



•
Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et
de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Hydro-pédologie

Réf. : /

Présenté et soutenu par :
Delloul El-alfa

Le : mardi 2 juillet 2019

Evaluation de la pollution des eaux d'irrigation et les arbres fruites par les métaux lourds dans la région d'Arris

Jury :

Mr	Guimeur K	MAA	Université Biskra	Président
Mr	Masmoudi A	MCA	Université Biskra	Rapporteur
Mm	Hiouani F	MAA	Université Biskra	Examineur

Année universitaire : 2018 - 2019

Remerciements

Je tien tout d'abord à remercier dieu de m'avoir donné la force d'aller jusqu'au bout de ce travail et me donne la volonté, la patience et le courage pour réaliser ce travail.

J'exprimer par ces quelques lignes de remerciements ma gratitude envers tous ceux en qui, par leur soutien, leurs disponibilité et leurs conseils j'ai trouvée courage afin d'accomplir ce mémoire.

J'exprime d'abord mes profonds remerciements à M^r GUIMEUR K d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance à M^{me} HIOUANI pour m'avoir fait l'honneur d'être parmi les membres du jury. Je tiens à exprimer toute ma connaissance à mon encadreur M^r MASMOUDI A .

Je remercie profondément pour son encouragement continue et aussi d'être toujours là pour m'écouter, m'aider et de guider à retrouver le bon chemin par son sagesse et ses précieux conseils, ce qui m'a donné la force et le courage d'accomplir ce travail.

J'exprimer par ces quelques lignes des remerciements ma gratitude envers tous ceux en qui, Je n'oublie pas de remercier vivement les membres de l'équipe laboratoire d'agronomie de Biskra (Chellouai N, Chahla, et Zineb ..) et aussi le responsable de laboratoire (M^rHicham).

Je dis un très grand merci pour les propriétaires des vergers d'étude Arris.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour à :

✚ Ma chère mère

La personne qui occupe la meilleure place dans mon cœur, celle qui a sacrifié sa vie pour guider mes pas vers la lumière, et qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

✚ Mon cher père

Pour son soutien moral, que Dieu leur accorde une longue et heureuse vie.

✚ Mes frères et mes sœurs

✚ Mes amis

A tous les étudiants de promotion 2018/2019

Liste des abréviations

Cu : cuivre

Zn : zinc

Pb : plomb

Fe : fer

Mn : manganèse

CE : Conductivité électrique

Cl⁻ : Chlore

Ca⁺² : Calcium

CO₃⁻ : Carbonate

HCO₃⁻ : Bicarbonate

K⁺ : Potassium

Mg⁺² : Magnésium

Na⁺ : Sodium

SO₄⁻² : Sulfate

pH : Potentiel d'hydrogène

ppm : Partie par million

dS/cm : Diccimanc / centimètre

EF : Eau de forage

ES : Eau de source

EM : Eau de mélange

OMS : Organisation mondiale de la santé

Liste des tableaux

Tableau 1:Températures moyennes des minima, des maxima, et des moyennes mensuelles en (°C) de la région de Batna.	13
Tableau 2:Données thermométriques moyennes en (C°) de la région d'Arris (1989-2014). (Tmax) : les températures maximales absolues quotidiennes ; (Tmin):les températures minimales absolues quotidiennes ; (Tmoy: moyenne mensuelle).	14
Tableau 3:Précipitations moyennes mensuelles en mm (période 1989-2014) de la région de Batna.	15
Tableau 4:précipitations moyennes mensuelles des Station d'Arris (1989-2014).	15
Tableau 5:Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air en (%) durant la période (1989- 2014) dans la région de Batna (Station météorologique d'Ain Skhouna, 2014). .	16
Tableau 6:vitesse moyennes mensuelles du vent en (m/s) durant la période (1989-2014).	17
Tableau 7:Nombre de jours des grêles durant la période (2005-2014).	17
Tableau 8:Nombre moyens mensuelles des jours des neiges durant la période (2005-2014).	18
Tableau 9:Nombre des jours des gelées durant la période (2005-2014).	18
Tableau 10:Quotient pluviothermique d'Emberger calculé pour les 2 régions d'Ain Soukhna (1989-2014) et Arris (1989-2014) et leurs étages bioclimatiques correspond ..	20
Tableau 11:période de prélèvement des échantillons l'eau et le végétal	24
Tableau 12:Méthodes d'analyse.....	25
Tableau 13:Analyses physico-chimiques des eaux de forage Aouragh	28

Liste des figures

Figure 1:situation géologique de la zone d'études	11
Figure 2:Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Batna (1989- 2014)..	19
Figure 3:Variation du PH des eaux	28
Figure 4:variation de la salinité des eaux.....	29
Figure 5:concentration des cations dans les eaux.....	29
Figure 6:Concentration des anions dans les eaux	31
Figure 7:Variation du cuivre dans l'eau	32
Figure 8:Variation du zinc dans l'eau	Error! Bookmark not defined.
Figure 9:Variation de manganèse dans l'eau d'irrigation	32
Figure 10:Variation de Fer	33
Figure 11: Variation de plomb dans l'eau d'irrigation	33
Figure 12:Variation des métaux lourds dans la culture d'olivier	34
Figure 13:Variation des métaux lourds dans la culture pommier	35
Figure 14:Variation des métaux lourds dans la culture la vigne	37
Figure 15:Variation des métaux lourds dans la culture abricotier	38

Introduction

Depuis plus de cinquante ans, la pollution est l'un des plus graves problèmes auxquels est confronté notre monde moderne. On entend par pollution, la présence dans l'environnement des grandes quantités de produits chimiques dangereux, généralement créés par l'homme, dont les effets nuisibles peuvent se faire durant de longues périodes sur toute la planète. Cette pollution peut affecter l'eau, l'air et la terre. Elle peut être évidente (nappes d'hydrocarbures flottante sur la mer). Comme elle peut être beaucoup moins visible (pesticides répandus sur les champs ou métaux lourds dissous dans les systèmes aquatiques).

Le 20^{ème} siècle voit de plus apparaître des quantités de substances nouvelles totalement étrangères au milieu naturel dont la dégradation et l'assimilation par la faune et la flore sont inefficace. C'est ainsi que, les pollutions apparaissent actuellement d'origine et de nature de forme et d'actions multiples et se révèlent comme un problème majeur de notre temps. Les différentes dégradations résultant de la pollution de l'écosphère compromettent l'équilibre des écosystèmes concernés, le renouvellement des ressources naturelles ainsi que le bien être et la santé de la population humaine.

Les métaux lourds sont des éléments nutritifs essentielles pour le développement des plantes mais l'excès de leurs taux causé des multiples problèmes et une toxicité au niveau des végétaux

Dans la région d'Arris les agriculteurs utilisent un forage qui a un taux élevé des métaux lourds spécialement le Fe et le Pb selon des analyses antérieures pour l'irrigation de leurs cultures.

Dans ce contexte notre travail à pour objectif de déterminer la proportion de pollution de l'eau d'irrigation du forage Aouragh situé à Arris et connaître le taux de pollution et le niveau de toxicité sur les arbres fruitiers cultivés dans la région.

Les résultats obtenus sont présentés dans un mémoire articulé autour de deux parties :

La première est celle de revue bibliographique dans la quelle nous présentons :

- Une étude sur la plante, Généralités sur la pollution, et la pollution par les métaux lourds.
- Présentation de la région d'étude

La deuxième partie :

- Matériel et méthode d'étude
- Résultats et la discussion.

En fin nous terminons par une conclusion.

Première partie

Revue bibliographique

Chapitre 01 :

La pollution des eaux

1/Généralités sur la pollution

1. Définition de La pollution

La législation européenne définit la pollution comme « l'introduction directe ou indirecte, par suite de l'activité humaine, de substances ou de chaleur dans l'air, l'eau ou le sol, susceptibles de porter atteinte a la sante humaine ou a la qualité des écosystèmes aquatiques ou des écosystèmes terrestres dépendant directement des écosystèmes aquatiques, qui entraînent des détériorations aux biens matériels, une détérioration ou une entrave a l'agrément de l'environnement ou a d'autres utilisations légitimes de ce dernier » (Directive 2000/60/CE).

D'après Baazaoui (2009), La notion de pollution appelle donc celle de contamination d'un ou plusieurs compartiments des écosystèmes (air, eau, sol), d'un organisme (qui peut être l'Homme) ou d'un groupe d'organismes, ou ayant une incidence sur l'écosystème, au delà d'un seuil ou norme. La contamination peut notamment s'étendre ou se modifier via le réseau trophique (chaîne alimentaire)

Daly et Zannetti (2007), indiquent que, de nos jours, ce sont presque tous les compartiments des écosystèmes (air, eau, sol) et tous les organismes qu'ils contiennent, qui sont menaces par la pollution ou sont contaminés.

2. La pollution de l'eau :

Peut se présenter sous différentes formes : chimique, bactériologique ou thermique. Les eaux ou masses d'eau concernées peuvent être douces, saumâtres ou salées, souterraines ou La lutte contre cette pollution est d'autant plus difficile que ce qui est au fond de l'eau, ou dilué dans l'eau est souvent invisible, et que certaines substances toxiques infiltrées dans le sol ne produisent souvent leur effet qu'après un long délai et que de nombreux polluants agissent en synergies complexes. La pollution de l'eau peut avoir diverses origines parmi lesquelles la pollution de l'eau par les produits phytosanitaires, par les nitrates et phosphates (eutrophisation), par les Polychlorobiphényles (PCB), par les hydrocarbures (marée noire), par les bactéries (coliformes fécaux), par le drainage minier acide (solution minérale acide s'écoulant régulièrement d'une mine), par les métaux lourds (Cu, Zn, Cd, Hg, Pb, Cr, etc.) (Das et al, 2006).

3. Contamination d'eau :

La pollution chimique des eaux est l'un des grands problèmes se posant dans le monde (Margat, 1990). Elle est due à la présence de substances dissoutes inorganiques (anions nitrate, nitrite orthophosphates et cations ammonium) et organiques (diverses molécules). **Margat J. (1990).**

4. Les sources de pollution

La pollution peut être anthropique (c'est-à-dire créée par l'Homme) ou d'origine non humaine,

4.1. La pollution d'origine humaine

Les pollutions d'origine humaine, dites aussi anthropiques, ont de nombreuses formes en pouvant être locales, ponctuelles, accidentelles, diffuses, chroniques, génétiques, volontaires, involontaires, etc. On parle de: Pollution diffuse, lorsque les sources d'un polluant sont multiples (pots d'échappement épandage de pesticides.) et de pollution chronique, lors d'émissions répétées ou constantes de polluant, et parfois lorsqu'un polluant est très rémanent (Das et al, 2006)

4.2. La pollution d'origine non humaine

Ces pollutions peuvent être les conséquences directes ou indirectes de catastrophes naturelles, tels que l'une pollution liée à des phénomènes naturels, tels que les éruptions solaires; une pollution d'un captage d'eau potable par un animal qui fera ses besoins a proximité, ou qui serait mort et en décomposition dans l'eau.

5. Les types des polluants

Les polluants sont classes en polluants physiques (radiations ionisantes, pollution thermique), polluants chimiques (hydrocarbures, matières plastiques, pesticides, détersifs, composes organiques de synthèse divers, dérives du souffre, nitrates, phosphates, métaux lourds, fluorures, particules minérales (aérosols) et polluants biologiques (matière organique morte, microorganismes pathogènes) (Das et al, 2006) Le même auteur, divise la classe des micropolluants en 2.

5.1. Micropolluants organiques non pesticides

Il s'agit des hydrocarbures aromatiques polycycliques et hétéro-aromatiques (PAH), des paraffines chlorées, des aromatiques halogènes, des aromatiques halogènes avec oxygène (Dioxines, furannes, polychlorophénols), des aromatiques volatils (benzène, toluène, xylènc), des amines aromatiques (AA), des esters phtaliques, des colorants, des pigments, des surfactants, des produits pharmaceutiques.

Pesticides et Biocides

On y trouve les organo-halogènes aliphatiques, les acides phenoxyacetiques, les diphenyls (DDT), les cyclodienes, les triazines, les carbamates, les organophosphorés et les organo-mercuriels.

5.2 . Micropolluants minéraux

Ce sont les métaux traces, la silice et silicates, l'amiante et les fluoro-carbones (Das et al, 2006).

Chapitre 02

Aperçu sur les métaux lourds

La pollution par les métaux lourds

1. Définition des métaux lourds

D'après (Picot, 2002), Les métaux lourds sont les métaux qui possèdent une densité supérieure à quatre gramme par centimètre cube (g/cm). Ces métaux possèdent une forte masse atomique et proviennent des activités industrielles comme la combustion de charbon, pétrole, ordures... les métaux se distinguent en deux groupes: les métaux lourds toxiques et non toxiques. Les métaux lourds toxiques sont les plus nocifs mais aussi les plus répandues sur le globe. Parmi eux : le mercure, plomb, l'arsenic, le cadmium, le chrome...etc. Ces derniers ce sont fortement accumulés depuis la période industrielle que ce soit dans les sols, dans la mer et même chez les êtres vivants.

Les métaux lourds sont des polluants engendrés par l'activité humaine qui ont un fort impact toxicologique. Les métaux toxiques sont nombreux, mais on peut citer surtout le cuivre et le zinc. Ils ont des impacts sur les végétaux, les produits de consommation courante et sur l'homme.

2. Rôle des Métaux lourds

Les métaux présents dans l'eau et l'environnement terrestre sont des éléments nécessaires au fonctionnement normal des plantes et des animaux. Ils jouent un rôle important dans (Verbanck in Guemaz, 2006) .

-La transformation de la matière, principalement dans les mécanismes enzymatiques.

-Aussi (Stengel et Gelin, 1998) du fait de leur toxicité, ils sont également employés, ou l'ont été, pour la protection des cultures (pesticides), dans des peintures de coques de bateaux, etc.

3. Les sources de contamination

Métaux lourds qui entrent dans l'environnement proviennent de sources naturelles et les de sources anthropogènes :

3.1. Les sources naturelles

Leur entrée peut être le résultat soit de déversements effectués directement dans les écosystèmes, soit d'un cheminement indirect comme dans le cas des décharges seches et humides et du ruissellement agricole. Parmi les importantes sources naturelles, cito l'activité l'activité volcanique, l'altération des continents et les incendies de forets (Biney et al. 1995).

3.2. Les sources anthropogènes

Les sources anthropogènes sont les suivantes :

- Effluents d'extractions minières
- Effluents industriels
- Effluents domestiques et ruissellements orageux urbains
- Lessivage de métaux provenant de décharges d'ordures ménagères et de résidus solides
- Apports de métaux provenant de zones rurales, par exemple métaux contenus dans les pesticides.
- Sources atmosphériques, par exemple combustion de carburants fossiles, incinération des déchets et émissions industrielles

. Activités pétrochimiques (Biney et al. 1995).

4. La bioaccumulation des métaux lourds

La bioaccumulation désigne la capacité des organismes à absorber et concentrer dans tout ou une partie de leur organisme (partie vivante ou inerte telle que l'écorce ou le bois de l'arbre, la coquille de la moule, la corne, etc..). Certaines substances chimiques, éventuellement rares dans l'environnement (oligoéléments utiles ou indispensables, ou substances toxiques indésirables).

5. Définition des oligo-éléments

Les oligo-éléments sont des éléments indispensables à la vie, mais qui se trouvent présents en proportions très faibles dans les tissus biologiques (LOUE, 1993).

6. Effet des métaux lourds sur les plantes

Les plantes, comme les invertébrés, réagissent de façon différente selon les variétés. Certaines sont peu ou pas tolérantes et meurent au contact des métaux lourds. D'autres ont des réactions de défense, et freinent l'absorption en sécrétant des acides qui vont augmenter le pH et par conséquent réduire la mobilité des éléments traces. D'autres enfin, sont tolérantes aux métaux, et même les accumulent, les concentrent (Gérard Miquel, 2001).

En général, lorsque les teneurs en métaux lourds et autres polluants augmentent dans les sols, ces teneurs augmentent aussi dans les plantes. Le transfert des métaux lourds des sols aux plantes peut s'évaluer à l'aide de facteur de transfert F, défini comme le quotient de la concentration des métaux dans les plantes sur la concentration des métaux dans le sol (Bliefert et Perraud, 1997).

7. Carence et toxicité des oligo-éléments

7.1/ carence des oligo-éléments

On distingue deux sortes de carences

a) Carences absolues ou primaires

Causées par la trop grande pauvreté du milieu en un élément pour que la plante puisse l'absorber en quantité suffisante.

b) Carences conditionnées

Dans ce cas, le sol ne manque pas de l'élément considéré, mais la plante ne peut l'absorber parce que cet élément se trouve rendu inassimilable par blocage, généralement dû à un pH trop élevé, ou par antagonisme d'ions (GROS, 1967) .

7.2. Toxicité des oligo-éléments

Lorsqu'un oligo-élément est présent sous forme assimilable en quantité très importante, la plante s'enrichit en cet élément sans que la production de la matière sèche augmente (il s'agit d'une consommation de luxe) mais, au delà d'un certain taux, le métabolisme végétal est contrarié, le rendement de la culture baisse et la mort de la plante peut survenir dans les cas extrêmes.

8. Les principaux Oligo-éléments

Les principaux Oligo-éléments qui sont actuellement reconnus comme essentiels chez les plantes supérieures sont le fer (Fe), le manganèse (Mn), le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le bore (B) et le molybdène (MO) D'autres éléments peuvent avoir un rôle utile pour certaines plantes, comme le chlore (Cl), le silicium (Si), le cobalt (Co).

Selon GAUTIER (1987) les oligo-éléments les plus importants en arboriculture sont: fer, bore, zinc, manganèse et cuivre.

8.1/Le fer

8.1.1/ Rôle et importance

Le fer intervient d'une manière essentielle dans la respiration, la synthèse de la chlorophylle, la photosynthèse et le métabolisme des protéines, la fixation de l'azote, la réduction des nitrates (COIC et COPPENET, 1989 et LOUE 1993).

8.1.2/ Carence en fer

Les symptômes de cette carence, qui se manifestent dans les sols calcaires et dans les sols acides lorsque ceux-ci contiennent un excès de métaux lourds, se manifestent, deux à trois

mois après le débourrement, par une chlorose caractéristique qui débute sur les jeunes feuilles à l'extrémité des pousses, puis gagne les feuilles plus âgées.

Le limbe prend une teinte vert pale puis jaune uniforme ou presque blanche, à l'exception des nervures qui restent bien vertes.

Dans les cas graves, des zones nécrotiques brunâtres apparaissent sur les bords des limbes. Les feuilles tombent prématurément (ANONYME, 1978 et LOUE, 1993).

8.1.3/ Toxicité du fer

Elle est rare dans les conditions normales et ne peut se manifester qu'en sols très acides ou à la suite d'apports exagérés de sels solubles (LOUE, 1993).

8.2/Le manganèse

8.2.1/Rôle et importance:

Il joue un rôle important dans l'activation de diverses enzymes, la synthèse de la chlorophylle, la photosynthèse et dans la synthèse des protéines (LOUE, 1993)

8.2.2/ Carence en manganèse

La carence est due le plus souvent à une in-solubilisation du manganèse provoquée par l'alcalinité du sol (ANONYME, 1972), Elle peut être provoquée aussi par un excès de fer du fait de l'antagonisme existant entre ces deux cations (LOUE, 1993).

Les symptômes de carences se manifestent par des décolorations marginales et internervaires reparties symétriquement par rapport à la nervure médiane et laissant de larges bandes de tissus verts le long des nervures (ANONYME, 1978).

8.2.3/Toxicité de Mn

L'excès ou la toxicité manganique apparaissent dans les conditions les plus favorables à l'assimilabilité de Mn, c'est à dire en sols très acides ou gorgés d'eau. Les symptômes de toxicité manganique sont relativement faciles à reconnaître en plein champ lorsqu'ils consistent en tâches noirâtres assez régulières disposées le long des tiges, pétioles et nervures principales (JUSTE, 1970 in LOUE, 1993).

8.3. / Le zinc

8.3.1/ Rôle et importance

Il remplit un certain nombre de fonctions. Cofacteur d'enzymes, rôle dans la synthèse des acides nucléiques, dans le métabolisme des auxines (LOUE, 1993).

8.3.2/Carence en zinc

Des carences en zinc sont souvent constatées dans les sols de pH acides Par ailleurs certains sols de pH alcalins présentent, eux aussi, des carences en zinc, celui-ci étant sous forme peu utilisable (DUVAL et MAURICE, 1970).

Les symptômes de la carence en zinc sont visibles peu de temps après le départ de la végétation: souvent une seule partie de l'arbre est atteinte, les rameaux ne s'allongent pas, les feuilles restent petites et en rosette Les fruits ne grossissent pas et sont souvent difformés (BOUHIER DE L'ECLUSE, 1983).

8.3.3/ Toxicité du zinc

La toxicité en zinc ne se rencontre pas dans les conditions de l'agriculture sauf, éventuellement, au voisinage des points d'extraction et minerais ou d'usine métallurgique (COIC et COPPENET, 1989).

L'analyse des sols permet d'éviter les accumulations exagérés, supérieures environ 300ppm. L'excès de zinc se traduit par des teneurs en zinc anormalement élevées dans la plante, supérieures à 400ppm (LOUE, 1993)

8.4/Le cuivre (Cu)

8.4.1/Rôle et importance

C'est un activateur d'enzymes, qui joue également un rôle dans le métabolisme des protéines et la synthèse de la chlorophylle (ANONYME, 1972).

8.4.2/ Carence en cuivre

Les carences en cuivre risquent d'apparaître en sols légers pauvres en cuivre, ou en sols organiques, ou en présence d'une alimentation phosphatée excessive.

Les jeunes feuilles restent petites, jaunissent, se recroquevillent, se nécrosent à leur extrémité. Souvent les rameaux se dessèchent et dépérissent depuis le haut, et il peut y avoir de nouveaux départ qui dépérissent à leur tour donnant un aspect buissonnant (ANONYME,1978).

8.4.3/Toxicité en cuivre

Elle est constatée à la suite de l'emploi répété de cuivre comme fongicide dans les vergers implantés en terrains acides (ANONYME, 1978).

Le signe le plus net de l'excès de cuivre est l'induction des symptômes de chlorose ferrique Par ailleurs, la croissance est réduite, et plus particulièrement celle des racines, qui sont épaissies, moins ramifiées, avec des radicules de couleur anormalement foncée (LOUE, 1993).

Chapitre 03

Présentation de la région d'étude

Les eaux et les arbres fruités étudiés sont situés à Arris au sud-est de la wilaya de Batna. Ses principales activités sont:

- arboriculture (pommier, abricotier....)
- élevage
- apiculture

La daïra d'Arris est composée de 2 communes: Arris (32 594 hab.), Tighanimine (4280 hab.). et constitue un potentiel agricole très important

Géomorphologie

1. Caractéristiques climatiques :

Le climat est le résultat du comportement de l'atmosphère de point de vue humidité, pluie, température, éclaircissement et vent (**Boudy, 1952**). Il joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants, car ces derniers ne peuvent se maintenir en vie qu'entre certaines limites précises des différents facteurs climatiques (**Dajoz, 1996**).

On peut distinguer parmi les facteurs climatiques un ensemble de facteurs énergétiques constitués par la lumière et la température, des facteurs hydrologiques comme les précipitations et l'hygrométrie et de facteurs mécaniques tels que le vent et l'enneigement (**Ramade, 2003**).

Les facteurs climatiques nécessaires à notre étude sont recueillis auprès de la station météorologique d'Ain Skhouna (Batna), pour une altitude de 827m.

1.1. Températures

Un mois est dit chaud lorsque sa température moyenne est supérieure à 20°C et froid lorsque sa température moyenne est inférieure à 20°C (**Ramade, 1984**).

La température est l'élément du climat le plus important (**Dajoz, 1996**). Elle a une action majeure sur le fonctionnement des êtres vivants et sur leur taux de multiplication (**Barbault, 2000**).

Selon **Seltzer(1946)**, les températures sont en relation étroite avec l'altitude. De façon générale, plus on monte en altitude, plus la température diminue, la correction des températures se fait comme suite :

- ❖ La moyenne des minima (m) du mois le plus froid diminue de 0.4°C pour tous les 100 m d'altitude.
- ❖ La moyenne des maxima (M) du mois le plus chaud diminue de 0.7°C pour tous les 100 m d'altitude.

Chapitre 03 : Présentation de la région d'étude

Les valeurs de températures maximales, minimales et moyennes de la wilaya de Batna (C°) enregistrées par la station météorologique (Aéroport Ben Boulaïd) pendant 2014, sont reportées sur le **Tableau03**.

Tableau 1:Températures moyennes des minima, des maxima, et des moyennes mensuelles en (°C) de la région de Batna.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmax	12,0	13,40	17,10	20,10	25,90	31,70	35,70	35,00	29,40	24,10	17,20	12,80
Tmini	0,1	0,4	3,1	5,7	9,7	14,4	17,1	17,2	14,4	10,1	4,8	1,3
Tmoy	6,05	6,9	10,1	12,9	17,8	23,0	26,4	26,1	21,9	17,1	11	7,05

(Station météorologique d'Ain Skhouna-Batna, 2014)

➤ **Les températures moyennes mensuelles de la région d'Arris**

L'absence d'une station météorologique au niveau de la région d'Arris nous a contraints à utiliser des mesures issues de la station météorologique de la Station météorologique d'Ain Skhouna Batna pour une altitude de 825 m. Ces données ont subi des extrapolations suivant la situation en altitude de notre station d'étude. Ces extrapolations de valeurs sont effectuées suivant un gradient altitudinal de 100 m de dénivelé, calculé sur la base de 0,7 °C pour le maxima (M) et de 0,45 °C pour le minima (m) (Seltzer, 1946).

✓ La différence d'altitude entre la région d'Arris (1100 m) et celle de Batna (821 m) est de 279 m.

➤ **La température maximale de la région d'Arris (TMax) :**

(TMx) = température maximale de la station d'Ain Skhouna Batna - (279 x 0,7) /100.

➤ **La température minimale de la région d'Arris (Tmin) :**

(Tmin) = température minimale de la station d'Ain Skhouna Batna - (279x 0,4) /100.

Les données thermométriques caractérisant la région d'Arris (1989-2014) sont reportées dans le tableau n° 04 :

Chapitre 03 : Présentation de la région d'étude

Tableau 2:Données thermométriques moyennes en (C°) de la région d'Arris (1989-2014).
(Tmax) : les températures maximales absolues quotidiennes ; (Tmin):les températures minimales absolues quotidiennes ; (Tmoy: moyenne mensuelle).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmax	10,05	11,45	15,15	18,15	23,95	29,75	33,75	33,05	27,45	22,15	15,25	10,85
Tmin	-1,01	-0,71	1,99	4,59	8,99	13,29	15,99	16,09	13,99	8,29	3,69	1,19
Tmoy	4,52	5,37	8,57	11,37	16,27	21,52	24,87	24,57	20,37	15,57	9,47	5,52

- **Températures moyennes minimales mensuelles**

L'analyse de la période (1989-2014), montrent que les mois les plus froid sont Février et Janvier avec des températures (-1.01 et -0.71) °C, alors que les mois de Juillet et Aout sont les plus chauds avec un moyenne de (33.75 et 33.05) °C respectivement.

- **Températures moyennes maximales mensuelles**

En analysant les données sur la période (1989-2014), nous constatons que Janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 10.05°C, alors que Juillet est le mois le plus chaud avec une température moyenne de 33.75°C.

- **Températures moyennes mensuelles**

La température moyenne la plus faible est enregistrée au mois de Janvier 4.52°C, tandis que la température la plus élevée est enregistrée au mois de Juillet avec 24.87°C.

1.2. Précipitations :

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale dans l'alternance des saisons, la pluie de saison-sèche qui joue un rôle régulateur des activités biologique (**Ramade, 1984**).

La répartition spatiale de pluviométrie moyenne annuelle varie selon plusieurs paramètres locaux caractéristiques de chaque région dont l'altitude, l'exposition et l'orientation jouent le rôle principal (**Anonyme, 2005**).

Les précipitations peuvent tomber sous trois formes :

- Précipitations liquides : pluie et bruie.
- Précipitations verglaçantes : pluie verglaçante et bruie verglaçante.

Chapitre 03 : Présentation de la région d'étude

➤ Précipitations solides : neige, neige roulée, neige en graines, cristaux de glaces, grésil et grêle (Eve, 1995).

Les données pluviométriques de la région de Batna durant la période (1989-2014) sont mentionnées dans le tableau n° 5.

Tableau 3:Précipitations moyennes mensuelles en mm (période 1989-2014) de la région de Batna.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pmm	31,20	23,80	32,10	37,10	44,50	18,10	7,30	20,70	36,50	24,40	24,30	30,80	330,80

(Station d'Ain Skhouna, 2014).

En ce qui concerne l'extrapolation, le gradient pluviométrique croit de 20 mm tous les 100 m d'altitude sur versant Sud et de 40 mm sur versant Nord (Seltzer, 1946). Et comme la station d'Arris est située sur versant Sud, nous avons pris le gradient pluviométrique de 20 mm par an pour 100 m de dénivelée.

➤ **Précipitations moyennes mensuelles au niveau des stations d'étude**

La différence d'altitude entre la région d'Arris (1100 m) et celle de Batna (821 m) est de 279 m.

P (mm) = La précipitation de la station d'Ain Skhouna Batna + $\{(279 \times 20) / 100\} / 12$ mois.

Les données pluviométriques de la région d'Arris (1989-2014) sont reportées dans le Tableau n°6 :

Tableau 4:précipitations moyennes mensuelles des Station d'Arris (1989-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pmm	35.85	28.45	36.75	41.75	49.15	22.75	11.95	25.35	41.15	29.05	28.95	35.45	386.60

(Station d'Ain Skhouna, 2014)

Dans la région d'Arris, Nous montrons qu'au cours de la période (1989-2014) les précipitations sont relativement abondantes au mois de Mai avec 49.15 mm avec un totale de 386.60mm.

1.3. Humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation ; c'est à la valeur de l'humidité relative que correspond la sensation d'humidité ou sécheresse de l'air (**Seltzer, 1946**).

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. Pour chiffrer cette quantité, on parle d'humidité relative (Rh), qui est le rapport entre l'humidité actuelle et le maximum possible de vapeur d'eau dans l'air. La vapeur d'eau est invisible ce que l'on voit (les nuages, brouillard) sont des gouttelettes d'eau qui se sont condensées. C'est donc de l'eau liquide et non de la vapeur d'eau.

Les données caractérisant les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air en (%) durant la période (1989- 2014) dans la région de Batna (Station météorologique d'Ain Skhouna, 2014) Sont reportées dans le tableau n°07.

Tableau 5: Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air en (%) durant la période (1989- 2014) dans la région de Batna (Station météorologique d'Ain Skhouna, 2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Humidité %	74	68	63	60	56	47	40	43	56	61	67	74	59,08

(Station d'Ain Skhouna, 2014)

Les données du tableau n°07 indiquent que la période hivernale et printanière (Novembre, Décembre, Janvier, Février et Mars) est caractérisée par des humidités supérieures à 60 %, tandis que la période estivale (Juin, Juillet et Août) est caractérisée par des humidités inférieures à 50 %.

1.4. Le Vent

Selon **Seltzer (1946)**, le vent fait partie des facteurs le plus caractéristiques du climat.

Il peut être dans certains biotopes un facteur écologique limitant (**Ramade, 2003**). D'après **Faurie et al., (1984)**, le vent exerce une grande influence sur les êtres vivants. Il intervient sur la dispersion des animaux et des végétaux et sur l'orientation des vols des insectes et le dessèchement des exuvies (**Dajoz, 1996**).

Dans le tableau ci-après sont portées les valeurs des vents dans la région de Batna pour la période (1989-2014).

Chapitre 03 : Présentation de la région d'étude

Tableau 6: vitesse moyennes mensuelles du vent en (m/s) durant la période (1989-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Vent (m/s)	2,8	3,3	3,6	4	3,7	3,7	3,7	3,6	3,3	3	3,3	3,1	3,42

(Station d'Ain Skhouna, 2014).

La région de Batna est caractérisée par des vents dominants qui sont ceux du Nord-est et Sud-ouest, froid en hiver et très sec en été. Egalement, nous avons enregistré le sirocco, un vent sec et chaud. Ils provoquent une chute brutale de l'humidité et une augmentation notable de la température, il est très remarquable durant les mois d'Avril, Mai et les mois d'Eté. La vitesse moyenne pour la période (1989-2014) est de 3.42 m/s.

1.5. Grêle

Précipitation constitué de globules ou morceaux de glaces, les grêlons sont de formes très diverses, mais souvent sphérique dont le diamètre varie de quelques millimètres à une dizaine de centimètres.

Tableau 7: Nombre de jours des grêles durant la période (2005-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nbre de jours	0.00	0.00	0.00	0.50	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00

(Station d'Ain skhouna, 2014).

A partir des données (Tab. 09), la grêle tombe presque exclusivement pendant les mois d'avril à juin en petite quantité.

1.6. Neige

La neige joue un rôle de régulateur des écoulements superficiels, elle favorise l'alimentation des nappes sous terrains, en raison de sa lente et profonde infiltration dans les sols ; lors de sa fusion, plus la durée d'enneigement au sol persiste plus le potentiel hydrique du sol augmente. Le nombre moyens des neiges dans la région de Batna et pendant la période (2005-2014) est consignée le Tableau n° 10.

Tableau 8: Nombre moyens mensuelles des jours des neiges durant la période (2005-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nbre de jours	1.70	2.20	1.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.00

(Station d'Ain Skhouna, 2014).

La chute des neiges est enregistrée seulement dans la saison hivernale et le début de la saison printanière.

1.7. Gelée

Les gelées sont un facteur limitant dans la région de Batna, lorsqu'elles se manifestent en pleine période végétative, elles provoquent la destruction des bourgeons, des fleurs et des fruits (Tab. 11).

Tableau 9: Nombre des jours des gelées durant la période (2005-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Nbr de jour	15.8 0	10.9 0	4.10	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	12.20	3,80

(Station d'Ain Skhouna, 2014).

Généralement les gelées apparaissent à partir du mois de Novembre et atteignent leurs fréquences au mois de Mars avec une moyenne de 3.80.

1.. Synthèse climatique

1.8.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Le Diagramme Ombrothermique de **GAUSSEN** permet de déterminer les périodes sèches et humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelles et des températures moyennes mensuelles (**Dajoz, 2003**).

D'après **Frontier et al.,(2004)**, les diagrammes ombrothermiques de **GAUSSEN** sont constitués en portant en abscisses les mois et en ordonnées, à la fois, les températures moyennes mensuelles en (°c) et les précipitations mensuelles en (mm). L'échelle adoptée pour les pluies est double celle adoptée pour les températures dans les unités choisies. Un mois est réputé «sec» si les

précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé «humide» dans le cas contraire (**Frontier et al., 2004**).

Pour localiser les périodes humides et sèches de la région de Batna, nous avons tracé le diagrammes ombrothermiques pour les périodes allant de 1989-2014.

Les figures 01 et 02 représentent les diagrammes ombrothermiques obtenus pour chacune des régions d'étude.

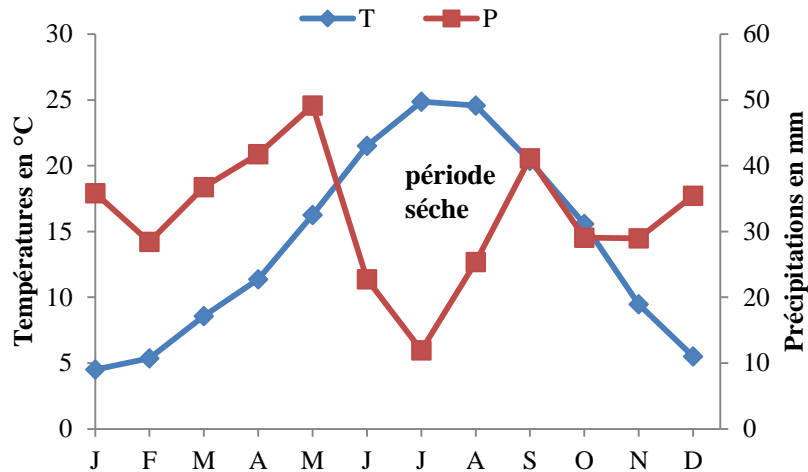


Figure 2:Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Batna (1989- 2014)

D'après ce diagramme, la période de sécheresse s'étale, pour la région de Batna sur 7 mois, au début du mois de mai jusqu'à la fin du mois d'octobre tandis que la période humide s'étale de début du mois de Novembre au mois de mai. De même pour la région d'Arris la période de sécheresse s'étale sur 5mois, du mois de mai jusqu'à la fin du mois de septembre, alors que la période humide, allant d'octobre jusqu'à mai.

1.8.2 Climagramme d'EMBERGER

Le système d'Emberger permet la classification des différents climats méditerranéens (**Dajoz, 1985-2003**).

C'est un quotient qui est fonction de la température moyenne maximale(M) du mois le plus chaud, de la moyenne minimale (m) du mois le plus froid en degrés Celsius et de la pluviosité moyenne annuelle (P) en mm. Ce quotient est d'autant plus élevée que le climat de la région est humide (**Stewart, 1969**). Elle est calculée par la formule suivante :

$$Q = 3,43 \frac{p}{M-m}$$

Chapitre 03 : Présentation de la région d'étude

P: Moyenne des précipitations annuelles des années prises en considération en mm.

M: Température maximale du mois le plus chaud exprimé en °C.

m: Température minimale du mois le plus froid en °C.

Le quotient pluviométrique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (**Dajoz, 1985**), **Fauriet al., (1998-2003)**. Avancent que cet indice n'est vraiment établi que pour la région méditerranéenne et qu'en fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

- Humides pour $Q > 100$.
- Tempérées pour $100 > Q > 50$.
- Semi-arides pour $50 > Q > 25$.
- Arides pour $25 > Q > 10$.
- Désertiques pour $Q < 10$.

Le tableau ci-dessous indique la valeur du Q2 calculée pour les deux régions d'étude et l'étage bioclimatique auxquels elles appartiennent.

Tableau 10: Quotient pluviothermique d'Emberger calculé pour les 2 régions d'Ain Soukhna (1989-2014) et Arris (1989-2014) et leurs étages bioclimatiques correspond

Région	P mm	M (°C)	m (°C)	Q2	Etage bioclimatique
Batna	330,8	35,7	0.10	29.17	Semi aride à Hiver frais
Arris	386,6	33.75	-1.01	34.92	Semi aride à Hiver froid

Ces valeurs montrent que la région d'Ain Skhouna est classée dans l'étage bioclimatique semi aride à Hiver frais, la région d'Arris dans l'étage bioclimatique semi aride à Hiver froid pendant la période (1989-2014).

Agriculture et forêts

Sur une superficie globale de 1 203 876 ha, la superficie agricole utile (SAU) couvre 422 677 ha (soit 35,11 %), dont 35 603 ha en irrigué ; les bois et forêts, 290 038 ha (24,09%) dont 58 541ha pour le massif de Bellezma (la wilaya de Batna dispose d'un institut de technologie forestière) ; les parcours et pacages 237 426 ha (19,72 %) ; et les terres alfatières, 3000 ha (0,25 %). La wilaya abrite huit zones humides dont SebketDjendli (3200 ha) classée Ramsar. La wilaya est à vocation agro-sylvo pastorale avec une prédominance pour la céréaliculture qui est la principale

Chapitre 03 : Présentation de la région d'étude

spéculation, la superficie qui lui est affectée est de 165 810 ha soit 38,08 % de la SAU totale de la wilaya, 3 300 hectares à l'arboriculture et 1 000 hectares aux maraîchages. L'élevage ovin est conjugué avec l'apiculture et l'aviculture. La filière lait est en constante évolution, grâce à quatre nouveaux bassins laitiers à Seriana, Merouana, Barika et El Djezzar. Le cheptel de la wilaya a pratiquement doublé L'oléiculture, avec plus de 10.000 hectares, alors qu'elle ne dépassait guère les 640 hectares en 2000, a connu ces dernières années une évolution notable. Dix huileries ont été programmées. Il est à signaler que l'aviculture est devenue d'envergure nationale puisqu'elle participe avec un taux appréciable à la production nationale. La répartition de la SAU par nature juridique et par spéculation (campagne agricole 2010/2011) montre la prédominance du secteur privé (416 911 ha, 98,64 % de la SAU) et également de la céréaliculture (166 700 ha, 98,95 % dans le secteur privé), les fourrages (37 314 ha) et l'arboriculture (16 603 ha). Les terres en jachère totalisent dans le secteur privé, 188 670 ha. Le cheptel s'élève à 986 232 têtes dont 674 300 ovins, 48 357 bovins et 263 575 caprins appartenant quasiment en totalité au secteur privé. Il y a un effectif de 110 camelins. Concernant l'aviculture, la répartition de l'effectif et de la production par secteur juridique (au 31/12/2011) indique pour l'aviculture chair, la prédominance du secteur privé (11 675 850, pour 23 909 tonnes). Même constat pour l'aviculture ponte : secteur privé (un effectif de 3 611 413 pour une production de 775 946 000 oeufs). En apiculture, la wilaya compte un total de 57 000 ruches pleines.(annunim.,Annuaire .,2013 page 44-45)

Deuxième partie

Matériels et Méthodes

1. Objectif de travail

Les métaux lourds sont des éléments nutritifs essentiels pour le développement des plantes mais l'excès de leurs taux cause des multiples problèmes et une toxicité au niveau de ces végétaux.

Dans ce contexte notre travail a pour objectif de déterminer la proportion de pollution de l'eau d'irrigation du forage aouragh situé à Arris et connaît le taux de pollution et le niveau de toxicité sur les arbres fruitiers cultivés dans la région.

2. Matériels et méthodes

2.1 Choix de la région d'étude

L'étude a été réalisée sur les eaux d'irrigation du forage concerné, eau de source et le mélange de ces deux sources ainsi que les arbres fruitiers plantés dans la zone du forage. Les points de prélèvement présentent des différences de point de vue eau d'irrigation et plante cultivées et qui constituent un potentiel agricole important.

2.2 Méthodes d'échantillonnage

a/ Pour l'eau

. Les prélèvements des échantillons d'eau ont été recueillis dans des bouteilles en plastique étiquetées qui porte ; la date, et le numéro du site. Il s'agit de l'eau du forage, la source et le mélange.



Photo 01: prélèvement des eaux (Photo originelle : Delloul, 2019)

b/Pour le végétale

Le choix des espèces végétales c'est porté sur des cultures les plus consommées dans la région. L'étude a été réalisée sur les arbres fruités, nous avons choisis les feuilles de quelques arbres fruités (olivier, pommier, vigne, abricotier). La collection se fait après la maturité des feuilles des arbres fruités choisies (Tableau 0). Il est à noter que l'irrigation des vergers se fait par les eaux

du forage et du mélange, tandis que les échantillons des témoins sont irrigués par d'autres sources d'eaux (Photo 02).



Photo 02 : prélèvement des végétal (Photo originelle : Delloul, 2019)

Tableau 11: période de prélèvement des échantillons l'eau et le végétal

	Date de prélèvement des échantillons		
Arris	Prélèvements d'eau pour l'analyse ioniques de routine	Prélèvements d'eau pour l'analyse des métaux lourds	Végétal
	17/01/2019	30/04/2019	30/04/2019

3 . Etude au laboratoire

Les analyses des échantillons d'eau, et du végétal sont effectués au niveau du laboratoire du département d'agronomie Biskra et le laboratoire du CRSTRA.

3.1 Analyse de routine

Le Tableau (02) représente les analyses faites et les méthodes utilisées pour l'eau

Tableau 12: Méthodes d'analyse

Type d'analyse		Méthode utilisé
PH		pH mètre
Conductivité électrique (CE) (mS/cm).		Conductimètre
Dosage des anions	Cl ⁻	Titration
	SO ⁴⁻	colorimétrie
	HCO ³⁻ et CO ³⁻	Titration
Dosage des cations	Na ⁺ et K ⁺	Spectrophotométrie à flamme
	Ca ⁺⁺ et Mg ⁺⁺	Complexométrie avec l'EDTA

3.2 - Dosage des métaux lourds

3.2.1- Pour L'eau

Mode opératoire

- Après le réglage du spectrophotomètre d'absorption atomique, passer successivement les solutions étalons, les échantillons et le témoin.
- Doser le cuivre, le zinc, le fer, le plomb et Manganèse.

❖ Calcul

Les résultats sont obtenus (en ppm) par le spectrophotomètre d'absorption atomique directement.



Photo 03 : Photomètre a flamme

3.2.2 - Pour le végétal

❖ Mode opératoire

- Porter 0.5 – 1 g de matière végétale (olivier, pommier, vigne, abricotier), séchée préalablement à 105°C dans un creuset en porcelaine, calciner à 550 °C dans un four à moufle pendant 5 h jusqu'à l'obtention d'une cendre blanche,
- Sortir l'échantillon et laisser refroidir,
- Transférer la cendre dans un bécher de 100 ml et ajouter 5 ml HCl (2N), couvrir d'un verre de montre,
- Digérer à l'ébullition douce sur une plaque chauffante pendant 10 min,
- Après refroidissement, ajouter 25 ml d'eau distillée, puis filtrer dans une fiole de 50 ml et avec un papier filtre sans cendre. Ajuster au volume. Cet extrait sert au dosage des métaux lourds (Cu et Zn et Fe et Pb et Mn) (Pauwels et al, 1992),
- Faire un témoin dans les mêmes conditions,
- Après le réglage du spectrophotomètre d'absorption atomique, passer successivement les solutions étalons, les échantillons et le témoin.

❖ Calcul

D'après (Ryan et al, 2001) :

Zn et Cu et Mn et Pb et Fe (ppm) = (extrait en ppm – témoin) * A/Wt

Où A : volume de l'extrait en ml (50ml),

Wt : poids de la prise de plant en g (0.5 ou 1 g).

Résultats est discussions

1 - Caractérisation de la qualité des eaux

1.1 - Caractérisation physico-chimiques des eaux

Le tableau n° 01 : représente la caractérisation physico-chimique des eaux de forage Aouragh de région Arris .

Tableau 13:Analyses physico-chimiques des eaux de forage Aouragh

Méq/l	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	PH	CE
Forage	49.6	0.6	4.4	12.8	35.1	4.5	0	34.03	7.1	6.9
Mélange	25.56	0.15	6.6	4.2	10.3	3.5	0	20.1	7.8	3.6
Source	5.1	0.01	3.4	3	4.3	4	0	4	7.8	0.8

1.2 Evolution du pH de l'eau d'irrigation en fonction des échantillons d'eau

D'après les résultats analytiques des eaux de forage (Tableau 01), on remarque que :

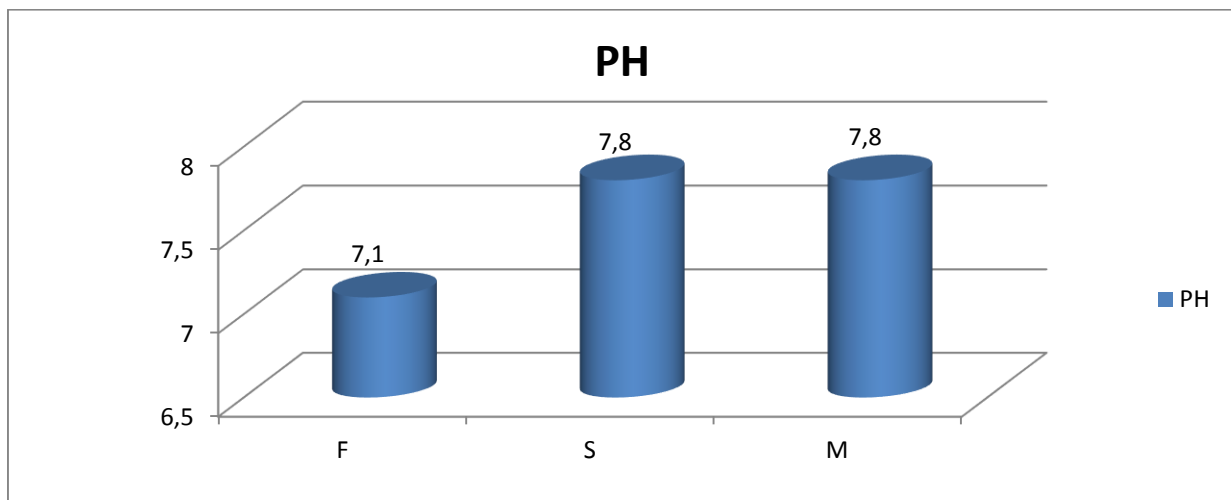


Figure 3:Variation du PH des eaux

Le pH des trois échantillons d'eau est basique faible ($7,1 < \text{pH} < 7,8$). La valeur maximale est de 7.8 pour l'eau de source et l'eau de mélange, alors que l'eau de forage présente une valeur minimale de 7,1 (figure 04).

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau ; c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H^+). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac (VILLERS et al., 2005).

1.2 Evolution de la conductivité de l'eau en fonction des échantillons d'eau

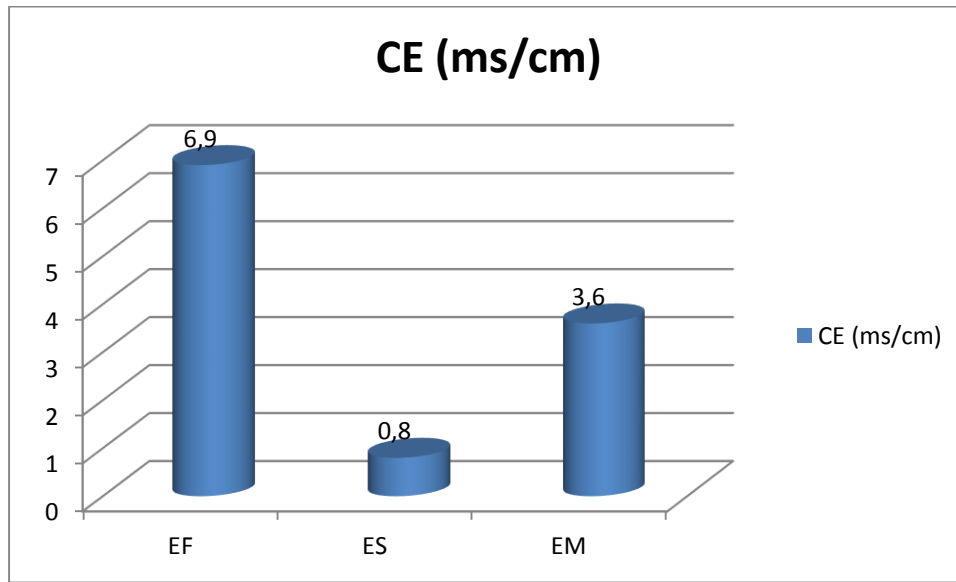


Figure 4: variation de la salinité des eaux

Les valeurs de la conductivité mesurées pour les trois échantillons (ED, ES, EM) sont (entre 0.8 mS/cm et 6.9 mS/cm). Nous remarquons une augmentation assez conséquente de la conductivité dans l'eau de forage (6.9 mS/cm). Dans l'eau douce la valeur obtenue montre une forte diminution de la conductivité atteignant une valeur de 0.8 mS/cm (Fig05).

La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau et par suite donner une idée sur la minéralisation totale d'une eau (El AIAOUI et HAJHOUI, 2010).

2. Les cations :

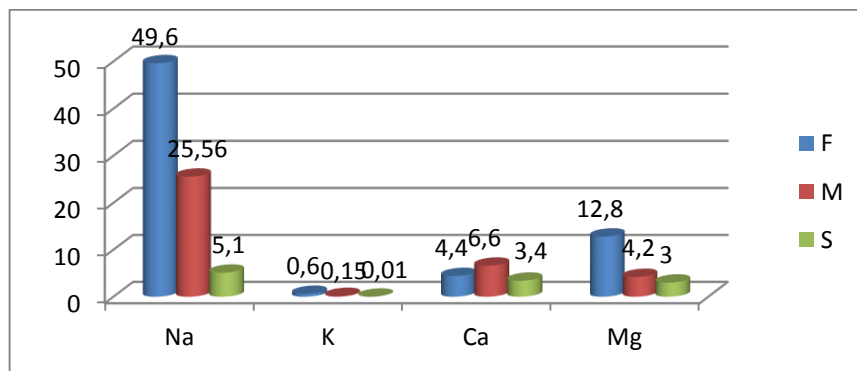


Figure 5: concentration des cations dans les eaux

D'après les résultats illustrés dans la figure 06, on remarque une dominance du sodium pour les trois échantillon d'eau par rapport aux autres cations.

Le Na⁺

Il y a une dominance nette de sodium Na⁺ dans les deux échantillons d'eau (EF et EM), avec des taux de 73,59% pour l'eau de forage et 70% pour l'eau de mélange, et taux minimale de 44,3% pour l'eau de source.

Le sodium est l'un des éléments les plus indésirables dans l'eau d'irrigation. Cet élément origine de l'altération de la roche et du sol, des intrusions d'eau de mer, des eaux traitées et des systèmes d'irrigation. La concentration de sodium dans l'eau d'irrigation est estimée par le ratio d'absorption du sodium (SAR). Le SAR décrit la quantité de sodium en excès par rapport aux cations calcium et magnésium, qui eux, peuvent être tolérés en relativement grande quantité dans l'eau d'irrigation. Voici la façon dont on calcule le RAS (le sodium, le calcium, et le magnésium sont exprimé en méq/l (COUTURE, 2004).

Le Mg⁺

Il vient le magnésium Mg⁺⁺ en deuxième position avec des taux de 18,99% pour l'eau de forage et 11,5% pour l'eau de mélange et 26,06% pour l'eau de source.

Les origines du magnésium sont comparables à celle du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (magnésite et dolomite) (DEBIECHE, 2002).

Le Ca⁺⁺

Le calcium Ca⁺⁺ occupe la troisième position avec des valeurs qui sont nettement inférieur à celle de Mg⁺⁺ et Na⁺. Avec des taux de 29,53 % pour l'eau de source et 18,07% pour l'eau de mélange et 6,52 % pour l'eau de forage.

La présence des ions Ca⁺⁺ dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles : soit à la dissolution des formations carbonatées (CaCO₃-), soit à la dissolution des formations gypseuses (CaSO₄) (DEBIECHE, 2002).

Le K⁺

Les valeurs du K⁺ restent toujours en faible concentrations dans les trois échantillons avec des taux de 0,89% pour l'eau de forage et 0.08% pour l'eau de source et 0.41% pour l'eau de mélange. Le potassium est un élément principalement rencontré dans les roches ignées et les argiles. D'une manière générale, les eaux souterraines présentent rarement des teneurs en potassium supérieures à 10 mg/l (SEKIOU et KELLIL, 2014).

2. Les anions

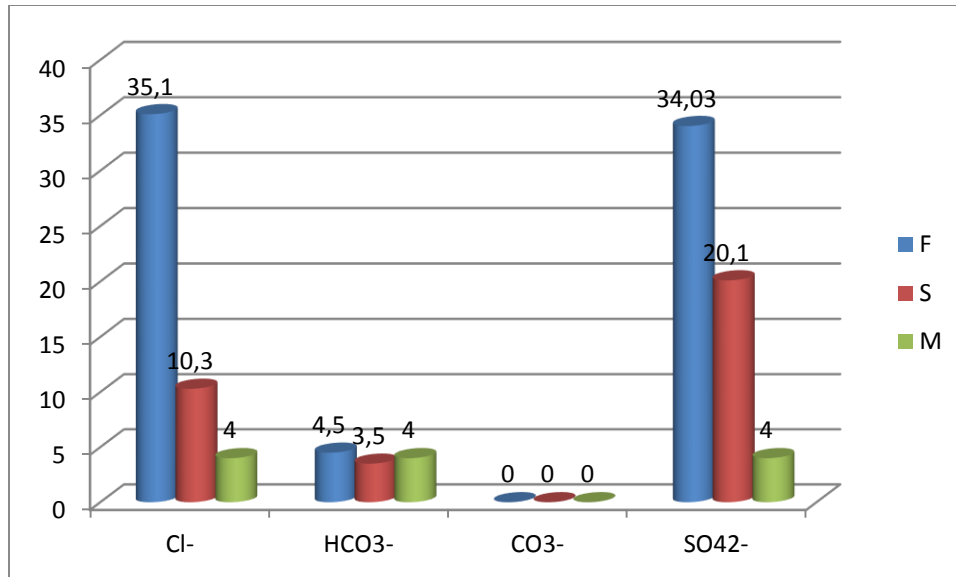


Figure 6: Concentration des anions dans les eaux

Les résultats obtenus montrent une dominance remarquable du Cl⁻ avec une teneur élevée pour l'eau de forage (EF) de 35.1 méq/l et 10,3 méq/l pour l'eau de mélange (EM) et 4.3 méq/l pour l'eau de source(ES).

Le chlorure (Cl) est un ion négatif du chlore (Cl); cet élément est très abondant dans l'environnement. Il est présent à l'état naturel dans les eaux souterraines en raison de l'altération météorique et la lixiviation des roches sédimentaires et des sols, ainsi que de la dissolution des dépôts de sel. Ils sont très répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl), et de calcium (CaCl₂) (NOVASCOTIA, 2008). Aussi, on remarque que le SO₄[—] présente une concentration importante pour l'eau de forage de 34,03 méq/l et 20,1 pour l'eau de mélange et une valeur minimale de 4 méq/l pour l'eau de source. La présence des sulfates est généralement liée au lessivage des formations évaporitiques, tel que le gypse (CaSO₄. 2H₂O) et l'anhydrite (CaSO₄), ils peuvent provenir également de l'oxydation de la pyrite (FeS₂) (BENHAMZA, 2013).

En outre, les valeurs de HCO₃⁻ sont de faibles concentrations et les concentrations de CO₃⁻ sont nulles dans les trois échantillons d'eau.

On remarque aussi qu'il y a des concentrations élevées des cations et des anions dans l'eau de forage par rapport à l'eau de mélange et l'eau douce, ce qui coïncide avec les valeurs de la CE qui sont respectivement; **6.9mS / cm** et **3.6mS / cm** et **0.8mS / cm**.

3. Les métaux lourds dans les eaux d'irrigation

Cuivre et Zinc

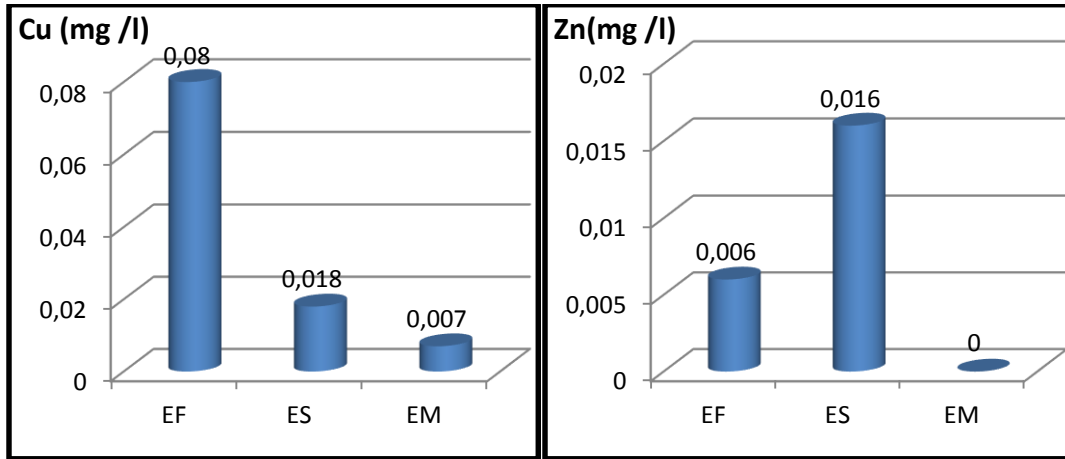


Figure 7:Variation du cuivre dans l'eau

Figure 8:Variation du zinc dans l'eau

La valeur de Cuivre est inférieure à la valeur limite de toxicité 0,2 mg/l.

D'après les deux figures 08 et 09, on remarque qu'il y a une augmentation des teneurs en cuivre dans l'eau de forage (EF) avec une valeur de 0.08 mg/l par rapport à l'eau de source (ES) de 0.018 mg/l et (EM) de 0.007 mg/l.

Pour le zinc on remarque une augmentation dans l'échantillon d'eau de source (ES) avec une valeur de 0.016 mg/l et de 0.006 mg/l pour l'eau de forage et une valeur nulle dans l'eau de mélange (EM).

La concentration du cuivre et du zinc dans les échantillons d'eau (EF, ES, EM) est inférieure de la valeur limite qui est 0.2 mg/l pour le cuivre et 2 mg/l pour le zinc donc elle ne conduit pas à un danger toxique pour la consommation et l'irrigation. D'après les seuils de toxicité des métaux lourds (Cu et Zn) cités par (Peterson in Couture, 2004).

Manganèse

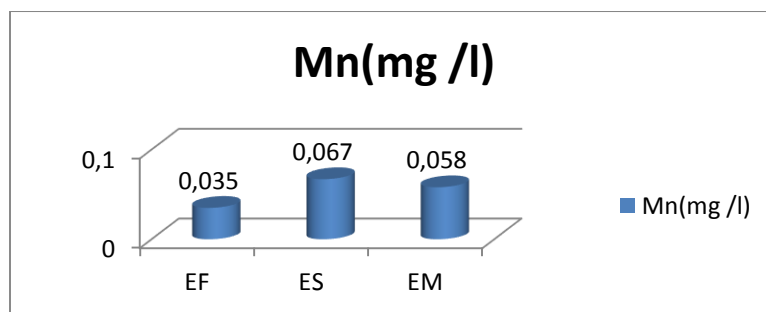


Figure 9:Variation de manganèse dans l'eau d'irrigation

D'après la figure 10, on remarque que les teneurs en manganèse dans l'eau de source (ES) et l'eau de mélange (EM) sont presque identiques avec des valeurs de 0.067 mg/l de(ES) et 0.058 mg/l de(EM) alors que l'eau du forage présente une valeur minimale de 0.035mg/l.

D'après les seuils de toxicité des métaux lourds cités par (National Academy of Sciences (1972) and Pratt (1972)). La concentration du manganèse dans les trois échantillons d'eau (EF, ES, EM) est inférieure de la valeur limite qui est 0.20 mg/l donc il ne conduit un danger toxique pour la consommation et l'irrigation.

Fer et plomb

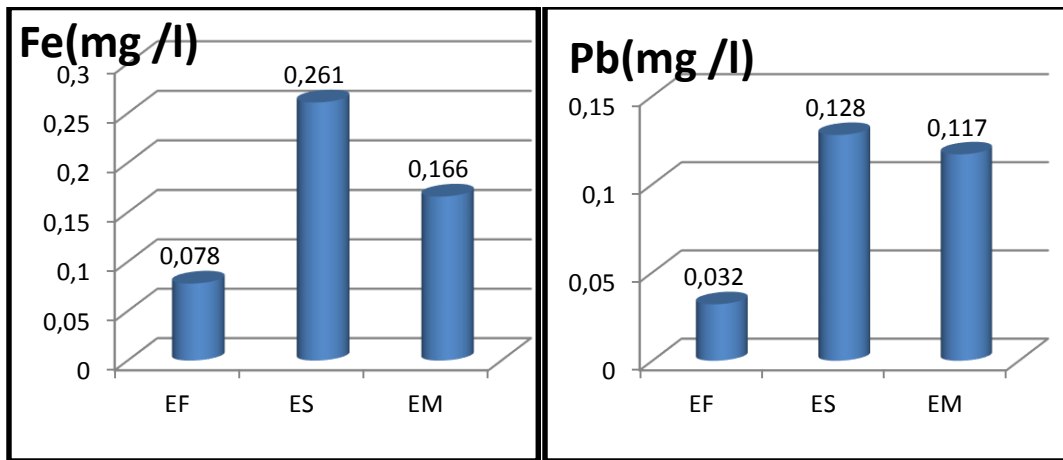


Figure 10:Variation de Fer

Figure 11: Variation de plomb dans l'eau

D'après les deux figures 11 et 12, on remarque qu'il y a une augmentation des teneurs en Fe et en Pb dans l'eau de source (ES) avec une valeur de 0,261 mg/l en Fe et de 0,128 mg/l en Pb par rapport au eau de mélange (EM) qui de 0,166 mg/l en Fe et 0.117mg/l en Pb, et une valeur minimale des deux éléments dans l'eau de forage (EF) avec une teneur de 0.078mg/l en Fe et de 0.032 mg/l en Pb.

La concentration du plomb et du fer dans les trois échantillons d'eau (EF, ES, EM) est inférieure de la valeur limite qui est 5 mg/l pour les deux métaux, donc il ne conduit un danger toxique pour la consommation et l'irrigation. D'après les seuils de toxicité des métaux lourds (Pb et Fe) (National Academy of Sciences (1972) and Pratt (1972)).

4. Les métaux lourds dans les végétaux

Olivier

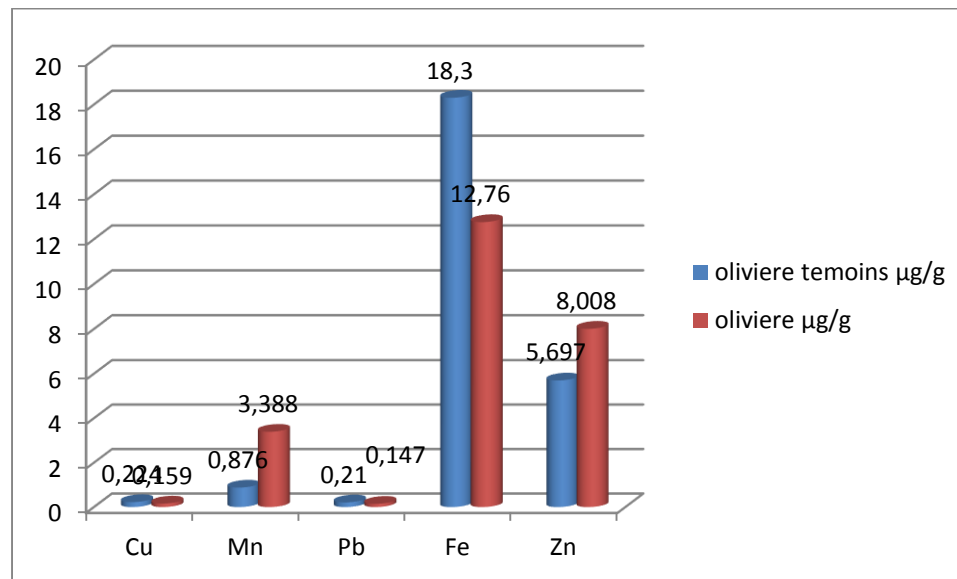


Figure 12: Variation des métaux lourds dans la culture d'olivier

Cuivre

D'après la figure 13, on remarque que les valeurs de cuivre est inférieure a la valeur limite de toxicité 10 ppm.

Pour le cuivre les valeurs des accumulations son inférieure que le témoin avec une valeur 0.159 µg /g pour olivier et 0.224 µg /g pour le témoin, donc il ne conduite pas un danger toxique pour l'irrigation.

Fer

D'après la figure13, on remarque qu'il y a une augmentation des teneurs en Fer dans une les échantillons des plantes olivier avec une valeur de 18.3 µg /g en Fe et de 12.76 µg /g en de témoin, avec une valeur de fer est inferieur a la valeur limite de toxicité 150 ppm. Pour le fer les valeurs des échantillons son supérieur que le témoins, donc il ne conduite pas un danger toxique pour l'irrigation.

Manganèse

D'après la figure13, on remarque qu'il y a une augmentation des teneurs en manganèse dans les échantillons des plantes olivier avec une valeur de 3.388 µg /g en Mn et de 0.876 µg /g en de témoin, avec une valeur de manganèse est inferieur a la valeur limite de toxicité 200 ppm. Pour le manganèse les valeurs des échantillons son supérieur que le témoins, donc il ne conduite pas un danger toxique pour l'irrigation.

Plomb

D'après la figure 13, on remarque que les teneurs en plomb dans les échantillons des oliviers sont presque identiques avec des valeurs $0.147 \mu\text{g/g}$ d'olivier et $0.21 \mu\text{g/g}$ de témoin alors que les valeurs des échantillons sont inférieures que les témoins.

D'après les seuils de toxicité des métaux lourds cités par (Markert).

La concentration du plomb dans les échantillons olivier est inférieure de la valeur limite qui est 1.0 ppm donc il ne conduit pas un danger toxique pour l'irrigation.

Zinc

D'après la figure 13, on remarque que les teneurs en zinc dans les échantillons des oliviers sont presque identiques avec des valeurs $8.008 \mu\text{g/g}$ d'olivier et $5.697 \mu\text{g/g}$ de témoin alors que les valeurs des échantillons sont supérieures que les témoins.

D'après les seuils de toxicité des métaux lourds cités par (Markert) La concentration du plomb dans les échantillons olivier est inférieure de la valeur limite qui est 50 ppm donc il ne conduit pas un danger toxique pour l'irrigation.

Pommier

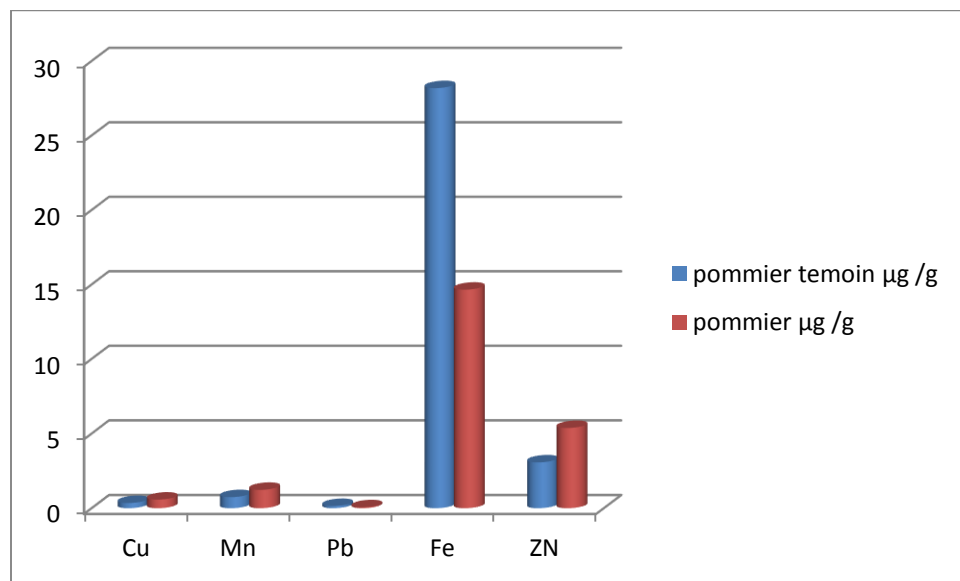


Figure 13: Variation des métaux lourds dans la culture pommier

Cuivre

D'après la figure 14, on remarque que les valeurs de cuivre sont inférieures à la valeur limite de toxicité 10 ppm .

Pour le cuivre les valeurs des accumulations sont supérieures que le témoin avec une valeur $0.577 \mu\text{g/g}$ pour pommier et $0.347 \mu\text{g/g}$ pour le témoin, donc il ne conduit pas un danger toxique pour l'irrigation.

Manganèse

D'après la figure 14, on remarque qu'il y a une augmentation des valeurs en manganèse dans les échantillons des plantes pommier avec une valeur de $1.229 \mu\text{g/g}$ en Mn et de $0.741 \mu\text{g/g}$ pour le témoin, avec une valeur de manganèse inférieure à la valeur limite de toxicité 200 ppm.

Pour le manganèse les valeurs des échantillons sont supérieures que les témoins, donc il ne conduit pas un danger toxique pour l'irrigation.

Plomb

D'après la figure 14, on remarque que les valeurs en plomb dans les échantillons des pommiers sont presque identiques avec des valeurs $0.064 \mu\text{g/g}$ de pommier et $0.149 \mu\text{g/g}$ de témoin alors que les valeurs des échantillons sont inférieures que les témoins.

D'après les seuils de toxicité des métaux lourds cités par (Markert)

La concentration du plomb dans les échantillons olivier est inférieure de la valeur limite qui est 1.0 ppm donc il ne conduit pas un danger toxique pour l'irrigation.

Fer

D'après la figure 14, on remarque qu'il y a une augmentation des valeurs en Fer dans les échantillons des pommiers, avec une valeur de $28.18 \mu\text{g/g}$ en pommier et de $14.65 \mu\text{g/g}$ en témoin, avec une valeur de fer inférieure à la valeur limite de toxicité 150 ppm.

Pour le fer les valeurs des échantillons pommier sont supérieures que les témoins, donc il ne conduit pas un danger toxique pour l'irrigation.

Zinc

D'après la figure 14, on remarque que les teneurs en zinc dans les échantillons des pommiers sont presque identiques avec des valeurs $5.373 \mu\text{g/g}$ de pommier et $3.069 \mu\text{g/g}$ de témoin alors que les valeurs des échantillons sont supérieures que les témoins.

D'après les seuils de toxicité des métaux lourds cités par (Markert) La concentration du plomb dans les échantillons pommier est inférieure de la valeur limite qui est 50 ppm donc il ne conduit pas un danger toxique pour l'irrigation.

Vigne

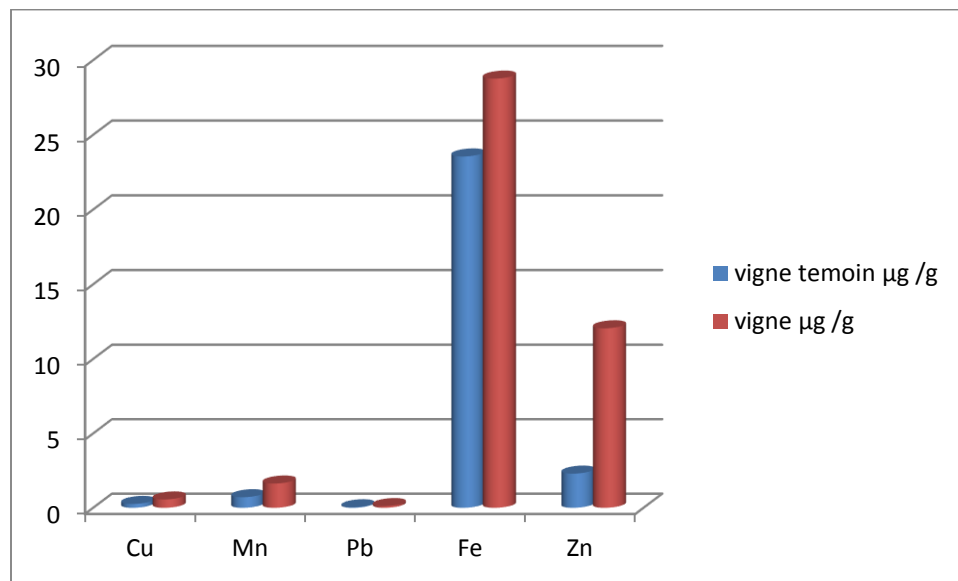


Figure 14:Variation des métaux lourds dans la culture la vigne

Cuivre

D'après la figure 15, on remarque que les valeurs de cuivre est inférieure a la valeur limite de toxicité 10 ppm.

Pour le cuivre les valeurs des accumulations son supérieur que le témoin avec une valeur 0.56 µg /g pour vigne et 0.261 µg /g pour le témoin, donc il ne conduite pas un danger toxique pour l'irrigation.

Manganèse

D'après la figure15, on remarque qu'il y a une augmentation des valeurs en manganèse dans les échantillons des plantes vigne avec une valeur de 1.631 µg /g en vigne et de 0.711 µg /g pour le témoin, avec une valeur de manganèse est inferieur a la valeur limite de toxicité 200 ppm.

Pour le manganèse les valeurs des échantillons son inferieur que les témoins, donc il ne conduite pas un danger toxique pour l'irrigation.

Plomb

D'après la figure 15, on remarque que les valeurs en plomb dans les échantillons des vignes sont presque identique avec des valeurs 0.115 µg /g de vigne et 0.036 µg /g de témoin alors que les valeurs des échantillons son inferieur que les témoins.

D'après les seuils de toxicité des métaux lourds cités par (Markert)

La concentration du plomb dans les échantillons de vigne est inférieure de la valeur limite qui est 1.0 ppm donc il ne conduit pas un danger toxique pour l'irrigation.

Fer

D'après la figure 15, on remarque qu'il y a une augmentation des valeurs en Fer dans les échantillons de vigne, avec une valeur de 28.76 $\mu\text{g/g}$ de vigne et de 23.55 $\mu\text{g/g}$ en de témoin, avec une valeur de fer est inférieure à la valeur limite de toxicité 150 ppm.

Pour le fer les valeurs des échantillons de vigne sont supérieures que les témoins, donc il ne conduit pas un danger toxique pour l'irrigation.

Zinc

D'après la figure 15, on remarque que les valeurs en zinc dans les échantillons des vignes sont presque identiques avec des valeurs 12.05 $\mu\text{g/g}$ de vigne et 2.297 $\mu\text{g/g}$ de témoin alors que les valeurs des échantillons sont supérieures que les témoins.

D'après les seuils de toxicité des métaux lourds cités par (Markert) La concentration du plomb dans les échantillons de vigne est inférieure de la valeur limite qui est 50 ppm donc il ne conduit pas un danger toxique pour l'irrigation.

Abricotier

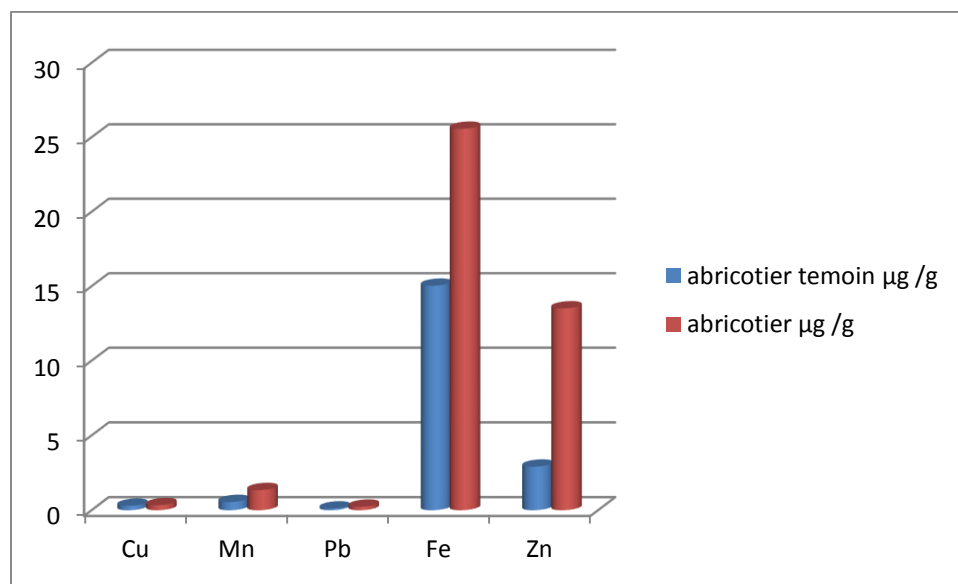


Figure 15: Variation des métaux lourds dans la culture abricotier

Cuivre

D'après la figure 16, on remarque que les valeurs de cuivre sont inférieures à la valeur limite de toxicité 10 ppm.

Pour le cuivre les valeurs des accumulations son supérieur que le témoin avec une valeur 0.333 μ g /g pour abricotier et 0.293 μ g /g pour le témoin, donc il ne conduite pas un danger toxique pour l'irrigation.

Manganèse

D'après la figure16, on remarque qu'il y a une augmentation des valeurs en manganèse dans les échantillons des abricotiers avec une valeur de 1.344 μ g /g en abricotier et de 0.548 μ g /g pour le témoin, avec une valeur de manganèse est inferieur a la valeur limite de toxicité 200 ppm.

Pour le manganèse les valeurs des échantillons son supérieur que le témoin, donc il ne conduite pas un danger toxique pour l'irrigation.

Plomb

D'après la figure 16, on remarque que la valeur en plomb dans les échantillons des abricotiers sont presque identique avec des valeurs 0.231 μ g /g de abricotier et 0.113 μ g /g pour le témoin alors que les valeurs des échantillons son supérieur que les témoins.

D'après les seuils de toxicité des métaux lourds cités par (Markert)

La concentration du plomb dans les échantillons de abricotier est inferieur de la valeur limite qui est 1.0 ppm donc il ne conduite pas un danger toxique pour l'irrigation.

Fer

D'après la figure16, on remarque qu'il y a une augmentation des valeurs en Fer dans une les échantillons de abricotier, avec une valeur de 25.57 μ g /g de abricotier et de 15.03 μ g /g en de témoin, avec une valeur de fer est inferieur a la valeur limite de toxicité 150 ppm.

Pour le fer les valeurs des échantillons de abricotier son supérieur que le témoin, donc il ne conduite pas un danger toxique pour l'irrigation.

Zinc

D'après la figure 16, on remarque que les valeurs en zinc dans les échantillons d'abricotier sont presque identique avec des valeurs 13.51 μ g /g d'abricotier et 2.909 μ g /gde témoin alors que les valeurs des échantillons son supérieur que le témoin.

D'après les seuils de toxicité des métaux lourds cités par (Markert) La concentration du plomb dans les échantillons d'abricotier est inferieur de la valeur limite qui est 50 ppm donc il ne conduite pas un danger toxique pour l'irrigation.

Conclusion

Ce travail a permis d'accéder à des connaissances fines sur le devenir des polluants métalliques (Cu, Mn, Fe, Pb et Zn) dans les eaux d'irrigation et le végétal (culture de pommier, abricotier, vigne, olivier), dans la région Arris à Batna.

Dans un premier temps nous avons étudié les caractéristiques chimiques des eaux au niveau des sites d'étude.

- Pour le pH : d'après BOULAIN (1974) le pH des eaux est 100 % basique.
- Pour le CE : d'après la classification de la CE selon ANONYME (1977), les échantillons des eaux étudiés sont classés en deux classes :
- Eau à salinité moyenne : eau de source CE = 0.8 dS/m
- Eau à salinité très élevée : eau forage et eau mélange : CE = 6.9 et 3.6 dS/m respectivement

La concentration des ions dans les eaux d'irrigation est très élevée avec des valeurs importantes des cations solubles tels que le sodium, le magnésium et le calcium, ainsi que la présence des anions solubles avec une dominance de SO_4^- et Cl^- selon la séquence suivante :



Dans un deuxième temps, nous avons effectué une analyse basée sur l'extraction chimique des métaux lourds (Cu, Mn, Pb, Fe, et Zn), et mesurer leurs concentrations dans l'eau de forage, l'eau de source, l'eau de mélange, et les feuilles des arbres fruités.

Les résultats de l'analyse des eaux ne montrent pas des signes de pollution par les métaux lourds étudiés, ils ne dépassent pas les valeurs limites selon nos résultats

L'étude du transfert et de l'accumulation des métaux lourds dans le végétal (olivier, pommier, vigne, abricotier) a montré que les métaux lourds sont accumulés en trace au niveau des feuilles et ne constituent aucun danger.

Enfin, on peut dire que les concentrations des métaux lourds dans les échantillons des arbres fruités (olivier, pommier, vigne, abricotier) et les eaux d'irrigation sont inférieures de la valeur limite de toxicité il ne conduit pas un risque toxique.

Références bibliographiques

- **Academy of Sciences (1972) and Pratt (1972)).**
- **ANONYME ,(2002)-Norme de qualité : eaux destinées à l'irrigation.S.E.E.E.**
- **ANONYME, 1972 : La fertilisation. Ed :F.N.I.E.,84p.**
- **ANONYME, 1978 : Carences et toxicités chez les arbres fruitiers Ed : INRA, Paris,40p.**
- **Biney C., et al.(1995).Archives de documents de la FAO, Département de peches.Rome.**
- **Bliefert C., et Perraud R., 1997 Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. 1èreéd. Espagne. 477p.**
- **BOUIER DE L'ECLUSE R., 1983 :La pomme, culture et débouchés. Ed :FLAMMARION,361p.**
- **COIC Y. et COPPENET M., 1989 : Les oligo-éléments en agriculture et élevage, incidence sur la nutrition humaine. Ed. INRA, Paris, 114p.**
- **Daly et Zannetti (2007), An introduction to air pollution – Definitions, classifications, and History. Chapitre 1 of AMBIENT AIR POLLUTION (p. Zannetti,D.Al-Ajmi, and S. Al-Rashied, Editor). Published by The Arab School for Science and Technology (ASST)**
- **D'après Baazaoui (2009), (chaîne alimentaire) Evaluation de la pollution photochimique a la ville de tunis. Laboratoire du citet.65p.**
- **Das,K.,Vossen,A.,Tolley,K.,Vikingsson,G.,Thron,K.,Muller,G.,Baumgartner ,W.,Siebert,U.,2006. Interfollicular fibrosis in the thyroid of the harbour porpoise an endocrine disruption ?Archives of Environmental Contamination and toxicology 51,720-729**
- **Directive 2000/60/CE. Du parlement européen et du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau . Mis en ligne le 22 décembre 2000, consulte le 08 janvier 2009**
- **DUVAL L. et MAURICE J., 1970 :Le diagnostic des carence en oligo-éléments au moyen de l'analyse chimique des sol. Ann. Agr.,V21,pp573-586.**

Environmental Science pollution research 335-340

- **GAUTIER M.,1987 : La culture fruitière, Vol 1 : l'arbre fruitier. Ed. LAVAOISIER, Paris,492p.**
- **Gérard MIQUEL M., 2001 Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. France. 366p.**

- **GROS A., 1967** :Engrais, guide pratique de la fertilisation. Ed MAISON RUSTIQUE,213p.
 - **Guemaz F., 2006** Analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées des trois sites de la ville de Biskra (Chaabet Roba, Oued Biskra et Oued Zemour). Thèse Magister. Inst. d'agro. Annaba.83 p.
 - **LOUE A.,1993** : Les oligo-éléments en agriculture. Ed.Nathan, Paris,577p.
 - **Margat J. (1990)**. Géopolitique de l'eau dans le monde. In Publication de la société scientifique d'hygiène alimentaire (journées scientifiques du 26 mars 1990),vol. 78,63-67.Introduction de livre raoul calvet pp XLV
 - **Markert, Cheng.s.2003**.Heavy metal in plants and phytoremediation.
 - **Peterson in Couture, 2004**. Analyse d'eau pour fin d'irrigation. AGRI-VISION
 - **Peterson in Couture, 2004**. Analyse d'eau pour fin d'irrigation. AGRI-VISION
- Revue de la pollution dans l'environnement aquatique africain : Etude des métaux lourds.
- **Stengel P. et Gelin S., 1998** Sol interface fragile Ed. INRA- Paris. 213p.
 - **Site internet :**
<https://fr.tutiempo.net/>

Annexe

LES NORMES D'INTERPRITATION

1. pH : d'eaux d'irrigation : Selon BOULAINÉ (1974)

pH	interpretation
6.1-6.8	Acide
6.8-7.2	Normale
7.2-8	Alcalin

2. Salinité d'eau d'irrigation : Selon ANONYME (1977)

CE (g/l)	Salinité d'eau d'irrigation
<0.16	Basse
0.16-0.48	Moyenne
0.48-1.44	Elevée
>1.44	Très élevée

3-Les métaux lourds (Cu et Mn et Pb et Fe et Zn

Dans les plantes : Selon Markert

Elements trace	µg/g
Al	80
Cd	0,05
Cr	1,5
Co	0,2
Cu	10
Au	0,001
Fe	150
Pb	1,0
Mn	200
Hg	0,1
Mo	0,5
Ni	1,5
Ag	0,2
Zn	50

3. Les métaux lourds (Cu et Mn et Pb et Fe et Zn)

Dans les eaux d'irrigation : Selon Academy of Sciences (1972) and Pratt (1972)).

Elements	Concentration maximum (mg/l)
Cu	0.20
Mn	0.20
Pb	5.0
Fe	5.0
Zn	2.0

Annexe I

Les Résultats d'analyse

Tableau : Analyses physico-chimiques des eaux de forage Aouragh

Méq/l	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	PH	CE
Forage	49.6	0.6	4.4	12.8	35.1	4.5	0	34.03	7.1	6.9
Mélange	25.56	0.15	6.6	4.2	10.3	3.5	0	20.1	7.8	3.6
Source	5.1	0.01	3.4	3	4.3	4	0	4	7.8	0.8

Tableau 0 : Analyses des métaux lourds des eaux et végétal

		Les éléments dosés				
Les eaux	Echantillon	Cu (µg/ml)	Mn (µg/ml)	Pb (µg/ml)	Fe (µg/ml)	Zn (µg/ml)
	Source	0.008	0.035	0.032	0.078	0.006
	Forage	0.018	0.067	0.128	0.261	0.016
	Mélange	0.007	0.058	0.117	0.166	0
Végétal	Prélèvement témoins					
	Olivier	0.224	0.876	0.21	18.3	5.697
	pommier	0.347	0.741	0.149	28.18	3.069
	Vigne	0.261	0.711	0.036	23.55	2.297
	abricotier	0.293	0.548	0.113	15.03	2.909
	Prélèvements suspects					
	Olivier	0,159	3,388	0,147	12,76	8,008
	pommier	0,577	1,229	0,064	14,65	5,373
	Vigne	0,56	1,631	0,115	28,76	12,05
abricotier	0,333	1,344	0,231	25,57	13,51	

Annexe II

LES NORMES D'INTERPRITATION

1. pH : d'eaux d'irrigation : Selon BOULAINÉ (1974)

pH	interprétation
6.1-6.8	Acide
6.8-7.2	Normale
7.2-8	Alcalin

2. Salinité d'eau d'irrigation : Selon ANONYME (1977)

CE (g/l)	Salinité d'eau d'irrigation
<0.16	Basse
0.16-0.48	Moyenne
0.48-1.44	Elevée
>1.44	Très élevée

3. Les métaux lourds (Cu et Mn et Pb et Fe et Zn)

Dans les plantes : Selon Markert

Eléments trace	µg/g
Al	80
Cd	0,05
Cr	1,5
Co	0,2
Cu	10
Au	0,001
Fe	150
Pb	1,0
Mn	200
Hg	0,1
Mo	0,5
Ni	1,5
Ag	0,2
Zn	50

4-Les métaux lourds (Cu et Mn et Pb et Fe et Zn)

Dans les eaux d'irrigation : Selon Academy of Sciences (1972) and Pratt (1972)).

Elements	Concentration maximum (mg/l)
Cu	0.20
Mn	0.20
Pb	5.0
Fe	5.0
Zn	2.0

Annexe III

Tableau n°03:Températures moyennes des minima, des maxima, et des moyennes mensuelles en (°C) de la région de Batna.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmax	12,0	13,40	17,10	20,10	25,90	31,70	35,70	35,00	29,40	24,10	17,20	12,80
Tmini	0,1	0,4	3,1	5,7	9,7	14,4	17,1	17,2	14,4	10,1	4,8	1,3
Tmoy	6,05	6,9	10,1	12,9	17,8	23,0	26,4	26,1	21,9	17,1	11	7,05

(Station météorologique d'Ain Skhouna-Batna, 2014)

Tableau n° 04 : Données thermométriques moyennes en (C°) de la région d'Arris (1989-2014).

(Tmax) : les températures maximales absolues quotidiennes ; (Tmin):les températures minimales absolues quotidiennes ; (Tmoy: moyenne mensuelle).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmax	10,05	11,45	15,15	18,15	23,95	29,75	33,75	33,05	27,45	22,15	15,25	10,85
Tmin	-1,01	-0,71	1,99	4,59	8,99	13,29	15,99	16,09	13,99	8,29	3,69	1,19
Tmoy	4,52	5,37	8,57	11,37	16,27	21,52	24,87	24,57	20,37	15,57	9,47	5,52

Tableau n°5 : Précipitations moyennes mensuelles en mm (période 1989-2014) de la région de Batna.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pmm	31,20	23,80	32,10	37,10	44,50	18,10	7,30	20,70	36,50	24,40	24,30	30,80	330,80

(Station d'Ain Skhouna, 2014).

Tableau n° 06 : précipitations moyennes mensuelles des Station d'Arris (1989-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pmm	35.85	28.45	36.75	41.75	49.15	22.75	11.95	25.35	41.15	29.05	28.95	35.45	386.60

(Station d'Ain Skhouna, 2014)

Tableau n° 07 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air en (%) durant la période (1989- 2014) dans la région de Batna (Station météorologique d'Ain Skhouna, 2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Humidité %	74	68	63	60	56	47	40	43	56	61	67	74	59,08

(Station d'Ain Skhouna, 2014)

Tableau n°08 : vitesse moyennes mensuelles du vent en (m/s) durant la période (1989-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Vent (m/s)	2,8	3,3	3,6	4	3,7	3,7	3,7	3,6	3,3	3	3,3	3,1	3,42

(Station d'Ain Skhouna, 2014).

Tableau n° 09 : Nombre de jours des grêles durant la période (2005-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nbre de jours	0.00	0.00	0.00	0.50	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00

(Station d'Ain skhouna, 2014).

Tableau n° 10 : Nombre moyens mensuelles des jours des neiges durant la période (2005-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nbre de jours	1.70	2.20	1.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.00

(Station d'Ain Skhouna, 2014).

Tableau n° 11 : Nombre des jours des gelées durant la période (2005-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Nbr de jour	15.80	10.9	4.10	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	12.20	3,8

(Station d'Ain Skhouna, 2014).

Liste des photos



Photo 01 : Bain de sable



Photo 02 : Photomètre a flamme

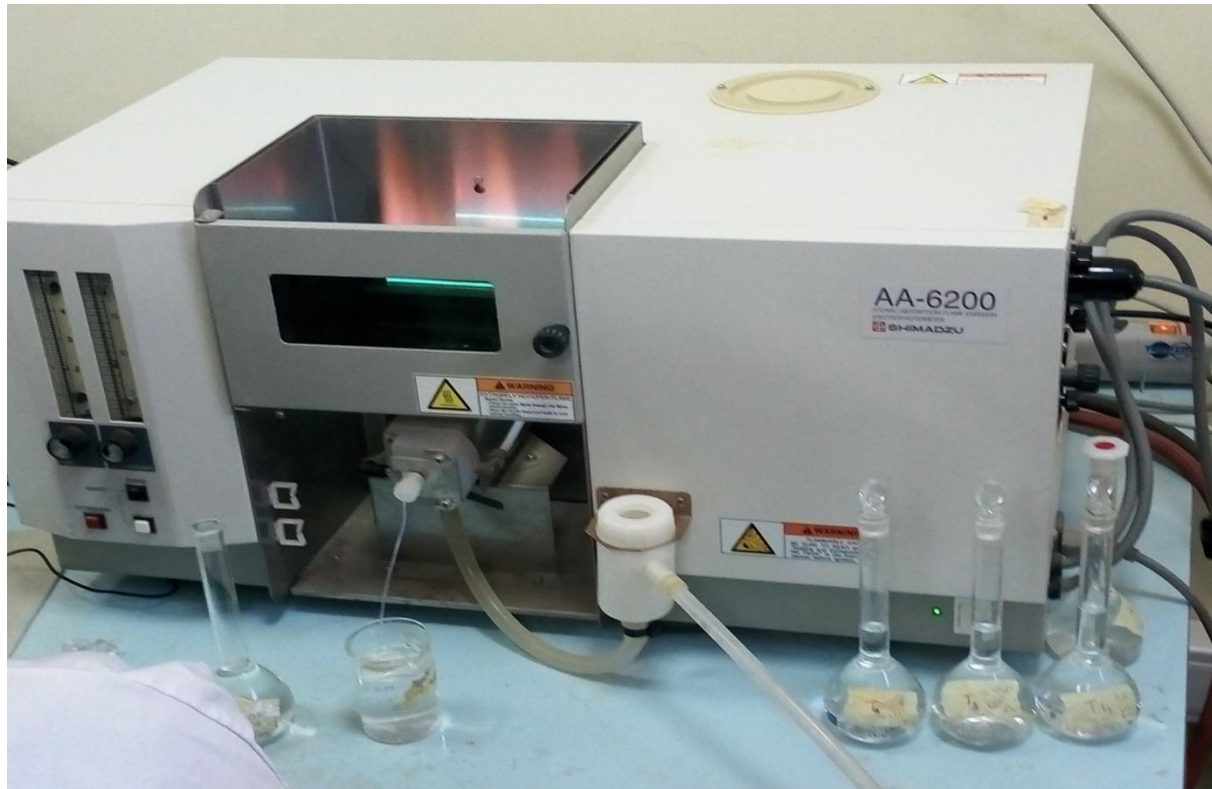


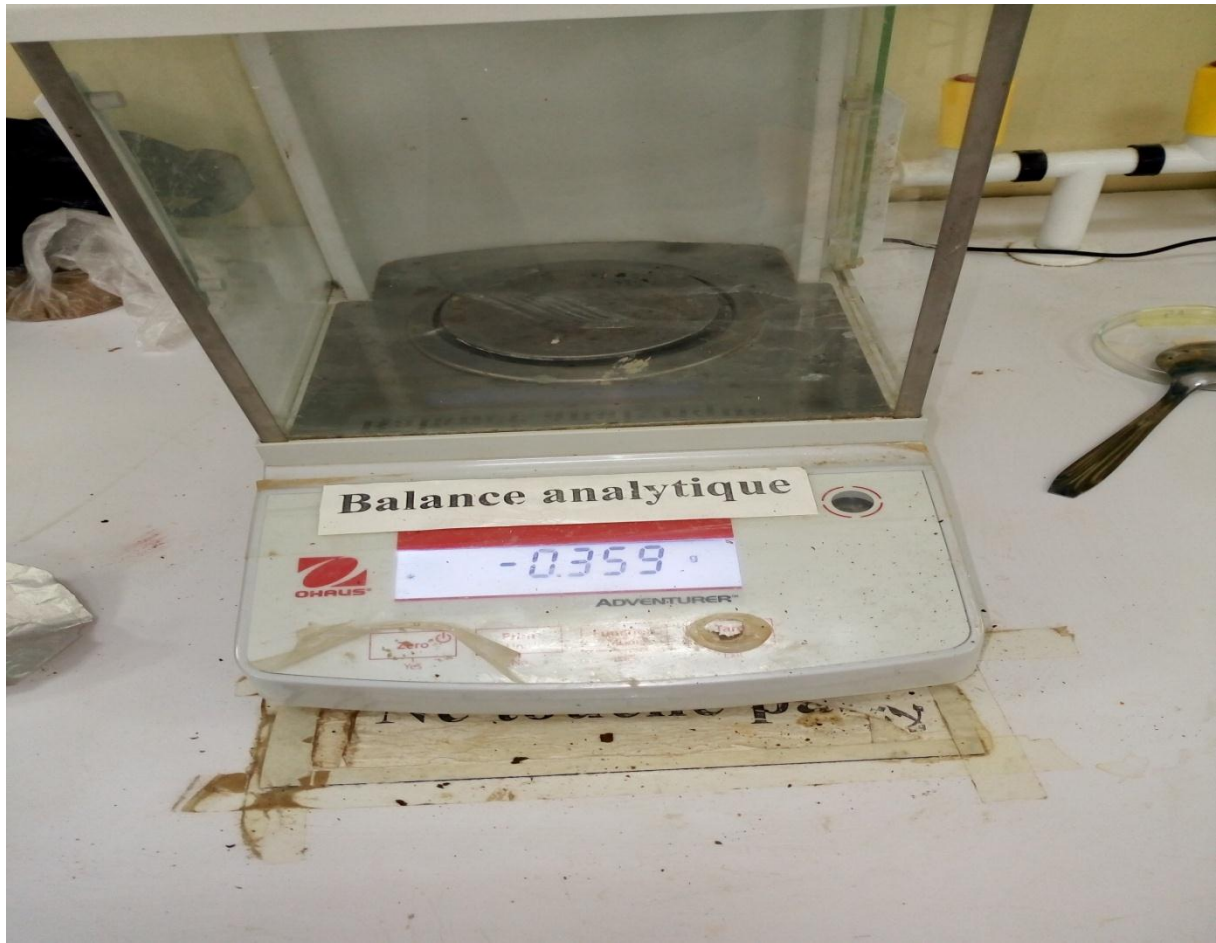
Photo 03 : L'appareil d'absorption atomique



Photo 04 : L'étuve



Photo 05 : pH mètre



Balance analytique

Résumé

Notre travail vise à déterminer la proportion de pollution de l'eau d'irrigation afin de connaître le taux de pollution et le niveau de toxicité sur les arbres fruitiers cultivés. Le travail a été réalisé dans la région Arris, D'après les résultats obtenus, on peut tirer les conclusions suivantes :

-Les résultats de l'analyse des eaux ne montrent pas des signes de pollution par les métaux lourds étudiés,

-L'étude du transfert et de l'accumulation des métaux lourds dans les végétaux (olivier, pommier, vigne, abricotier) a montré que les métaux lourds sont accumulés en trace au niveau des feuilles et ne constituent aucun danger.

Mots clés: Pollution, métaux lourds, bioaccumulation, irrigation, eau polluée.

Abstract

Our work aims to determine the proportion of water pollution from irrigation in order to know the pollution rate and the level of toxicity on the fruit trees cultivated. The work has been done in the Arris region, According to the results obtained, we can draw the following conclusions -The results of the analysis waters do not show signs of pollution by the heavy metals Ca studied.-The study of the transfer and accumulation of heavy metals in plants (olive, apple, vine, apricot) has shown that heavy metals are accumulated in leaves and no danger Key words: Pollution, heavy metals, bioaccumulation, irrigation, polluted water. Keywords: Pollution, heavy metals, bioaccumulation, irrigation, polluted water.

ملخص

يهدف عملنا إلى تحديد نسبة تلوث المياه من أجل معرفة معدل التلوث ومستوى السمية على أشجار الفاكهة المزروعة. تم إنجاز العمل في منطقة Arris ، وفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها ، يمكننا استخلاص النتائج التالية - نتائج التحليل المياه لا تظهر عليها علامات تلوث بالمعادن الثقيلة كاليفورنيا المدروسة. - أظهرت دراسة نقل وتراكم المعادن الثقيلة في النباتات (الزيتون ، التفاح ، العنب ، المشمش) أن المعادن الثقيلة تتراكم في ينترك ولا خطر الكلمات الرئيسية: التلوث ، والمعادن الثقيلة، والتراكم الأحيائي ، والري ، والمياه الملوثة

الكلمات المفتاحية: التلوث ، المعادن الثقيلة ، التراكم الأحيائي ، الري ، المياه الملوثة