009	0,09	0,85	3	
Chrome total (µg/l)						
Dureté faible		0,04	0,4	3,6	70	
Dureté moyenne		0,18	1,8	18	350	
Dureté forte		0,36	3,6	36	700	
Cuivre (µg/l)						
Dureté faible		0,017	0,17	1,7	2,5	
Dureté moyenne		0,1	1	10	15	
Dureté forte		0,27	2,7	27	40	
Cyanures libres (µg/l)		0,02	0,2	2	240	
Etain (µg/l)		1	10	100	55000	
Mercure (µg/l)		0,007	0,07	0,7	3	
Nickel (µg/l)						
Dureté faible		0,25	2,5	25	140	
Dureté moyenne		0,62	6,2	62	360	
Dureté forte		1,2	12	120	720	

Dureté faible
Dureté moyenne
Dureté forte

TH ≤ 5 °F	CaCO ₃ ≤ 50 mg/l
5 < TH ≤ 20 °F	50 < CaCO ₃ ≤ 200 mg/l
TH > 20 °F	CaCO ₃ > 200 mg/l

**PARAMÈTRES VARIÉS DIVERS
PARAMÈTRES BACTÉRIOLOGIQUES**

11	Coliformes totaux	Absence en 100 ml
12	Coliformes fécaux	Absence des 3 T
13	Staphylocoques	Absence des 3 T

PARAMÈTRES PARASITOLOGIQUES

14	Parasitologie (général)	Absence
15	Amibes, trépanes des personnes	Absence
16	Trépanes d'habitants	Absence
17	Parasitologie des habitations (habitants)	Absence

PARAMÈTRES TOXIQUES (1)

18	Mercurie (Hg) en mg/l	0,001
19	Cadmium (Cd) en mg/l	0,01
20	Aluminium (Al) en mg/l	0,1
21	Diammoniacal (NH ₄) en mg/l	1
22	Plomb (Pb) en mg/l	0
23	Cobalt (Co) en mg/l	0
24	Cuivre (Cu) en mg/l	0
25	Strontium (Sr) en mg/l	0,02
26	Fluorure (F) en mg/l	1
27	Argent (Ag) en mg/l	1
28	Manganèse (Mn) en mg/l	0,1
29	Chlorure (Cl) en mg/l	0,1
30	Vanadium (V) en mg/l	0,1
31	Uranium (U) en mg/l	0,1
32	Magnésium (Mg) en mg/l	0,1
33	Molibdène (Mo) en mg/l	0,01
34	Nickel (Ni) en mg/l	0
35	Sélénium (Se) en mg/l	0,1

**PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES
Général**

36	Température (T) en mg/l	14,00
37	Conductivité électrique (CE) en mS/cm à 20°C**	10
38	Chlorures	
	Le SAE*** = 0-2 et CE**	-0,2
	Le SAE*** = 0-2 et CE**	-0,2
	Le SAE*** = 0-2 et CE**	-0,2
	Le SAE*** = 0-2 et CE**	-1,2
	Le SAE*** = 0-2 et CE**	-2

Paramètres chimiques (différents des catégories précédentes)

39	Ammoniac (NH ₄) en mg/l	
	Température en surface (SAP)**	10
	Température par absorption	0
40	Oxygène dissous (O ₂) en mg/l	
	Température en surface	100
	Température par absorption	10
41	Phosphore (P) en mg/l	0

Paramètres chimiques (différents des catégories précédentes)

42	Température (T) en mg/l	10
43	CE**	0,2 à 0,4
44	Température en surface (SAP)** en mg/l	
	Température générale	100
	Température par absorption	100
45	Ammoniac (NH ₄) en mg/l	10
46	Strontium (Sr) (SAP)** (Température par absorption) en mg/l	10
47	Ammoniac (NH ₄) en mg/l	100

* 1000 CF/100 ml pour les cultures concernées ci-dessus. ** à partir d'une conductivité électrique de 0,1 mS/cm, une eau subissant des variations sévères pour l'irrigation, mais des rendements de 50% du rendement potentiel peuvent être réalisés avec des eaux de 0,7 mS/cm (cas de l'orge). *** SAE = Sodium Absorption Ratio (coefficient d'absorption du sodium) (1) coefficient indiquant l'impact des eaux concernées sur l'absorption des nutriments par les cultures.

Normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation

Résumé :

L'eau de formule chimique brutes H_2O , excellent solvant s'imprègne des qualités des terrains traversés, à cet effet, il est vulnérable à toutes formes de pollution, notamment la pollution agricole qui devient de plus en plus une menace pour les écosystèmes suite à l'usage des engrais en agriculture intensive.

Dans le souci de la préservation des milieux récepteurs, nous avons mené une étude des paramètres physico-chimiques indicateurs de présence excessive des éléments nutritifs responsable de l'eutrophisation des milieux aquatiques.

Les résultats des analyses effectués sur les eaux de la retenue collinaire de l'ITMAS de TIZI OUZOU ont révélé que cette dernière présente des caractéristiques similaires à une eau brute destinée à la potabilisation.

En effet, elle ne porte pas d'indicateur de pollution, néanmoins elle reste une eau pauvre en éléments nutritifs essentiels pour le développement des cultures d'où l'intérêt d'apport d'engrais pour une meilleure rentabilité..

Summary:

Water is a simple substance with raw chemical formula H_2O , excellent solvent absorbs the qualities of the crossed land for this purpose, it is vulnerable to all forms of pollution, including agricultural pollution that is becoming increasingly threatening ecosystems due to the use of fertilizers in intensive agriculture. In order to preserve the receiving environment, we conducted a study of physical and chemical parameters indicators of excessive presence of nutrients responsible for the eutrophication of aquatic environments.

The results of analyzes carried out on the waters of the hill reservoir of ITMAS of TIZI OUZOU revealed that it has similar characteristics to a raw water for drinking water. Indeed, it bears no pollution indicator, however it remains a poor water for essential nutrients to crop development from which the fertilizer intake of interest to higher yield.

خلاصة:

الماء مادة بسيطة بالصيغة الكيميائية الخامة H_2O ، مذيبي ممتاز يمتص صفات التربة التي عبرها، لهذا الغرض، فهي معرضة لجميع أشكال التلوث، بما في ذلك التلوث الزراعي الذي أصبح يهدد بشكل متزايد النظم البيئية الناجمة عن استخدام الأسمدة في الزراعة المكثفة. من أجل الحفاظ على البيئة المستقبلية. أجرينا دراسة مؤشرات الفيزيائية والكيميائية عن وجود المواد المغذية المسؤولة عن عملية اثناء البيئات المائية. وكشفت نتائج التحاليل التي أجريت على مياه الخزان تلة ITMAS تيزي وزو من أن لديها خصائص مشابهة للماء الخام المستعملة في مياه الشرب. والواقع أنه لا تحمل أي مؤشر التلوث، إلا أنها لا تزال المياه الفقيرة المواد الغذائية الأساسية لتنمية المحاصيل والتي من كمية الأسمدة التي تهم المردود الوفير.