TABLE DES MATIERS **Pages**

Résumé……i
Liste des tableaux……..…iv
Liste des figures…….……v
Liste des photos……..……vi
Liste d'abreviations…….……vii
Introduction générale …….……1

PREMIERE PARTIE : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : synthèse bibliographique sur *Morinaga oléifère*

1.1. Origine et historique……..... 2
1.2. Systématique et nomenclature……2
1.3. Description botanique ……3
1.3.1. Port…….....3
1.3.2. Racines, tiges et feuilles……...…4
1.3.3. Fleurs et fruits……..…5
1.4. Ecologie ……8
1.5. Biologie……...…8
1.6. Itinéraire technique de production ……9
1.6.1. Préparation du sol ……...9
1.6.2. Fertilisation ……..9
1.6.3. Mise en place de la culture ……..9
1.6.4.Entretien:……10
1.6.5.Irrigation……..……...…10
1.6.6. Ravageurs et maladies……10
1.6.7. Récolte et rendement. ……...……11
1.7. Valeur nutritive et usages ……....11
1.7.1. Composition chimique ……..…11
1.7.2. Importance alimentaire ……..……13
1.7.3. Importance industrielle ……..…13
1.7.4. Vertus thérapeutiques……13.
1.7.5. Autres utilisations ……13
1.8. Contraintes de production ……...14
1.9. Commercialisation des produit……..……14

Chapitre 2: Ressources et qualités des eaux

I.1. Généralités……15
I.1.1. Ressources des eaux ……..…15
I.1.1.1. Eaux superficielles ……..…15
I.1.1.2. Eaux souterraines……..…16
I.1.1.2.1. Nappes profondes ……16
I.1.1.2.2. Nappes phréatiques ……..……16
I.1.1.2.3. Nappes alluvionnaires ……..……16
A. Nappes libres ……17

B. Nappes captives ……17
I.2. Qualité de l'eau ……17
I.2.1.Qualité or ganoleptique……17
I.2.1.1. Couleur……17
I.2.1.2. Odeur et saveur ……17
I.2.2. Qualité physico-chimique ……17
I.2.2.1. Qualité physique ……17
A. Température ……17
B. Dureté ……17
C. Résidu sec ……18
D. Turbidité ……18
E. Conductivité électrique ……18
F. Résistivité électrique ……18
G. Minéralisation globale ……18
I.2.2.2. Qualité chimique ……19
A. Potentiel d'hydrogène …. ……19
B. Nitrates ……19
C. Nitrites ……19
D. Fluorures ……20
E. Fer ……20
F. Sodium……20
G. Sulfate ……20
H. Calcium ……20
I. Chlorures ……21
J. Potassium……21
K. Magnésium ……21
L. Phosphates ……21
M. Matières organiques ……21
I.2.3. Normes Physico-chimiques de L'eau Potable ……22
I.2.4. Qualité microbiologique ……24
I.2.4.1. Flore microbienne de l'eau ……24
I.2.4.2. Critères bactériologiques de l'eau ……24
I.2.4.3. Paramètres bactériologiques de l'eau ……24
Recherche des germes totaux à 22°C et 37°C pathogènes ……24
Recherche des coliformes totaux ……24
Recherche des Coliformes Thermo-tolérants ……25
Recherche des streptocoques fécaux (37°C) ……25
Recherche de *Clostridie sulfitons-réducteur* ……25
I.2.5. Normes de la qualité bactériologique de l'eau potable……25
II.1. Pollution de l'eau……26
II.2. Origines des pollutions des eaux ……26
II.2.1. Eaux domestiques ……26
II.2.1.1. Eaux ménagères ……26
II.2.1.2. Eaux des vannes ……26
II.2.2. Eaux pluviales ……26
II.2.3. Eaux industrielles ……26
II.2.4. Eaux agricoles ……27
II.3. Méthodes utilisées pour évaluer la pollution ……27

II.3.1. Principaux types de pollution ……...27
II.3.1.1. Pollution organique……27
A. D'origine urbaine ……...…27
B. D'origine industrielle …….…27
II.3.1.2. Pollution minérale ……..…27
II.3.1.3. Pollution microbienne ……...……27
II.3.1.4. Pollution par les métaux lourds…….…28
II.4. Procédés de traitement des eaux brutes ……...28
II.4.1. Etapes de traitement ……29
II.4.1.1. Prétraitements ……....29
II.4.1.1.1. Dégrillage ……...…29
II.4.1.1.2. Deshuilage ……..…29
II.4.1.2. Traitement physico-chimique ……...…29
II.4.1.2.1. Coagulation et Floculation …….…29
II.4.1.2.2. Décantation …….…29
II.4.1.2.3. Filtration …….……29
II.4.1.2.4. Désinfection ……...…30
II.4.1.3. Etapes de traitement des eaux brutes……..…31

DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

Matériels et méthodes

1. Objectif ……32
2. Échantillonnage ……...……32
3. Prélèvement de l'eau à analyser ……..…32
4. Analyses physico-chimiques ……...……33
4.1. Mesure de la température …….…33
4.2. Mesure de pH ……...33
4.3. Mesure de la conductivité électrique ,salinité……...……34
4.4. Mesure de la turbidité ……...……35
5. Analyses bactériologiques ……...……35
5.1. Recherche et dénombrement des Coliformes en milieux liquides (NPP) ……36
5.2. Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide……38

Résultats et discussions

1. Résultats des analyses physico-chimiques……...……40
1.1. pH ……40
1.2. Température …….…41
1.3. Conductivité .....…..42
1.4. Salinité ……..…43
1.5. Turbidité ……...…44
2. Résultats des analyses bactériologiques ……..…45
2.1. Effet des grains de *M.oleifera* sur des Coliformes Thermo-tolérantes ….....45
2.2. Effet des grains de *M.oleifera* sur des coliformes totaux …….....45
2.3. Effet des grains de *M.oleifera* sur d'*Escherichia coli*……...……45
2.4. Effet des grains de *M.oleifera* sur des Streptocoques fécaux ……..…45

2.5. Commentaire……..…46

Conclusion

Conclusion……48

Références bibliographiques.

Annexe.

RESUMÉ

ملخص

لا يزال الحصول على المياه النظيفة مصدر قلق كبير في أفريقيا ، ولا سيما في المناطق الريفية حيث يواجه السكان انعدام النظافة والصرف الصحي و عدم وجود طرق التعقيم المناسبة على مستوى الأسرة. ولذلك يمكن دمج عمليات المعالجة البيولوجية لاستهلاك المياه بديلا قابلا للتطبيق في تحسين نوعية مياه المشروبات، وتركز هذه الدراسة على تحسين فعالية بذور *Moringa oleifera* في الصرف الصحي من استهلاك المياه.

تم علاج المياه السطحية لواد الصفصاف مع تركيزات مختلفة من بذور*Moringa oleifera* . تم تحديد الخصائص الفيزيوكيميا ئية والميكروبيولوجية , من خلال النتائج تبين أن هذا يتوقف على خصا ئص المياه، و تكون المدة 1,5- 2,0 ساعات كافية لإزالة كافة المواد الصلبة العالقة والغروية. ونلاحظ انخفاض في التعكر اما من الناحية الميكروبيولوجية لم يحد ث أي تغييرفقد بقيت البيكتيريا كما هي.

ا ذ ن معالجة المياه العكرة ببذور*Moringa oleifera* يساهم نسبيا في تحسين نوعية مياه الشرب.

كلمات البحث :استهلاك المياه، الصرف الصحي، *Moringa oleifera*، التعكر.

Résumé

L'accès à l'eau potable demeure une très grande préoccupation en Afrique , particulièrement en milieu rural , l'insuffisance d'hygiène et d'assainissement et au manque de méthodes appropriées de désinfection à l'échelle familiale. De ce fait, l'intégration de procédés biologiques de traitement des eaux de consommation pourrait être une alternative durable dans l'amélioration de la qualité des eaux de boisson, du fait de la disponibilité et de la non-toxicité des substances. La présente étude porte sur l'optimisation de l'efficacité des graines de *Moringa oleifera* dans l'assainissement des eaux de consommation en milieu rural . Des eaux de surface d'Oued safsaf ont été traitées avec différentes concentrations de coagulant de graines de *Moringa oleifera*. Le suivi de paramètres physico-chimiques et microbiologiques à déterminé des résultats, il est ressorti qu'en fonction des caractéristiques des eaux, les temps de décantation compris entre 1,5-2,0 h sont apparus suffisants pour éliminer la presque totalité des matières en suspension et des colloïdes. On remarque L'abattement de la turbidité; mais, en ce qui concerne l'analyse de Microbiologie les bactéries reste toujours les mêmes dans l'eau.

Le traitement des eaux brutes avec les graines de *Moringa oleifera* améliore un petit peu la qualité des eaux de boisson.

Mots clés : Eau de consommation, assainissement, *Moringa oleifera*, turbidité.

Rapport-Gratuit.com

Summary

Access to clean water remains a great concern in Africa, particularly in rural areas, the inadequate hygiene and sanitation and lack of appropriate disinfection methods at the family level. Therefore, the integration of biological treatment processes of water consumption could be a viable alternative in improving the quality of drinking water, due to the availability and non-toxicity of the substances. This study focuses on optimizing the effectiveness of *Moringa oleifera* seeds in sanitation of rural drinking water. surface water of wadi safsaf were treated with different concentrations of coagulant *Moringa oleifera* seeds. Monitoring of physicochemical and microbiological parameters determined at the results, it became clear that depending on the water characteristics, settling time between 1.5-2.0 h appeared sufficient to remove almost all materials suspension and colloids. Note the reduction of turbidity, but with regard to analyze of microbiology, presence of bacteria remains the same in the water. Treatment of raw water with the seeds of *Moringa oleifera* improves a little bit of the quality of drinking water.

Key words: water consumption, sanitation, *Moringa oleifera*, turbidity.

LISTE DES TABLEAUX **Pages**

Tableau N°1 : Principales exigences écologiques de *Moringa oleifera*.....**08**

Tableau N°2 : Composition moyenne des feuilles de *Moringa oleifera*……**12**

Tableau N°3 : Normes et recommandation pour la minéralisation globale des eaux potables……**19**

Tableau N°4 : Normes et recommandations pour les paramètres physicochimiques de l'eau potable..……**23**

Tableau N°5 : Normes et recommandation pour la qualité bactériologique de l'eau potable……..…**25**

Tableau N°6 : Estimation des paramètres physico-chimiques dans l'eau d'OUED SAFSAF de Tlemcen……...**47**

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

LISTE DES FIGURES:

Fig. N°1 : Etapes de traitement des eaux brutes**.**

Fig. N°2: Recherche et dénombrements des coliformes totaux et fécaux dans l'eau brute.

Fig. N°3 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau brute.

Fig.N°4: Evolution du pH d'eau en fonction des concentrations de *Moringa oleifera*.

Fig.N°5: Evolution de la temperature d'eau en fonction des concentrations de *Moringa oleifera*.

Fig.N°6: Evolution de la conductivité d'eau en fonction des concentrations de *Moringa oleifera.*

Fig.N°7: Evolution de la salinité d'eau en fonction des concentrations de *Moringa oleifera*.

Fig.N°8: Evolution de la turbidité d'eau en fonction des concentrations de *Moringa oleifera.*

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photo N°1 : Pied de *Moringa oleifera* à la station INERA de Banfora (Burkina Faso)

Photo N°2: Pied de *Moringa oleifera* la nouvelle pépinière de la conservation des forêts de la wilaya d'Adrar

Photo N°3 : Feuille de *Moringa oleifera* (Burkina Faso)

Photo N°4 : Feuille de *Moringa oleifera* la nouvelle pépinière de la conservation des forêts de la wilaya d'Adrar

Photo N°5 : Fleurs de *Moringa oleifera* (Burkina Faso)

Photo N°6 **:** Fleurs de *Moringa oleifera* la nouvelle pépinière de la conservation des forêts de la wilaya d'Adrar

Photo N°7 : Gousses de *Moringa oleifera* (Burkina Faso)

Photo N°8: Graine de *Moringa oleifera* (INRA d'Adrar)

Photo N°9 : Graines de *Moringa oleifera* (Burkina Faso)

Photo N°10 : Oued safsaf

Photo N°11 : PH-mètre portative

Photo N°12 : Conductimètre portative

Photo N°13 : Turbidimètre

Photo N°14: Milieu BCPL pour Recherch et Denombrement des Coliformes Totaux

Photo N°15: Milieu Roth pour Recherch et Denombrement des Streptocoques fecaux

Photo N°16: Incubation à 37°c pendant 48H

PhotoN°17: Milieu BCPL(positif) apres incubation à 37°c pendant 48H

PhotoN°18: Milieu Roth(positif) apres incubation à 37°c pendant 48H

PhotoN°19: Test de cofurmation(Repiquage)

PhotoN°20: Incubation à 44°c pendant 24H (milieu Schubert)

PhotoN°21: Incubation à 37°c pendant 24H (Eva litsky)

LISTE DES ABREVIATIONS

IN.E.R.A: Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole

IRA : Infections Respiratoires Aiguë

ADE : Algérienne des eaux.

BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol.

BGN : Bacilles Gram Négatifs.

CEE : Communauté Economique Européenne.

CGP : Cocci à Gram Positif.

CMA : Concentration Maximale Admissible.

cm : Centimètre.

cm2 : centimètre carré.

Cond : Conductivité.

D/C : Double Concentrations.

Ech : Echantillon.

E. coli : *Escherichia coli.*

g/l : gramme par litre.

H : heure.

Km : kilomètre.

M : mètre.

m3 : mètre cube.

MES : Matière En Suspension.

Mg : milligramme.

mg/l : milligramme par litre

ml : millilitre.

mm : millimètre.

NA: Norme Algérienne.

NF: Norme Française.

NG : Niveau Guide.

UFC/ml : UnitéFormant une colonie

NPP : Nombre Plus Probable.

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

pH : potentiel d'Hydrogène.

S/C : Simple Concentration

TGEA: Tryptone Glucose Extract Agar.

U.S.A: United States of America.

VF : Viande Foie.

°C : degré Celsius.

Ms/cm: micro-siémens par centimètre.

% : pourcentage.

(+) : positive.

(-) : négatif.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION

L'eau constitue l'élément majeur du monde minéral et biologique. Un des problèmes sérieux dans le monde est la mise à disposition des populations d'eau potable en particulier dans les pays en voie de développement. La production d'eau potable nécessite l'utilisation des produits chimiques. L'addition de sels d'aluminium pour la coagulation entraîne souvent la présence dans l'eau de trop fortes concentrations d'aluminium dissous, suspecté d'être l'une des causes de la maladie d'Alzheimer. **(Chantrel ,2002).**

Les méthodes simples et peu coûteuses de traitement des eaux sont un critère essentiel de la durabilité des processus dans ces pays. C'est ce qui fait la force du *Moringa oleifera*, un arbre qui pousse en Asie et en Afrique dont les graines sont utilisées pour la première étape du traitement des eaux. Les graines de cet arbre sont connues pour leurs pouvoir floculant des protéines qu'elles contiennent. De production locale et peu coûteuses, ces graines permettent d'agréger les particules en suspension pour les éliminer ensuite par sédimentation ou filtration. Elles remplacent ainsi les sels d'aluminium dont l'usage pose des problèmes pour la santé.

Notre étude qui a pour thème: LA CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EFFICACITE DE LA GRAINE DE *MORINGA OLEIFERA* DANS LA DEPOLLUTION DES EAUX, vise à déterminer par différentes concentrations des graines de *Moringa oleifera* et les paramètres physico-chimiques des eaux traitées. Pour atteindre ces objectifs, des essais du traitement par les graines de *Moringa oleifera* des eaux d'Oued Safsaf ont été effectués.

Le présent mémoire s'articule autour de trois chapitres. Le premier chapitre aborde la synthèse bibliographique qui traite des généralités sur *M. oleifera*. Le deuxième chapitre est un rappelle sur l'eau d'une façon générale, avec ses caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques et les diverses pollutions qui affectent l'eau. Le troisième chapitre ; la méthode de traitement de l'eau pollué par la graine de *M. oleifera*. Les résultats obtenus sont discutés qui et suivi d'une conclusion et des perspectives.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I
MORINGA OLEIFERA

RapportGratuit.com

CHAPITRE 1: Plante étudiée

1.1. Origine et historique

Moringa oleifera Lam. est une espèce originaire des régions d'Agra et d'Oudh, au Nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de l'Himalaya, mais elle est cultivée aujourd'hui dans toutes les régions tropicales et sub-tropicales du monde **(Rajangam et *al* ,2001).** Son introduction en Afrique de l'Est a eu lieu au début du 20è siècle par le biais du commerce et des échanges maritimes durant cette période **(Foidl et *al*, 2001).** On peut rencontrer cette espèce sur trois continents et dans plus de cinquante pays tropicaux et subtropicaux (Afrique, Arabie Séoudite, Sud-est asiatique, Iles du pacifique, Amérique du sud). Dans ces pays, elle est utilisée comme plante médicinale et alimentaire.

1.2. Systématique et nomenclature

La classification systématique de *Moringa* est la suivante:

-Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiosperme
Classe	Dicotylédones
Sous classe	*Dillenidae*
Ordre	Capparidales
Famille	*Moringaceae*
Genre	*Moringa*
Espèce	*Moringa oleifera* lamarck

Moringa appartient à une famille monogénérique dont on connaît 14 espèces. Neuf D'entre elles sont africaines, deux malgaches, deux indiennes et une en Arabie Séoudite. Les espèces les plus courantes sont: *Moringa oleifera, M stenopetala, M. conxanensis, M Drouhardii, M Longituba* et *M Peregrina.* « *Moringa* » vient de *muringa* en malayalam une langue indienne. La plupart des langues s'utilisent un dérivé phonétique de ce mot pour désigner la plante.*Moringa oleifera* est un arbre connu sous diverses appellations. En Afrique francophone, le nom le plus général est nébéday, nom vraisemblablement dérivé de l'anglais *"never die"* (immortel), en référence à sa capacité de résistance à la sécheresse, à son aptitude à se propager rapidement à partir de semis ou de boutures et à se régénérer même après des coupes très sévères **(Fuglie, 2001).** En Inde, il est appelé Dumstick pour rappeler la forme du fruit qui ressemble à une baguette **(Pousset, 1999).** Au Burkina Faso, le nom varie en fonction des ethnies et reflète les qualités nutritionnelles miraculeuses de l'arbre:

- en mooré *(Arzan Tiiga).*
- en dioula *(ArdjilUi Yiri).*
- en fulfuldé *(Leggal Aljenna).*

Ces trois appellations signifient simplement « arbre du paradis »

1.3. Description botanique

1.3.1. Port

Selon **(Rajangam et *al,* 2001).** *Moringa oleifera* est une plante qui a l'aspect d'un
Arbuste dont la hauteur peut atteindre 4 à 5m . Le cliamètre du tronc varie entre 20 et 40 cm selon **(Foidl et *al,* 2001).** Le tronc est généralement droit, mais il est parfois très peu développé. En général, il se ramifie lorsque la hauteur atteint I, 5 à 2m. Les branches poussent de manière désorganisée et la canopée est en forme de parasol **(Foidl et *al, 2001).***(Photo 1et2)

Photo 1:Pied de *Moringa oleifera* à la station INERA de Banfora (Burkina Faso) (Teophile, 2014).

Photo 2: Pieds de *Moringa oleifera* la nouvelle pépinière de la conservation des forêts de la wilaya d'Adrar (Ould safi, 2012).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

1.3.2. Racines, tiges et feuilles

Le système racinaire est de structure tubulaire, il est formé d'un pivot central qui peut S'enfoncer dans le sol jusqu'à 1,30 m de profondeur lui offrant ainsi une grande résistance à la sécheresse. Des racines secondaires issues du pivot central se ramifient ensuite latéralement jusqu'à constituer une chevelure dense **(Rosa, 1993).** *Pour* ce même auteur, la tige à une écorce de *couleur* brun-pâle et lisse, parfois tachetée de marron et son bois tendre et mou ne lui permet pas de résister aux vents agressifs.

Les feuilles **(Foidl et *al*, 2001).** Sont alternes, tripennées à la base et bipennées au Sommet. Elles mesurent 20 à 70 cm de long avec un long pétiole et 8 à 10 paires de pennes composées chacune de deux paires de folioles opposées, plus une terminale; les folioles (Photo 3et4) sont ovales et longues de 1 à 2 cm **(Morton, 1991).**

Photo 3 : Feuille de *Moringa oleifera* (Burkina Faso) *(*Teophile*, 2014).*

Photo 4 : Feuille de *Moringa oleifera* la nouvelle pépinière de la conservation des forêts de la wilaya d'Adrar (Ould safi,2012).

1.3.3. **Fleurs et fruits**

Les fleurs de 2,5 cm de large se développent en panicules axillaires et tombantes de 10 À 25 cm. Elles sont odorantes, de *couleur* blanche ou crémeuse, avec des points jaunes à la base (Photo 5 et 6). Les sépales, au nombre de cinq, sont symétriques et lancéolés. Les cinq pétales sont minces et spatulés, symétriques à l'exception du pétale inférieur, et entourent cinq étamines **(Foidl et *al, 2001).*** Les fruits sont en forme de gousses allongées à trois valves, déhiscents et mesurant 20 à 60 cm de long. Les gousses sont situées au sommet des branches (Photo 7) et chacune renferme environ 12 à 35 graines **(Foidl et *al, 2001).*** Les graines sont arrondies, ailées, avec une coque marron semi-perméable (Photo 8). Le poids moyen d'une graine est de 0,3g dont 25% sont représentés par la coque. La production annuelle par arbre est de 15 000 à 25 000 graines **(Makkar et Becker, 1997).**

Photo 5 **: Fleurs de *Moringa oleifera* (Burkina Faso) *(*Teophile, *2014)*.**

Photo 6 **: Fleurs de *Moringa oleifera* la nouvelle pépinière de la conservation des forêts de la wilaya d'Adrar (Ould safi,2012)**

Photo 7 : Gousses de *M oleifera* (Burkina Faso) *(*Teophile*, 2014)*.

Photo 8:Graine de *Moringa oleifera* (INRA d'Adrar)

Photo 9: Graine de *Moringa oleifera* (Burkina Faso) *(*Teophile*, 2014).*

1.4. Ecologie

Le *Moringa oleifera* est une plante qui s'adapte à des milieux différents. Cependant, Certaines conditions du milieu favorisent son épanouissement (tableau 1).

Tableau 1 : Principales exigences écologiques de *Moringa oleifera*

Paramètre	Valeur
Climat	Tropical ou subtropical
Altitude	0-2000 m
Température	25-35°C
Pluviométrie	250 mm-2000 mm Irrigation nécessaire pour la production de feuilles si pluviométrie < 800 mm
Type de sol	Limoneux, sableux ou sablo-limoneux
pH du sol	Légèrement acide à légèrement alcalin (pH: 5 à 9)

Source: **(De Saint Sauveur et Broin, 2010).**

Le *Moringa oleifera* se plaît en milieu aride ou semi-aride mais il peut se trouver aussi dans les zones très arides comme le Sahara et peut s'adapter aux différents types de sols.

1.5. Biologie

Le *Moringa* peut se planter par semis, en repiquage ou en plein champ ou encore par Boutures. Le semis se fait à mi- ombre, en situation pas trop chaude après un trempage des graines dans l'eau pendant 24 heures. Le taux moyen de germination est de 70% avec une durée de germination comprise entre 4 à 10 jours.

La croissance de l'arbre, la floraison et la production de fruits sont influencées par L'écartement entre les pieds et le mode de récolte des feuilles.

Une étude menée au sud du Niger par **(Abaisse et Oni, 2001).** A montré que:

- Les meilleures performances en terme de valeurs moyennes de hauteur, diamètre, nombre de feuilles et nombre de branches ont été observées dans l'écartement de 2 x 1 m, avec des valeurs respectives de 30,68 cm ; 0,65 cm ; 36 et 6.
- Le plus grand nombre de fleurs (634,95 + 76,2) par arbre s'obtient en collectant directement les folioles sur la plante.

- La meilleure production de fruits (7,7 + 1,2 fruits par arbre) s'obtient également avec la collecte des folioles.
- La valeur la plus élevée en production de graines (13,8 + 0,4 graines par gousse) était Rencontrée avec un écartement de 0,5 x 0,5 m.

(Olivier, 2004). Prévoit six récoltes des feuilles par an au nord du Sénégal lorsque les plantes sont irriguées. En Inde du Sud, les variétés pérennes issues de boutures ne fructifient qu'au bout de près d'un an et les gousses sont récoltées en mars à avril avec une deuxième récolte en mars-octobre; tandis que la fructification des variétés annuelles est saisonnière, et la récolte sur les plantes semées en septembre intervient six mois plus tard et se prolonge sur 2-3 mois **(Rajangam et *al, 2001).***

1.6. Itinéraire technique de production

La production de feuilles de *Moringa* passe par les étapes suivantes: la préparation du Sol, la fertilisation, la mise en place de la culture, l'entretien, le contrôle des ravageurs et la récolte.

1.6.1. Préparation du sol

Dans le but de faciliter l'enracinement et favoriser le développement et la croissance De la plante, il est important de défricher et nettoyer le terrain si nécessaire. Ensuite, effectuer un labour et hersage de 30 cm de profondeur si la densité de plantation est forte, si non, des trous de 30 à 50 cm de profondeur et 20 à 40 cm de largeur sont creusés et remplis de fumier avant le semis ou la transplantation **(De Saint Sauveur et Broin, 2010).**

1.6.2. Fertilisation

Les besoins en nutriments peuvent être satisfaits par apport de fumure organique ou Minérale selon les objectifs de production. Selon **De Saint Sauveur et Broin (2010),** Le *Moringa* peut produire des quantités importantes de feuilles lorsqu'il reçoit des apports organiques suffisants.

De plus, l'application de la fumure organique comme fumure de fond est conseillée pour une production biologique. La dose à l'hectare varie en fonction de la densité de semis et selon **(Foidl et *al*, 2001).** Elle est de 6tlha pour une densité de 1000000 plantslha. En plus des nutriments apportés, la fumure organique améliore la structure du sol. C'est pourquoi elle doit être appliquée d'abord avant te semis. Ensuite, elle peut être apportée comme fumure d'entretien au moins une fois par an **(De Saint Sauveur et Broin, 2010).**

1.6.3. Mise en place de la culture

M oleifera se multiplie soit par semis des graines à 2 cm de profondeur **(Kokou et *al*, 2001).** soit par bouturage. Le semis direct est conseillé pour la monoculture à haute densité (10 x 10 cm), tandis qu'en culture associée, la transplantation peut être préférée dans certains cas (2 à 5 m entre les plants et les rangées). La saison des pluies et la saison sèche fraîche sont les périodes favorables au semis des graines selon **(Jahn, 2003).** La densité de plants à l'hectare dépend des objectifs de production. La production de feuilles se fait soit en monoculture où la densité des plants à l'hectare est élevée Gusqu'à 1 000 000 de plants/ha) selon **(Foidl et *al*, 2001).** Soit en agroforesterie.

La production par bouturage permet d'avoir des plantes à croissance rapide mais Développant un système racinaire superficiel qui les rend sensibles au stress hydrique et au vent. Les boutures de 45 à 150 cm de long avec un diamètre de 4 à 16 cm doivent être

prélevées sur un arbre d'au moins un an et laissées à l'ombre pour sécher pendant au moins trois jours avant d'être plantées.

1.6.4. Entretien

Après l'installation de la culture, certaines pratiques sont nécessaires pour favoriser le Développement des plants. Il s'agit du démariage, des désherbages et des sarclages manuels pour éliminer les mauvaises herbes mais aussi de l'application de pesticides pour protéger les plantes des insectes ravageurs. Il existe également la taille d'entretien qui est la pratique culturale la plus importante dans la production de feuilles de *Moringa*. Elle consiste à sectionner la tige principale à 10 cm de son sommet lorsqu'elle mesure 60 cm de haut ainsi que les ramifications lorsqu'elles atteignent 20 cm **(www.moringanews.org).** Cette pratique confère à l'arbre une forme
Buissonnante. Elle a les mêmes objectifs que le pinçage qui, selon **De Saint Sauveur et Broin (2010),** Consiste à pincer le bourgeon terminal de la tige centrale lorsque la plante a une hauteur de 0,5 à 1 m et les branches secondaires sont également pincées. Toutes ces pratiques facilitent la récolte des feuilles et offre à la plante une certaine résistance aux vents violents.

1.6.5. Irrigation

L'irrigation est indispensable pour une production de feuilles continue en saison sèche.
Une étude menée au Niger par **(Gamatie et De Saint Sauveur, 2005).** A montré que la combinaison de l'irrigation et de la fertilisation permet de faire 18 récoltes par an. Cependant, en saison pluvieuse, la culture de *Moringa* ne nécessite pas d'irrigation **(De Saint Sauveur et Broin, 2010).**Aussi, selon ces auteurs, tout système d'irrigation peut convenir: tuyau d'arrosage, arrosoir, asperseur, goutte à goutte. Cependant l'étude de **(Méda, 2011).** A montré que la méthode d'irrigation goutte à goutte donne les meilleures performances agronomiques et par conséquent le meilleur rendement. Il est le moins coûteux pour la production des feuilles fraîches. Le temps favorable à l'irrigation se situe dans la matinée très tôt, la soirée ou la nuit pour éviter les pertes par évaporation.
Les besoins en eau selon les zones climatiques sont donnés par **(De Saint Sauveur et Broin, 2010).**

- En zone soudanienne, la production de feuilles est possible toute l'année sans irrigation, toutefois une baisse de production est observée en période sèche comme dans la région des cascades où se déroule la présente étude.
- En zone sahélienne, l'irrigation se fait durant toute l'année (tous les jours en saison sèche, deux ou trois fois par semaine en saison humide).
-Quant à la quantité d'eau nécessaire, elle varie selon la période de l'année et est donnée par **(Olivier, 2004).** Au nord du Sénégal.
- Hivernage (mi-juillet à octobre) : 72 000 Iitres/ha/jour, à raison d'une heure d'arrosage avec une pression d'un bar.
- Période sèche (novembre à mi-juillet) : 108 000 Iitres/ha/jour, à raison d'une heure et demie d'arrosage avec la même pression.

1.6.6. Ravageurs et maladies

Les sauterelles, criquets, chenilles et les termites constituent les principaux ravageurs.

Ces insectes mordent et mangent des parties de la plante entraînant de ce fait la destruction de feuilles, bourgeons, fleurs, pousses, fruits ou graines ainsi que l'interruption du flux de sève. Ces attaques sont surtout fréquentes en début de saison sèche lorsque les organes verts et tendres sont rares. La meilleure solution est de couper les arbres pour ne laisser aucune partie verte **(De Saint Sauveur et Broin, 2010).** En plus de cette méthode, il existe des moyens de lutte biologique pour contrôler ces insectes. Selon **De Saint Sauveur et Broin (2010),** la lutte biologique peut se faire par application de tourteaux de graines de *Azadirachta indica* (neem) dans le sol; de feuilles de ricin, d'écorces d'acajou, de feuilles de *Mefia azedarach* à la base du tronc; de tas de cendres à la base des plantes et par la fabrication de pièges à termites avec des canaris remplis de paille humide, de terre et autres déchets végétaux.
Parmi les maladies, les mêmes auteurs soutiennent que les maladies fongiques sont de
Loin les plus sérieuses dans la culture du *Moringa.* Des taches sombres peuvent apparaître sur les feuilles et finir par les couvrir entièrement, ce qui cause le jaunissement de la feuille et sa mort. Ceci est provoqué par les champignons *Cercospora* spp et *Septoria lycopersici.* L'alternariose serait également courante selon **De Saint Sauveur et Broin (2010),** Elle se présente sous forme de taches angulaires brunes noires avec des cercles concentriques, soit par des lésions noires ou brunes sur les branches. L'agent pathogène est *Alternaria solani,* les produits efficaces contre cet agent sont à base de mancozèbe ou de manèbe. Tout comme contre les insectes nuisibles, les extraits de feuilles, de graines de neem ou dans tous les cas les préparations contenant de l'Azadirachtine peuvent également être utilisés pour contrôler les attaques fongiques **(De Saint Sauveur et Broin, 2010).**

1.6.7. Récolte et rendement

La récolte peut être manuelle avec un sécateur, une faucille, un couteau ou mécanique
Avec une faucheuse. La récolte peut se faire en coupant les branches feuillées à une hauteur de 30 cm à 1 m au-dessus du sol, ou en prélevant directement les feuilles sur l'arbre **(De Saint Sauveur et Broin, 2010).**
Les fruits doivent être récoltés lorsqu'ils deviennent bruns et secs. Les graines sont
Extraites, mises en sacs et stockées dans un endroit sec. Les branches de *Moringa* étant
Fragiles, il est déconseillé de grimper dans l'arbre pour récolter des fruits **(De Saint Sauveur et Broin, 2010).**
Le rendement est fortement influencé par la densité de semis, l'irrigation, la fertilisation, le traitement phytosanitaire et l'entretien de la culture. **(Foidl et *al,* 2001).** A obtenu le maximum de feuilles vertes avec une densité d'un million de plants à l'hectare. **(Vijayakumar et *al,* 2000).** Cités par **(Rajangam et *al,* 2001).** Ont constaté que le pincement précoce des points de croissance à 60 jours donne des rendements meilleurs que le pincement à 90 jours après le semis. L'irrigation goutte à goutte permet de doubler les rendements des variétés annuelles et un apport de 4 litres/jour permet d'augmenter les rendements de 57% par rapport aux plantations pluviales **(Rajakrishnamoorthy et *al,* 1994).** Cités par **(Rajangam et *al,* 2001).**

1.7. Valeur nutritive et usages

M oleifera se distingue par une grande utilité de toutes ses différentes parties dans
Plusieurs domaines.

1.7.1. Composition chimique

La valeur nutritive des feuilles de *Moringa* est d'une richesse rarement observée. En
Effet, les feuilles contiennent une très grande concentration de vitamines, de protéines, de certains minéraux et, phénomène assez rare pour une plante, elle possède les 10 acides aminés

Rapport-Gratuit.com

et les acides gras essentiels **(Broin, 2005).** En effet, la teneur en ces éléments est élevée pour 100 grammes de matière sèche (tableau II).

Tableau N°2 : Composition moyenne des feuilles de Moringa oleifera

Données pour 100 grammes de matière sèche			
Composition globale		**Acides aminés (mg)**	
Calories (kcal)	300	Arginine	1600
Protéines (g)	25	Histidine	530
Glucides (g)	40	Isoleucine	1140
Lipides (g)	8	Leucine	2050
Minéraux (g)	12	Lysine	1200
Fibres (g)	15	Méthionine	370
Teneur en eau	75%	Phénylalanine	1400
		Thréonine	1080
Minéraux (mg)		Tryptophane	580
Calcium	2100	Valine	1400
Cuivre	1	Acide aspartique	1670
Fer	27	Acide glutamique	2470
Potassium	1300	Sérine	840
Magnésium	405	Glycine	960
Phosphore	310	Alanine	1260
Manganèse	8	Proline	1230
Soufre	740	Tyrosine	910
Sélénium	2,6	Cystéine	360
Zinc	2,6	**Acides gras**	
Molibdène	0,5	C 16: 0	530
Sodium	100	C 18: 0	70
Vitamines		C 18: 1	60
Vitamine A (UI)	14300	C 18 : 2	170
Vitamine C (mg)	850	C 18: 3	1140

Source **(Broin, 2005).**

La grande teneur en fer, protéines, cuivre et diverses vitamines et acides aminés essentiels font donc des feuilles de *Moringa* un complément nutritionnel idéal.

Ainsi, la consommation de 100 grammes de feuilles de *Moringa oleifera* fraîches peut

Fournir: Entre 30 et 100% des apports journaliers recommandés en calcium (30% à 50% pour les adolescents, 40% à 60% pour les adultes, les enfants, les femmes enceintes ou allaitantes, 80 à 100% pour les enfants en dessous de 3 ans) ; Entre 25 et 80% des apports journaliers recommandés en fer *(25%* pour les femmes enceintes, 40 à 60% pour les adolescents et les femmes, 50 à 100% pour les hommes et les enfants) ; 100% des apports journaliers recommandés pour la vitamine A et C, mais ceci dépend énormément des conditions de conservation et d'utilisation des feuilles **(De Saint Sauveur et Broin , 2010).** Selon **(Rajangam et al, 2001).** Les fleurs de *Moringa* contiennent du cuivre (0,62 mg), du soufre (137 mg), du chlore (423 mg), de l'acide oxalique (101 mg) et de la phytine P (44 mg). Les

fruits contiennent des acides aminés (alanine, arginine, glycine, sérine, thréonine, valine) et de l'acide glutamique et aspartique. Quant aux graines, elles contiennent un dérivé de benzylisothiocyanate (glycoside d'huile de moutarde) et 4(4-acetyl-L-L-rhamnosyloxy) benzoisothiocyanate.
Les extraits de la tige contiennent de l'hydroxymelléine, de la vanilline, de l'acide octacosanoïque, du béta-sitostérol et de la betasitosténone, identifiée pour la première fois dans une espèce végétale et les racines contiennent de l'anthomine et de la pterygospermine **(Rajangam et *al, 2001).***

1.7.2. Importance alimentaire

Les feuilles, les fruits, les jeunes tiges, les racines et les fleurs sont consommables et
Se consomment partout dans le monde. Les feuilles peuvent se consommer fraîches ou en poudre **(Broin, 2005).** Et même associées aux épices comme le piment. Elles peuvent également être préparées en soupe ou en salade selon **(Foidl et *al,* 2001).** Les jeunes gousses vertes peuvent être consommées bouillies comme des haricots. Les graines sèches peuvent être réduites en poudre et utilisées pour assaisonner les sauces tandis que la poudre des racines de jeunes plants peut servir à relever l'assaisonnement **(Foidl et *al,* 2001).** Selon le même auteur, les fleurs peuvent également être utilisées comme ingrédient d'une salade.

1.7.3. Importance industrielle

Les graines de *Moringa* contiennent 42% d'huile et le profil de l'acide gras de l'huile
Démontre qu'elles contiennent 70% d'acide oléique. La teneur en acides gras saturés est de 13%, en acides gras insaturés 82% et celle en acides gras libres varie de 0,5 à 3% **(Foidl et *al,* 2001).** L'huile de *Moringa* est donc équivalente sous tous ses aspects à une huile de qualité supérieure telle que l'huile d'olive et présente les mêmes avantages que celle-ci pour la santé **(Creighton, 2001).**Grâce à ces propriétés l'huile de *Moringa* peut être utilisée comme lubrifiant dans la machinerie fine comme l'horlogerie pour sa faible tendance à se détériorer et devenir rance et collante **(Ramachandran et *al,* 1980).** Cités par **(Foidl et *al,* 2001).** Elle est aussi utilisée comme huile végétale comestible et huile de cuisson, comme huile de qualité dans l'industrie cosmétique et de parfums **(Foidl et *al, 2001).***

1.7.4. Vertus thérapeutiques

Les feuilles, les fruits, les graines, les racines, l'écorce mais aussi les fleurs possèdent
Chacun des vertus médicinales particulières. Bien qu'encore peu vérifié par la science, les différentes parties de *Moringa* sont utilisées dans le traitement contre l'anémie, la perte d'appétit, les douleurs gastriques, l'ulcère à l'estomac, la diarrhée, la dysenterie, la colique, la régulation du diabète et de la tension artérielle **(Pousset, 1999).** Selon **De Saint Sauveur et Broin (2006),** Les feuilles de *Moringa* sont maintenant utilisées dans certains programmes de lutte contre la malnutrition en particulier au Sénégal, en Inde, au Bénin et au Zimbabwe. Au Sénégal, **(Mansaly, 2001).** A confirmé une amélioration nette de la santé des enfants atteints d'Infections Respiratoires Aiguës (IRA), de rougeole, de paludisme ou de diarrhée et mis sous régime de *M oleifera.*

1.7.5. Autres utilisations

Selon **(Foidl et *al,* 2001).** La poudre des graines de *M oleifera* constitue un floculant
Naturel qui peut clarifier les eaux troubles, dissipant de ce fait 99% des matières colloïdales. Il a démontré également que ce mélange de graines constitue un coagulant de premier ordre pour le traitement de l'eau des rivières possédant un haut niveau de matériel solide en

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

suspension. En outre, un extrait de feuilles de *M oleifera* préparé avec de l'éthanol à 80% contient des facteurs de croissance comme les hormones du type cytokinine **(Foidl et *al,* 2001).** Ces hormones de croissance augmentent la robustesse des plantes et leur résistance aux maladies.

1.8. Contraintes de production

La principale contrainte de production de *Moringa* est liée à sa grande diversité Génétique. Le *Moringa* est en effet un arbre à pollinisation croisée, ce qui entraîne une très forte hétérogénéité de formes et de rendements à l'intérieur de chaque espèce **(De Saint Sauveur, 2001).** En Tanzanie et au Nicaragua, l'hétérogénéité occasionne des coûts élevés car certains arbres doivent être arrachés et d'autres sont éliminés par la compétition naturelle des plants plus vigoureux **(De Saint Sauveur, 2001).** La solution à la contrainte engendrée par la grande variabilité des rendements et de ses composantes consiste donc à maintenir une variété génétiquement pure **(Rajangam et *al, 2001).***

1.9. Commercialisation des produits

Tous les produits dérivés du *Moringa* sont vendus, mais c'est la commercialisation des Feuilles qui est beaucoup plus développée. Selon **(Bonkoungou, 2001).** Au Niger où la Commercialisation est organisée, les feuilles sont vendues fraîches ou séchées au soleil, et stockées pour la vente hors saison. Toutefois, une récente étude menée par **(Gamatie, 2005).** A montré que les feuilles de *M oleifera* sont commercialisées au Niger selon trois filières: la filière feuilles fraîches, la filière feuilles cuites et la filière feuillent séchées. Les quantités de feuilles disponibles sur les marchés varient en fonction des saisons entraînant ainsi la variation des prix. Les prix diffèrent également d'un marché local à un marché urbain. Au Burkina Faso, la commercialisation concerne les feuilles fraîches et la poudre qui est beaucoup plus disponible en pharmacie. En 2011, la poudre de feuilles séchées de *M oleifera* est vendue dans les pharmacies de PHYTOSALUS à 1000F CFA les 40g soit 25000F CFA le kilogramme à Ouagadougou et 27000F CFA à Bobo-Dioulasso **(Méda, 2011).**

CHAPITRE II
L'EAU

CHAPITRE 2 : L'EAU

I.1. Généralités :

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes. À pression ambiante (1 atmosphère), l'eau est gazeuse au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C. Sa formule chimique est H2O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène **(Abdesselem, 1994).** L'eau se trouve Presque partout sur la terre et elle est vitale pour tous les organismes vivants connus. Près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique, le cycle de l'eau **(Bertrand, 2008).**

I.1. Ressources des eaux :

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (Infiltration, nappes), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières) et des eaux de mer **(Jean-Claude, 1983).**

Le total des ressources : 2.109 km3 dont 97% en Mer et Océans….. Donc reste 3% qui se trouvent ailleurs et qui est de l'eau principalement non salée. Dans ces 3% il y a :

□□18 % d'eaux profondes inexploitables.

□□77 % de glaces.

□□5 % autres constitué :

- 3.5 % dans les êtres vivants
- 1 % dans les rivières
- 5.5 % dans l'atmosphère
- 20 % eaux souterraines superficielles
- 30 % lacs salés
- 40 % lacs eaux douces **(Papa, 2005).**

I.1.1. Eaux superficielles :

Elles sont constituées par toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine les eaux de ruissellement ou les nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau puis de rivière **(Jean-Claude, 1983).** Ces eaux se rassemblent en cours d'eau caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs, lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisées par une surface d'échanges eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour souvent élevé **(Guilbert, 2000).** Il s'agit d'une ressource facilement accessible mais, malheureusement, fragile et, qui doit être protégée contre les divers facteurs de pollution qui la menacent.

Ces facteurs résultent, pour la plupart, de l'activité humaine et industrielle, mais aussi de Processus naturels (eutrophisation: développement excessif d'algues et de plancton) qui peuvent dégrader la qualité de l'eau **(Berne et Jean, 1991).**

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants ou hydrologiques. Au cours de son cheminement, l'eau dissout et se charge des différents éléments constitutifs des terrains.

Par échange à la surface eau-atmosphère, l'eau va se charger en gaz dissous (oxygène, gaz carbonique, azote) **(Guilbert, 2000).** Ce qui caractérise les eaux superficielles ce sont :
Les variations saisonnières (car climatiques) et à degré moindre, journalières des paramètres physiques : température, turbidité et coloration. Les concentrations en matières solides finement dispersées ou à l'état colloïdal peuvent être importantes, tout en étant aléatoires, suite à des pluies soudaines, des orages et des pollutions accidentelles

Le développement plus ou moins important de phytoplancton (algues), de zooplancton et dans certaines conditions, d'une vie aquatique intense. **(Jean-Claude, 1983).** La présence fréquente de matières organiques d'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes végétaux ou animaux après leur mort. **(Jean-Claude, 1983).**La fragilité de la ressource, très vulnérable à la pollution urbaine, industrielle et agricole. On y rencontre par suite très souvent une micropollution minérale (métaux lourds, sulfures) ou organique (hydrocarbures, phénols, solvants, pesticides, herbicides, etc.) pouvant avoir un caractère toxique ainsi que des substances azotées et phosphatées à l'origine des phénomènes d'eutrophisation. **(Guilbert, 2000).**

Sur le plan bactériologique, ces eaux de surface sont contaminées plus ou moins par des bactéries (dont certaines pathogènes) et des virus. D'une manière générale, on doit considérer que les eaux de surface sont très rarement utilisables pour les besoins industriels et, a fortiori, pour la production d'eau potable à l'état brut, elles doivent être soumises à des traitements de purification qui dans certains cas peuvent être particulièrement sophistiqués **(Berne et Jean, 1991).**

I.1.1.2. Eaux souterraines :
Les eaux souterraines constituent 20% des réserves d'eaux soit environ 1000 millions de m3, leur origine est due l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique, elles se réunissent en nappes ; il existe plusieurs types **(Rodier, 1997).**

I.1.1.2.1. Nappes profondes :
Peuvent fournir des eaux naturellement peines utilisables à leur émergence naturelle (source) soit par forage ou par puits, sous réserves que soient protégés contre les infiltrations superficielles **(Rodier, 1997).**

I.1.1.2.2. Nappes phréatiques :
Couramment exploitées en milieu rural par les puits, Malheureusement l'infiltration est importante et la nappe est souvent contaminée. **(Jean-Claude, 1983).**

I.1.1.2.3. Nappes alluvionnaires :
Se sont des eaux qui circulent dans les alluvions des grands Oueds qui peuvent alimenter en eau les nappes phréatiques situées au niveau des berges des Oueds. Mais il y a possibilité de contamination par les infiltrations superficielles **(Rodier, 1996).** Les nappes d'eau souterraines peuvent se présenter en deux types, qui sont :

A. Nappes libres :
Elles sont directement alimentées par infiltration des eaux de ruissellement, donc elle très sensible à la pollution de surface **(Mokeddem et Ouddane, 2005).**
B. Nappes captives :
Elles sont séparées de la surface du sol par une couche imperméable. Elles ne sont pas alimentées directement par le sol. Par conséquence elles ne sont pas sensibles aux pollutions de surface **(Rodier, 1996).**

I.2. Qualité de l'eau
I.2.1. Qualité organoleptique
I.2.1.1. Couleur :
Paramètre traduisant une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut :
Avoir une origine naturelle (présence de fer et de manganèse dans les eaux profondes, de substances humiques dans les eaux de surface) **(Mokeddem et Ouddane, 2005).**
Être une des conséquences du phénomène d'eutrophisation (développement excessif d'algues et de plancton) des lacs, étangs, barrages,…etc. Avoir une origine industrielle chimique (colorants des tanneries et de l'industrie textile d'impression et teintures**) (Mokeddem et Ouddane, 2005).**

I.2.1.2. Odeur et saveur :
L'odeur d'une eau est généralement un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition en quantité souvent si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse. Le sens olfactif peut seul, dans une certaine mesure, les déceler **(Mokeddem et Ouddane, 2005).** Toute eau possède une certaine saveur qui lui est propre et qui est due aux sels et aux gaz dissous.Si elle renferme une trop grande quantité de chlore, l'eau aura une saveur Saumâtre, si elle contient de forte quantité de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer **(Bouziani, 2000).**

I.2.2. Qualité physico-chimique
I.2.2.1. Qualité physique
A. Température :
C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond. **(Rodier, 1996).** Solen leurs températures, les eaux naturelles sont classées comme suit ; hypothermies, hyperthermies **(Mokeddem et Ouddane, 2005).**

B. Dureté :
La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques calcium, magnésium, aluminium, fer, strontium etc. présents dans l'eau, les deux premiers cations (Ca2+ et Mg2+) étant généralement les plus abondants. Comme le calcium est un des ions les plus abondants, il devient donc un bon indicateur de la dureté de l'eau **(Guilbert, 2000).** Une eau à titre hydrotimétrie élevée est dit « dure » dans le cas contraire il s'agit d'une « douce » **(Rodier, 1996).**

C. Résidu sec :
Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l **(Berne et jean, 1991).**

D. Turbidité :
La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée sur la teneur en matière en suspension. Les eaux troubles sont chargées de substances finement divisées *(grains de silice, matière organique, limons…)*, elles forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs. Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU **(Jean-Claude, 1983). NTU : U**nité de **T**urbidité **N**éphélométrique

E. Conductivité électrique :
La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau entre
Deux électrodes métalliques de 1 cm2 et distantes l'une de l'autre de 1 cm **(Rodier, 1997).** La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^{+}), le potassium (K^{+}), le bicarbonate (HCO_3^{-}), le sulfate (SO_4^{2-}) et le chlorure (Cl^{-}), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée **(Hade , 2002).**

F. Résistivité électrique :
La résistivité est l'inverse de la conductivité et permet de mesurer la minéralisation globale de l'eau **(Coinl, 1981).**

G. Minéralisation globale :
La minéralisation traduit la teneur globale en sels minéraux dissous, tels que carbonates, bicarbonates, chlorures, sulfates, calcium, sodium, potassium, magnésium. Une minéralisation excessive donne un goût salé et peut avoir des effets laxatifs. La minéralisation des nappes d'eau souterraine dépend tout d'abord des roches traversées. Il y a bien sûr des variations saisonnières et d'une année sur l'autre **(Bonnin, 1982).** Les eaux souterraines profondes ont une minéralisation plus stable dans le temps et plus importante que les eaux peu profondes ***Tableau N° 1*** **(Bonnin, 1982).**

Tableau N°1 : Normes et recommandation pour la minéralisation globale des eaux potables **(Berne, 1972).**

Minéralisation	Normes Unité	OMS	CEE		Canadienne		Algérienne		Marocaine		U.S.A	
			NG	CMA	NG	CMA	NG	CMA	NG	CMA	NG	CMA
Ca	mg/l	75	100	-	-	-	75	200	-	-	-	-
Mg	mg/l	30-125	30	50	-	-	50	150	100	-	--	-
SO4	mg/l	250	25	250	150	500	200	400	200	-	50	250
Cl	mg/l	200-600	25	200-600	250	250	200	500	300	750	<25	250
K	mg/l	10	-	-	-	-	-	20		--	-	-
Na	mg/l	-	-	-	-	-	-	200	-	-	--	-

I.2.2.2. Qualité chimique

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations de minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux. Le terme technique qui désigne les éléments à analyser est « paramètres » **(Catherine, 2009)**.

A. Potentiel d'hydrogène pH :

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène **(H+),** il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Il n'à pas de la signification hygiénique mais il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous **(Abdesselem, 1994).**

B. Nitrates :

Les nitrates NO3 - présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote **(Schuddeboom, 1993).**

La dose journalière de nitrates admissible pour un homme de 70 kg est de l'ordre
De 350 mg de nitrate de sodium par jour. Les valeurs limitent des nitrates dans l'eau, varient de 25 mg/l (CEE) à 50 mg/l (OMS**)** et (NA) **(Bouziani, 2000).**

C. Nitrites :

Les nitrites NO2 - proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Une eau renferme une quantité élevée de nitrites (supérieur à 1 mg/l

d'eau) **(Boualem, 2009).** Les valeurs limitent recommandées pour les nitrites dans l'eau de boisson, sont de 0,1mg/l pour les pays de l'union européenne et Algérie et des doses inférieures à 1 mg/l pour l'OMS **(Boualem, 2009).**

D. Fluorures :
On considère généralement qu'une faible teneur en Fluorure dans l'eau (0,4 à 1 mg/l) est favorable à la formation de l'émail dentaire et protège les dents contre la carie **(Mokeddem et Ouddane, 2005).** Des doses supérieures à 2 mg/l risquent de faire apparaitre des taches sur l'émail dentaire (fluorose) qui s'aggravent par des décalcifications et des chutes des dents **(Mokeddem et Ouddane, 2005).**

E. Fer :
Les eaux de surfaces peuvent contenir jusqu'à 0.5 mg/l de fer qui peut avoir pour origine des terrains traversées ou les pollutions industrielles, dans les eaux de distribution, il provient plus souvent de la corrosion des conduites d'amenés. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Il précipite à la suite du départ de l'anhydride carbonique et par oxydation à l'air. **(Rodier, 1996).** Le fer de l'eau ne présente certes aucun inconvénient du point de vue physiologique, mais à des teneurs très importantes, il influe sur la qualité organoleptique de l'eau *(mauvais goût, couleur et saveur)* **(Rodier, 1996).**

F. Sodium :
Le sodium est un élément dont la concentration dans l'eau varie d'une région à une autre. Il n'existe pas de danger dans l'absorption des quantités relativement importantes de sodium sauf pour les malades hypertendus. Pour les doses admissibles de sodium dans l'eau. Il faut qu'il ne dépasse pas 200 mg/l ; cependant les eaux trop chargées en sodium deviennent saumâtre et prennent un goût désagréable **(Tardat henry, 1992).**

G. Sulfate :
Elles sont rencontrées sous forme de sulfates de magnésium et sous forme calcique dans les eaux dures. A fortes concentrations, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux *(En particulier chez les enfants)*. Ils peuvent aussi conférer à l'eau un goût désagréable **(Tardat henry, 1992).**
Les normes Algériennes préconisent pour les sulfates une concentration maximale acceptable de 200 mg/l (SO4 -2) et une concentration maximale admissible de 400 mg/l (SO4 -2) **(Paul ,1998).**

H. Calcium :
Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous formes de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure...etc. **(Berne et Jean, 1991).** Les eaux de bonne qualité renferment de 200 à 250 mg en CaCO3/l. Les eaux qui dépassent 500 mg/l de CaCO3 **(Berne et Jean, 1991).**

Rapport-Gratuit.com

I. Chlorures :
Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations variables. Ils peuvent avoir plusieurs origines :
- Percolation à travers des terrains salés.
- Infiltration d'eaux marines dans les nappes phréatiques.
- Activités humaines et industrielles.

Les normes Algériennes préconisent pour les chlorures une concentration maximale acceptable de 200 mg/l et une concentration maximale admissible de 500 mg/l. Une présence excessive des chlorures dans l'eau d'alimentation, la rend corrosive pour les réseaux de distribution et nocive pour les plantes. Une forte fluctuation des chlorures dans le temps peut être considérée comme indice de pollution **(Berne, 1972).**

J. Potassium :
La teneur en potassium dans les eaux naturelles est de l'ordre de 10 à 15 mg/l. A cette concentration, le potassium ne présente pas d'inconvénients pour la santé des individus. Le seuil de perception gustative est variable suivant le consommateur, se situe aux environs de 340 mg/l pour les chlorures de potassium **(Rodier, 1996).**

K. Magnésium :
Le magnésium est un des éléments les plus rependus dans la nature. Il constitue environs 2.1% de l'écorce terrestre. Il est un élément indispensable pour la croissance. Il intervient comme élément plastique dans l'os et comme élément dynamique dans les systèmes enzymatique et hormonaux. Le magnésium constitue un élément significatif de dureté de l'eau. A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau potable **(Rodier, 1996).**

L. Phosphates :
Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels *(agroalimentaire…etc.)*, domestiques *(poly-phosphate des détergents)*, engrais *(pesticides…etc.)* **(Tardat henry, 1992).** En l'absence d'apport d'oxygène, les phosphates n'existent qu'à l'état de traces dans les eaux naturelles, leur introduction dans les eaux de surfaces (rivières, lacs) se fait par les eaux usées dont l'épuration est souvent insuffisante **(Tardat henry, 1992).** Concentration maximale admissible de phosphate en eau potable est 0.5 mg/l **(Tardat henry, 1992).**

M. Matières organiques :
Les matières organiques susceptibles d'êtres rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmentés par la chloration. Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide et en milieu alcalin. Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/l **(Berne et Jean, 1991).**
Selon la classification de ***« Rodier »*** :
- Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1mg/l.

□□Une eau est dite potable pour des valeurs comprises entre 1 et 2mg/l.
□□Une eau est suspecte pour des valeurs comprises entre 2 et 4mg/l.
□□Une eau est mauvaise pour des valeurs supérieures à 4mg/l.

I.2.3. Normes Physico-chimiques de L'eau Potable:

Les normes visent à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue pas un risque pour la santé. Dans les recommandations, on propose également des objectifs esthétiques. Une eau de mauvaise qualité esthétique fait naître un doute sur sa salubrité dans l'esprit du consommateur. Une mauvaise qualité esthétique découle souvent d'une contamination Chimique ou bactériologique, les différents paramètres physico-chimiques et recommandations de ces derniers sont représentés dans Le ***Tableau N° 2* :**

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Tableau N°2 : Normes Et Recommandations Pour Les Paramètres Physicochimiques **(Berne, 1972)**

Paramètres Physicochimique	**Normes Unité**	**O.M.S**	**C.E.E**		**Canadienne**		**Algérienne**		**U.S.A**	
	-	**-**	**NG**	**CMA**	**NG**	**CMA**	**NG**	**CMA**	**NG**	**CMA**
pH	**-**	7-8.5	6.5 7.5	9.5	6.5 8.5	-	6.5 8.5	-	-	6 8.5
Température	**°C**	-	-	-	<15	-	<25	-	-	-
Dureté Total CaCO3	**mg/l**	100	-	-	-	-	100	500	-	-
Oxygène dissous	**mg/l**	5	-	-	-	-	-	-	Saturation	4
Conductivité	**µs/cm à 20°C**	-	-	-	-	-	-	2800	-	-
Résidu sec à 105 °C	**mg/l**	-	-	-	-	-	500	2000	-	-
Turbidité	**NTU**	-	-	-	<1	5	-		-	-
Couleur	**PtCo**	-	-	-	<15	15	-	25		75
Matières dissoutes	**mg/l**	500	-	-	-	500	-		200	500
N- NH4+	**mg/l**	0	0.05	0.5	-	-	0.05	0.5	<0.01	0.5
N-NO3-	**mg/l**	50-100	25	50	10	10	-	50	-	10
N-NO2-	**mg/l**	-	-	0.3	-	-	-	0.1	-	10
PO43-	**mg/l**	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-
H2S	**mg/l**	0.05	0	0	0.05	0.05	-	0.02	-	-

I.2.4. Qualité microbiologique :

L'eau ne doit contenir ni microbe, ni bactérie pathologique, ni virus qui pourraient
Entraîner une contamination bactériologique et être la cause d'une épidémie. Les dénombrements bactéries consistent à rechercher des germes aérobies, c'est-à dire se développant en présence d'oxygène. Cette analyse est surtout significative pour
L'étude de la protection des nappes phréatiques **(Rodier, 1996).** La présence de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination de l'eau par des matières fécales. La présence d'autres coliformes, de staphylocoques laisse supposer une contamination fécale. Dans les deux cas, des mesures doivent être prise pour interdire la consommation de l'eau ou en assurant le traitement **(Rodier, 1996).**

I.2.4.1. Flore microbienne de l'eau :

Les micro-organismes rencontrés dans l'eau sont très variés, leur nature dépend de celle de l'eau analysée ; eau de captage ou distribution, eau de traitement ou de circuits industriels, eaux résiduaires, ces micro-organismes sont classés en trois types :

1. Les germes typiquement aquatique : ce sont des bactéries (*vibrions, Pseudomonas*…).
2. Les germes telluriques : ce sont des bactéries sporulées (bacilles, Clostridium…) ou apportant aux germes streptomyces et des spores fongiques.
3. Les germes de pollution humaine ou animale : ce sont des germes souvent pathogènes et essentiellement d'origine intestinale (*E-coli*, salmonelles et streptocoques fécaux...) **(Berne, 1972).**

On peut également rencontrer dans l'eau des parasites (kystes d'amibes) et des virus (poliomyélite virus des hépatites virales) **(Berne, 1972).**

I.2.4.2. Critères Bactériologiques de L'eau :

L'eau doit présenter également une potabilité du point de vue bactériologique, en effet celle-ci étant destinée à la consommation humaine, une eau potable doit satisfaire les conditions bactériologiques suivantes : Ne pas contenir dans le cas d'une eau traitée des coliformes totaux et fécaux ni de *clostridium sulfito-réducteur*, qui constituent des indicateurs de pollution par les matières fécales **(Leyral et *al*, 2002).**

I.2.4.3. Paramètres bactériologiques de l'eau :

Les micros organismes à dénombrer ou à rechercher dans l'eau sont d'origines diverses :

Recherche des germes totaux à 22°C et 37°C pathogènes :

Certaines maladies infectieuses sont transmises à l'homme par absorption d'eau ou d'aliments pollués par une eau contenant des micro-organismes pathogènes. Les plus redoutables d'entre eux sont les salmonelles, responsables de la fièvre typhoïde et le vibrion cholérique responsable du choléra **(Leyral et *al*, 2002).**

Recherche des coliformes totaux :

Selon l'organisation internationale de standardisation, il s'agit de bacilles gram
Négatifs (BGN) non sporulés oxydase négative aérobies ou anaérobies facultatifs, capables
De fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36°C et 37°C. Elles existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels **(Leyral et *al* ,2002).**

Recherche des Coliformes Thermo-tolérants :
Il s'agit des coliformes possédant les mêmes caractéristiques que les coliformes mais à 44°C, ils remplacent dans la majorité des cas l'appellation : (coliformes fécaux) on cite là l'exemple de *E. coli* qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, fermente le lactose ou le mannitol avec production d'acide et de gaz. Elle ne peut pas en général se reproduire dans les milieux aquatiques, leur présence dans l'eau indique une pollution fécale récente **(Leyral et *al*, 2002).**

Recherche des streptocoques fécaux (37°C) :
Il s'agit de cocci à Gram positif (CGP) de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chainettes plus ou moins longues, non sporulées aéro-anaérobies facultatives, ne possédant ni catalase ni oxydase, ce sont des hôtes normaux d'homme, et ne sont pas considérés comme pathogène **(Berne, 1972).**

Recherche de *Clostridium sulfito-réducteur* :
En dehors des streptocoques fécaux et *E. coli* qui sont des indices de contamination fécale récente, du fait que leur survie dans l'eau peut être très courte, les *clostridiums sulfito-réducteurs* représentent l'indice d'une contamination fécale ancienne, ils sont résistants aux conditions défavorables grâce à la sporulation, ils sont des bactéries anaérobies strictes, sporulés, Gram positif réduisent les sulfites en sulfures et dont la plupart des espèces est mobile **(Gregorio et Pierre-Marie , 2007).**

I.2.5. Normes de la qualité bactériologique de l'eau potable :
Les deux groupes de micro-organismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux, l'objectif visé et l'absence de coliforme dans 100 ml d'eau, mais si cet objectif n'est pas atteint le règlement sur l'eau potable a proposé les limites maximales suivantes : ***Tableau N° 3***

Tableau N°3 : Normes Et Recommandation Pour La Qualité Bactériologique
De L'eau potable **(Berne, 1972).**

Paramètres bactériologiques	**Unités**	**(OMS)**
Germes totaux	Germe/ml	100
Coliformes fécaux	Germe/ml 100	0
Coliformes fécaux	Germe/ml 100	0
Clostridium sulfito-réducteurs	Germe /20ml	0

II.1. Pollution de l'eau :
La pollution des eaux est définie comme toute modification physique ou chimique de la qualité des eaux, qui a une influence négative sur les organismes vivants ou qui rend l'eau inadéquate aux usages souhaités. Donc on dit que l'eau est polluée, lorsque sa composition ou son état est directement ou indirectement modifie par l'action de l'homme **(Ezziane, 2007).**

II.2. Origines des pollutions des eaux :
La pollution des eaux provient essentiellement des activités domestiques et industrielles ainsi que des précipitations, elle perturbe les conditions de vie de la flore et la faune aquatiques, elle compromet également l'utilisation de l'eau et l'équilibre du milieu aquatique**.**
On distingue quatre grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux pluviales, les eaux industrielles et les eaux agricoles **(Gommella et Gurree, 1983).**

II.2.1. Eaux domestiques :
Dans les eaux domestiques on distingue les eaux ménagères et les eaux vannes.

II.2.1.1. Eaux ménagères :
Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Les eaux des cuisines contiennent des matières insolubles (terre, débris divers), des matières extraites des aliments (organiques ou minérales) ainsi que les graisses provenant de la cuisson, par exemple : les eaux des salles de bains, les eaux des machines à lessiver qui renferment des savons et des détergents et des eaux de lavages des locaux qui sont riches en particules solides (terre, sable,…etc.) et surtout en détergents et désinfectants (eaux de javel, produit de base de chlore ou d'ammoniaque,…) **(Baghdad et Chadouli , 2010).**

II.2.1.2. Eaux des vannes :
Il s'agit des rejets de toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et
Des germes fécaux **(Baghdad et Chadouli, 2010).**

II.2.2. Eaux pluviales :
Elles peuvent constituer la cause de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumée industrielles), puis en ruissellent, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles des vidanges, carburants, résidus de pneus et métaux lourds,...) **(Ezziane, 2007).**

II.2.3. Eaux industrielles :
Elles sont très différentes des eaux usées domestiques, leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre en plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micros polluants organiques des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un pré traitement de la part des industries avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, elles sont mêlées aux eaux domestiques que l'or qu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution **(Paul, 1998).**

II.2.4. Eaux agricoles :
Sont particulièrement chargées en nitrates et phosphates qui provoquent l'eutrophisation des cours d'eau entraînant la prolifération des algues qui, lors de leur putréfaction, consomment l'oxygène dissous dans l'eau ce qui va perturber l'autoépuration **(Ezziane , 2007).**

II.3. Méthodes utilisées pour évaluer la pollution :
II.3.1. Principaux types de pollution :
La composition des eaux usées est en fonction de nombreux paramètres :
□□Propriété physico-chimique de l'eau potable distribuée.
□□Mode de vie des usagers.
□□Importance et le type des rejets industriels.

D'une manière générale la pollution des eaux se manifeste sous les formes
Principales suivantes **(Raymond, 1997).**
II.3.1.1. Pollution organique :
La pollution organique constitue la partie la plus importante, et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composés sont de diverses origines (**Bechac et Boutin, 1984).**

A. D'origine urbaine :
Les protides (les protéines) : qui représentent tous les organismes vivants qui sont de nature protéique telle que les animaux, les bactéries et même les virus. Ces protéines subissent une décomposition chimique au contact de l'eau (hydrolyse) en donnent des acides aminés.
Les lipides (corps gras) : se sont des éléments rejetés généralement par les eaux domestiques telles que les graisses animales, et les huiles végétales. Leurs décomposition en milieu aérobie se traduit par une libération du CO_2, et en anaérobiose, il ya formation de CO_2 et CH_4.
Les glucides : à l'état simple, il s'agit des sucres alimentaires, le glucose, à l'état complet donnant les polysaccharides **(Ezziane, 2007).**

B. D'origine industrielle :
Ce sont les produits organiques toxiques tels que les phénols, les aldéhydes, les composés azotés, les pesticides, les hydrocarbures et les détergents **(Bechac et Boutin, 1984).**

II.3.1.2. Pollution minérale :
Il s'agit principalement d'effluents industriels contenant des substances minérales tel que : les sels, les nitrates, les chlorures, les phosphates, les ions métalliques, le chrome, le cuivre et le chlore. Ces substances suscitées :
□□peuvent causé des problèmes sur l'organisme de l'individu
□□Perturbent l'activité bactrienne en station d'épuration
□□affectent sérieusement les cultures **(Bechac et Boutin, 1988).**

II.3.1.3. Pollution microbienne :
Les bactéries, virus et autres agents pathogènes vivant dans les eaux souterraines composent ce que l'on appelle la pollution microbiologique. Elle vient généralement de décharges, d'épandages d'eaux usées, de l'élevage, de fosses septiques, de fuites de canalisations et d'égouts, d'infiltration d'eaux superficielles, de matières fermentées ou du rejet d'eaux

superficielle. Ces microorganismes nocifs peuvent générer des maladies graves dans les cas de contact ou d'ingestion de l'eau qui en est porteuse **(Paul, 1998).**

II.3.1.4. Pollution par les métaux lourds :

Parmi les métaux lourds dangereux pour la santé, il faut citer le plomb, le mercure, le cadmium, l'arsenic, le cuivre, le zinc et le chrome. Ces métaux se trouvent à l'état naturel dans le sol, sous forme de traces qui posent peu de problèmes. Cependant, quand ils sont concentrés dans des aires particulières, ils posent un grave danger. L'arsenic et le cadmium, par exemple, peuvent causer le cancer. Le mercure peut provoquer des mutations et des dégâts génétiques, tandis que le cuivre, le plomb et le mercure peuvent causer des lésions aux os **(Ezziane, 2007).**

Photo 10: Eaux usées comme source de pollution (OUED SAFSAF)

II.4. Procédés de traitement des eaux brutes :

Les ressources en eau douce de surface comme les cours d'eau fournissent une eau brute qui contient énormément de pollutions qui la rendent non potable ; l'élimination de ces polluants est indispensable. Dans ce but l'eau brute va subir un certain nombre de traitements nécessaires pour la rendent potable **(Aoubed, 2007).**

II.4.1. Etapes de traitement :

II.4.1.1. Prétraitement :

Ils ont but d'éliminer les éléments solides ou particulaires les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : volumineux (dégrillage) **(Bechac et Boutin, 1988).**

II.4.1.1.1. Dégrillage :

Le dégrillage est la première étape d'une filière de traitement, qui consiste à retenir tous les gros déchets. Pour ce faire, un système de grille est mis en place, dont l'espacement dépend de la nature des déchets. Le dégrillage a pour objectif de protection de la station de traitement **(Aoubed, 2007).**

II.4.1.1.2. Déshuilage :

Permet d'éliminer les MES de taille importante ou de densité élevée (utilisation d'un décanteur classique). C'est étape indispensable notamment pour éviter le bouchage des canalisations et protéger les équipements contres l'abrasion. Ce dessablage est par décantation. Les sables extraits sont envoyés en décharge **(Bechac et Boutin ,1984).**

II.4.1.2. Traitement physico-chimique :

II.4.1.2.1. Coagulation et Floculation :

La coagulation et la floculation sont au cœur du traitement de l'eau potable. Il s'agit ici du traitement secondaire que nous effectuons sur une eau brute suivant le dégrillage et le dessablage. Premièrement, nous ajoutons un coagulant, un produit qui aura pour effet de neutraliser la charge des particules colloïdales (responsables entre autres de la couleur et turbidité) de façon à ce qu'elles ne se repoussent plus les une des autres. Le coagulant est ajouté juste avant ou dans un bassin à mélange rapide pour aider à faire effet plus rapidement. Une fois cette étape accomplie, nous injectons un floculant ou aide coagulant qui aura pour effet d'agglutiner toutes les particules devenues neutres c'est-à-dire les rassembler ensemble pour qu'elles forment des flocons assez gros pour sédimenter (couler au fond) par eux-mêmes. Cette étape a lieu dans un bassin à mélange plus lent de manière à ne pas briser les flocons une fois formés mais pour tout de même avoir un effet de diffusion **(Xavier, 2011).**

II.4.1.2.2. Décantation :

Après avoir les différentes petites particules en de beaucoup plus grosse, il va maintenant falloir faire décanter tout ceci. Dans un corps d'eau immobile les particules en suspension plus lourdes que l'eau sont soumises à leurs poids apparent, elles chutent lentement pour s'accumuler sur le fond : c'est la décantation **(Bechac et Boutin, 1984).**

II.4.1.2.3. Filtration :

La filtration est un procédé physique destinée à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en le passer à travers un milieu poreux. L'eau est passée à travers un filtre qui intercepte les petites particules. Plus petites sont les mailles du filtre, plus petite doit être une particule pour passer. La filtration peut être accomplie comme traitement tertiaire d'une eau brute, comme traitement secondaire d'une eau usée ou comme unique traitement si on parle d'une filtration transmembranaire. Les filtres les plus communs dans les stations traitement d'eau sont les filtres au sable et à l'anthracite. Les filtres s'assurent que l'eau qui en

sort respecte les normes en vigueur (ou mieux) en ce qui concerne la turbidité (la couleur ayant été enlevée par l'étape précédente). Les virus et bactéries peuvent toutefois passer au travers des filtres c'est pourquoi l'étape finale de désinfection est obligatoire **(Olivier et Pierre, 2010).**

II.4.1.2.4. Désinfection :

Afin d'éliminer les bactéries et les virus, certaines usines de production d'eau potable utilisent la production d'ozone. En effet, l'ozone est un gaz très instable car il est constitué de 3 atomes d'oxygène. C'est cette instabilité qui lui confère une capacité oxydante très importante. En oxydant toutes les substances organiques, l'ozone inactive les pesticides et les organismes pathogènes (virus et bactéries) **(Olivier et Pierre, 2010).**

La désinfection est le plus souvent effectuée au moyen de chlore. Selon l'OMS, 2 à 3 mg/L de chlore devraient être ajoutés à l'eau, le maximum étant de 5 mg/L.

Rapport-Gratuit.com

II.4.1.3. Etapes de traitement des eaux brutes :

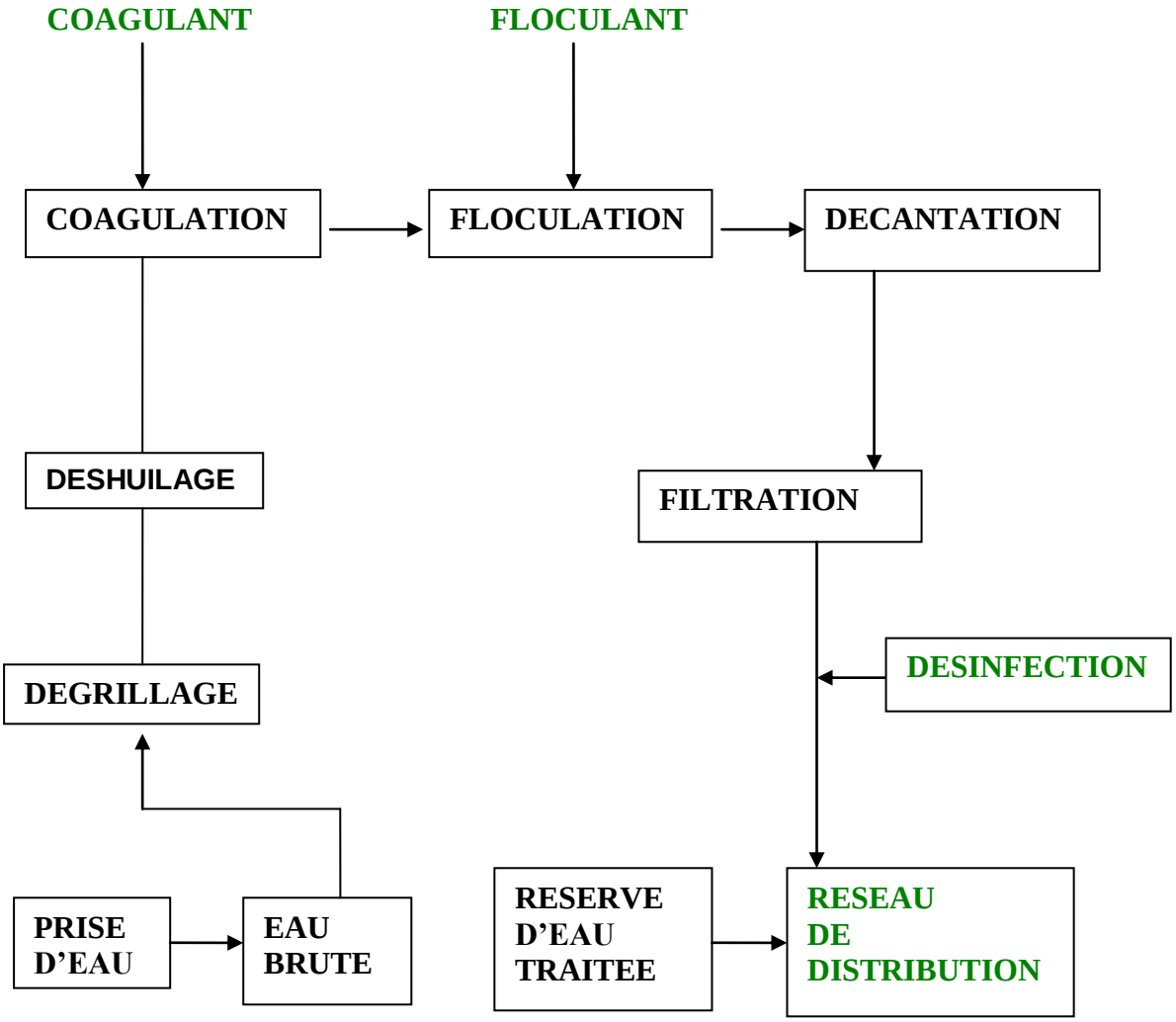

Fig. N°1 : Etapes de traitement des eaux brutes **(Glaude et Robert, 2001).**

PARTIE EXPERIMENTALE

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

MATERIELS ET METHODES

1. Objectif :

L'objectif de notre travail consiste à déterminer l'efficacité de la graine de *Moringa oleifera* dans la dépollution de l'eau brute d'OUED SAFSAF par réalisation des analyses physico-chimiques et bactériologiques, et en fin, trouver des solutions pour un traitement efficace moins couteux.

Nous avons suivie la qualité de l'eau brute à travers des analyses qui ont été effectué au niveau de laboratoire de l'unité ADE (Algérienne des eaux)de Tlemcen, et cela pour une dureé estimé d'un mois.

Pour le traitement de 400ml d'eau

- Décortiquer et écraser les graines sèches de *M. oleifera* jusqu'à obtenir une farineé.
- Mettre 0.32g, 0,46g et 0,80g par 100 ml d'eau dans chaque bouteille d'eau distille
- Agiter fortement pendant 5min
- Déverser le contenu de la bouteille dans le récipient d'eau à purifier au travers d'un filtre en tissu
- Remuer rapidement pendant 2min puis lentement pendant 10min
- Laisser reposer

Les contenants utilisés doivent être nettoyés après chaque utilisation, de manière à retirer les éléments insolubles des graines. Quoique les graines et les amandes puissent être emmagasinées durant de longues périodes, la pâte devrait être renouvelée à chaque traitement de l'eau **(Folkard et *al*, 2002).**

2. Échantillonnage :

Les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau Représentatif sont les suivants :

□□La sélection convenable du point d'échantillonnage.
□□Le strict respect des procédures d'échantillonnage.
□□La conservation adéquate de l'échantillon **(Rodier, 1997).**

3. Prélèvement de l'eau à analyser :

Dans notre travail, le prélèvement se fait dans l'OUED SAFSAF, à la surface, l'autre condition réglementaire d'hygiène et d'asepsie.

Les principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :

□□Identité des préleveurs;
□□Date et heure de prélèvement;
□□Motif de la demande d'analyse;
□□point de prélèvement d'eau;
□□Origine de l'eau (OUED SAFSAF).

Les eaux doivent être prélevées dans des flacons stériles. Ceux ci sont immergés **(Hamed et *al*, 2012).**

En position verticale en le tenant par le fond, l'ouverture soit légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire de courant. Quatre bouteilles de 500 ml pour l'analyse physico-chimique et quatre flacons pour l'analyse bactériologique**.**

4. Analyses physico-chimiques :

Dans notre pays, l'eau destinée à la consommation humaine est contrôlée.
Les paramètres physico-chimiques concernant tout ce qui est relatif à la structure naturelle de l'eau et délimitent des concentrations maximales pour un certain nombre d'éléments souvent des ions comme le chlorure, sulfate, nitrate,…etc **(Hamed et *al*, 2012).**
Nous avons donc réalisé des analyses pour déterminer la qualité physico-chimique
Et bactériologique de l'eau de l'OUED.

4.1. Mesure de la température :

La température de l'eau, joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. La température est le facteur le plus apprécié pour l'eau destinée à la consommation, elle est mesurée par un thermomètre **(Gregorio et *al*, 2007)**

4.2. Mesure de pH : (Rodier, 1997).

Principe :

Le pH est en relation avec la concentration des ions d'hydrogène présent dans l'eau. La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans la même solution est mesuré par le pH mètre **(Abdesselem, 1999).**

Mode opératoire :

- Etalonner l'appareil avant la mesure, avec des solutions tampons à pH=7, pH=4 et pH=9. Après avoir rincé l'électrode en verre avec de l'eau distillée.
- Prendre environ 500 ml d'eau à analyser dans une bouteille, mettre une agitation doucement puis tremper l'électrode dans la bouteille. Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation et noter pH.

Photo 11 : pH-mètre portatif

4.3. Mesure de la conductivité électrique, salinité : (Rodier, 1997).

On utilise un appareil multi-paramètres pour mesurer les deux paramètres (Conductivité électrique, salinité).

Mode opératoire :

D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée avant l'usage avec de l'eau distillée. Tout d'abord, rincée plusieurs fois l'électrode avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans l'échantillon à examiner.

Photo 12 : Conductimètre portatif

4.4. Mesure de la turbidité : (Rodier, 1997).

Principe :

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières en Suspension se fait par comparaison entre la lumière diffusée et la lumière transmise par un échantillon d'eau et une gamme étalon constituée de solution de Formazine, a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre HACH DR/2000.

(Glaude et Robert, 2001).□□La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité Non visible à l'œil.

□□La mesure de la lumière transmise est non significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil.

Mode opératoire :

On fait étalonner le turbidimètre en introduisent dans la première cuvette de l'eau distillée prise comme référence, puis remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer à l'aide du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

Photo 13 : Turbidimètre

5. Analyses bactériologiques :

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des Germes, basés sur la recherche et la numération de celles ci dans les échantillons à Analyser **(Leyral et *al*, 2002).**

Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interpréter que s'il est Effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes.
Une analyse complète de l'eau brute a été effectuée en se basant sur les paramètres suivants :
 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux;
 Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux;

5.1. Recherche des coliformes en milieux liquides
(Méthode de NPP) : (Rodier, 1997).
Test de présomption :
A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C (voir l'annexe N°2) muni d'une cloche de Durham.
- 1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C (voir l'annexe N°2) muni d'une cloche de Durham.
- 0,1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham (figure N°2).
Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu,
L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.
Lecture :
Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :
 Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
 Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (Ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).
 La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP (voir l'annexe N°2).
Test de confirmation :
Le test de confirmation ou test de Marc Kenzie est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'***Escherichia coli.***
Les tubes de BCPL (voir l'annexe N°2) positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche (figure N°2).
Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu.
L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 heures.

Lecture :
Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

 Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).

Un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par ***Escherichia coli*** après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs (voir l'annexe N°2).

 La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP (voir l'annexe N°2).

 En tenant compte du fait qu'***Escherichia coli*** est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C.

 Utilisation d'un seul tube confirmatif (Dénombrement d'***E. coli***).

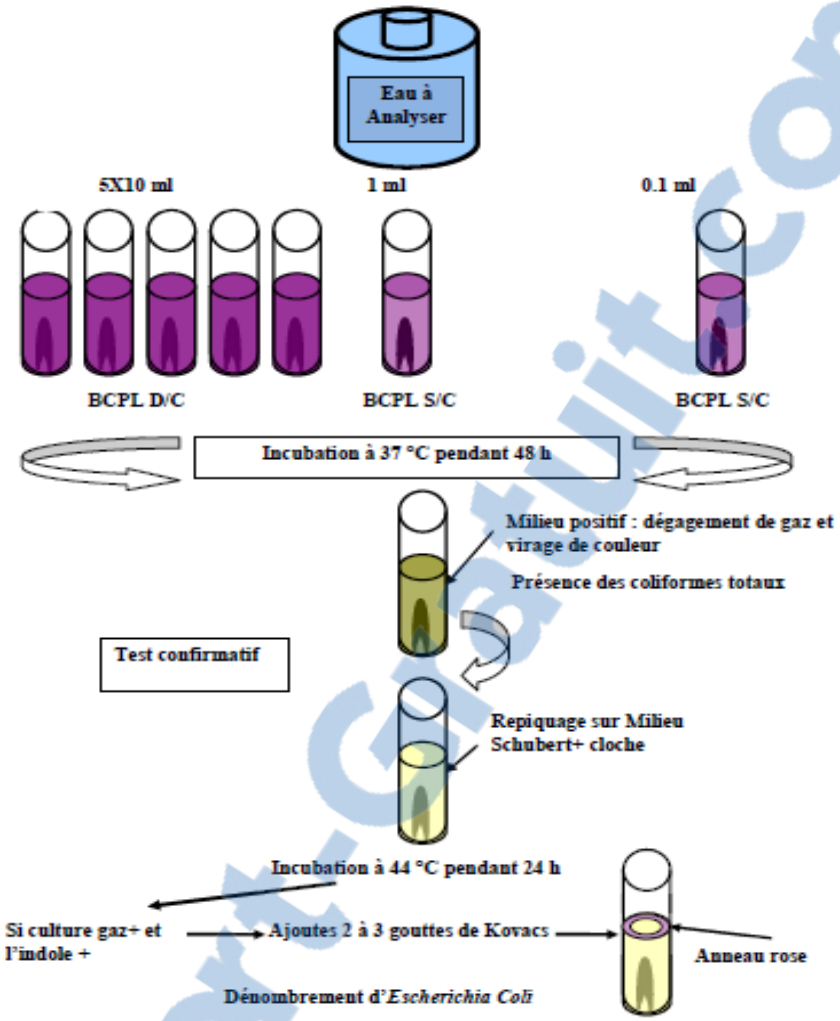

Fig. N°2: Recherche et dénombrements des coliformes totaux et fécaux dans l'eau brute

5.2. Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide: (Rodier, 1997).

Test de présomption :

A partir de l'eau a analysée, porter aseptiquement :

 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C (voir l'annexe N°2).

 1 ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (voir l'annexe N°2).

 0.1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (figure N°3) :

- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

 Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.

 La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

Test de confirmation :

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux Éventuellement présents dans le test de présomption.
Les tubes de ROTHE positifs, après l'agitation, prélevée de chacun d'eux
Quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu LITSKY EVA (voir l'annexe N°2) (figure N°3) :
Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

Lecture :

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien.
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP (voir l'annexe N°2), le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé.

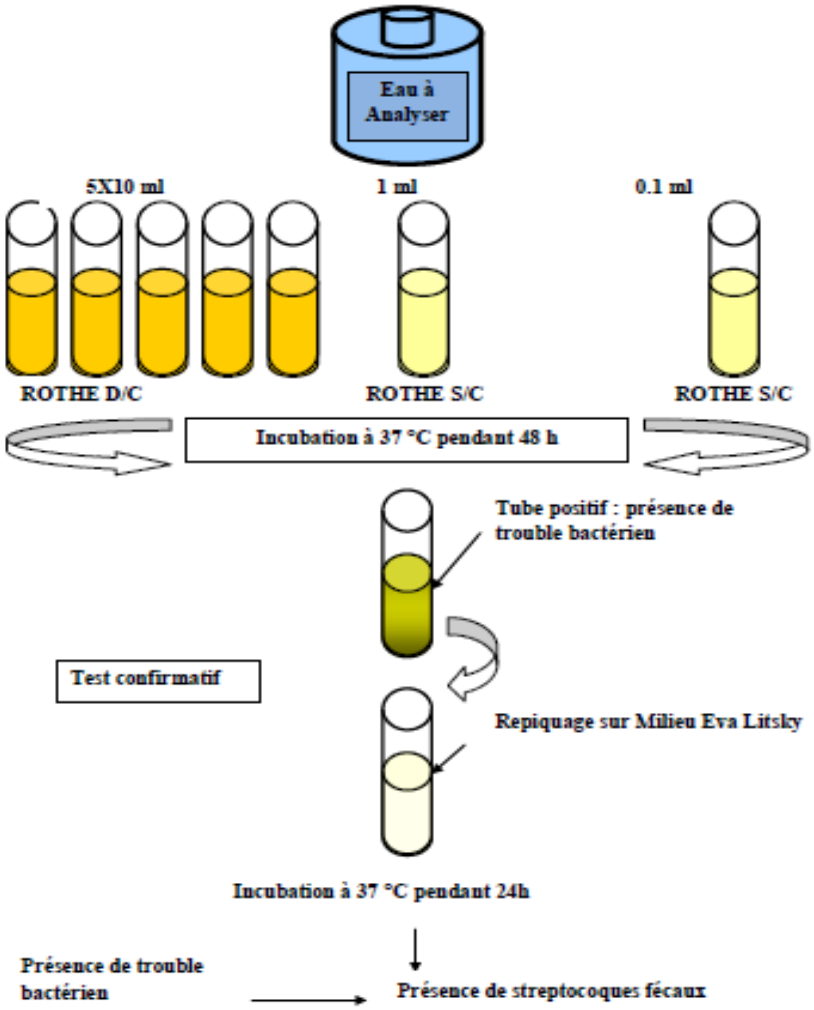

Fig. N°3 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau brute.

RESULTATS ET DISCUTIONS

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

1. Résultats des analyses physico-chimiques :

1.1. pH:

Le pH d'eau utilisé pour cette étude est égal à 7,62. Les variations de pH enregistrées après traitement sont (7,30 ; 7,54 ; 7,53) unité pH, ne dépassent pas les normes algerienne situé entre 6,5 et 9. Ainsi, la composition chimique d'eau évolue légèrement après traitement au *M. oleifere* **.** Cela est en accord avec nos résultats indiquant que le traitement a influé faiblement sur le pH d'eau, (Fig.N°4).

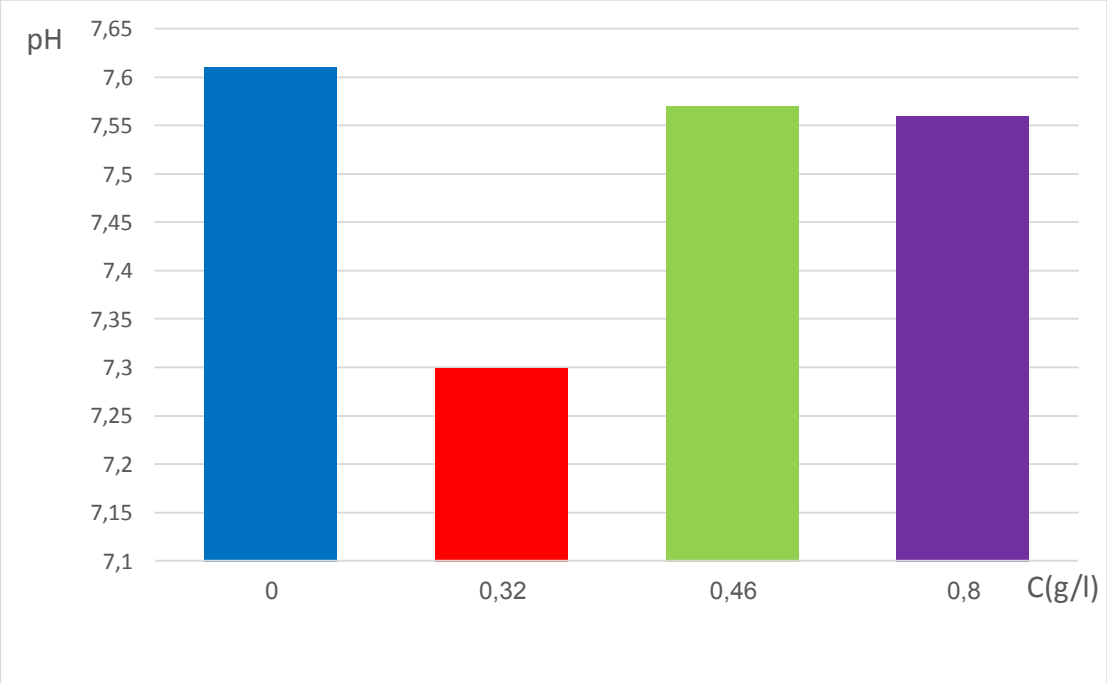

Fig.N°4: Evolution du pH d'eau en fonction des concentrations de *Moringa oleifera*

1.2. Température :

D'après les résultats obtenus (Fig.N°5), nous avons remarqué une légère variation de la température pour les différents concentrations ; c'est des températures saisonnières ne dépassent pas les normes algerienne estimé de 25°C.

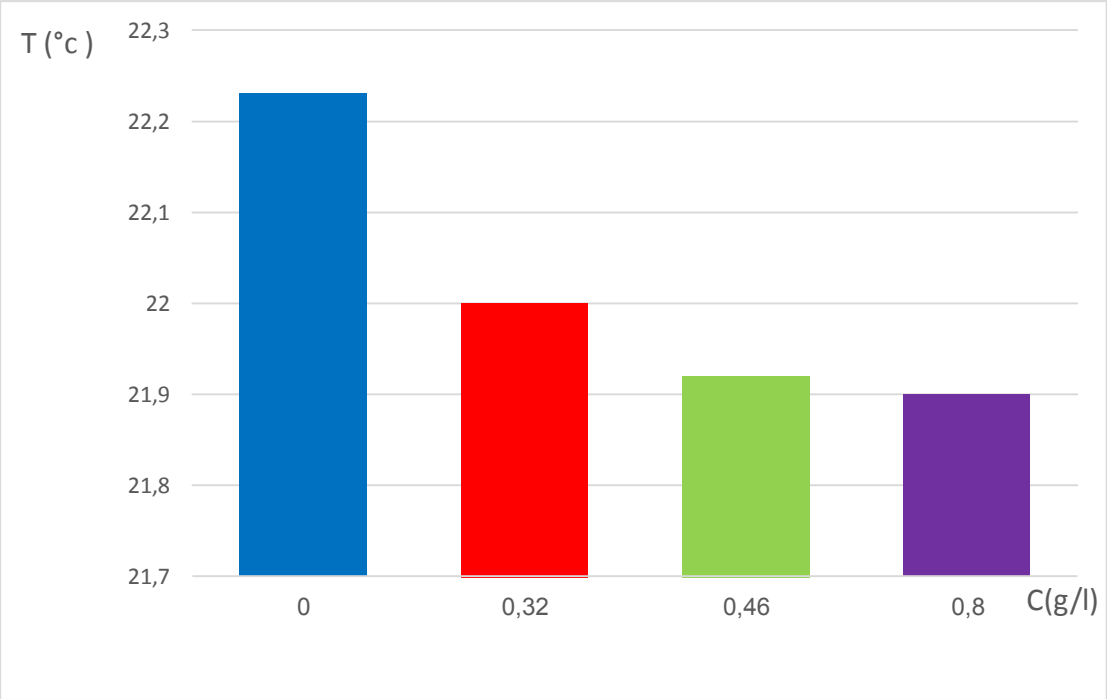

Fig.N°5: Evolution de la température d'eau en fonction des concentrations de *Moringa oleifera*

1.3. Conductivité:

D'après la fig. N°6, on a remarqué que la conductivité électrique de temoin diminue après l'addition des grains de *Moringa* – ne dépassent pas les normes algerienne, 2800 µs/cm – car les graines de *Moringa* compose d'un protéine positive qui attire les sels minéraux négatives qui se trouvent dans l'eau et puis decantation les sels minéraux**.**

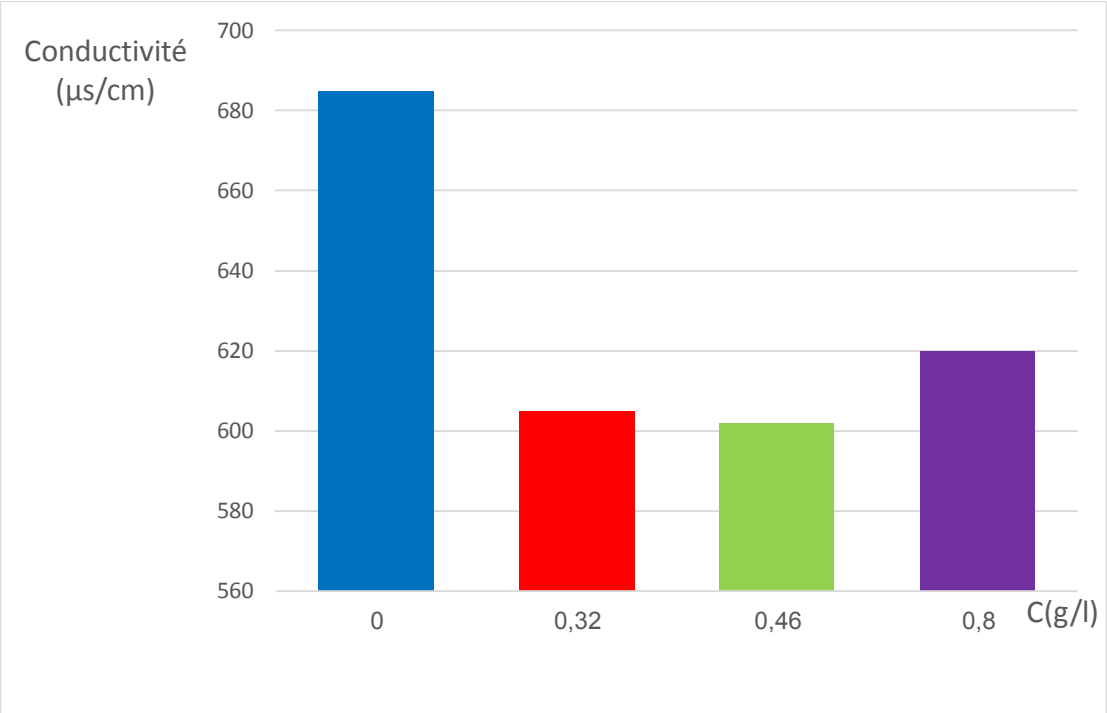

Fig.N°6: Evolution de la conductivité d'eau en fonction des concentrations de *Moringa oleifera*

1.4. Salinité:

On constate d'après la figure N°7 que la salinité n'a pas dépassé la norme algerienne fixé de 10 %, et cela est dû à la diminution du taux d'évaporation avant l'addition des graines de *Moringa Oleifera* mais âpres l'addition des graines, la salinité devient de 0% car la présence d'un protéine positive dans les graines attire les sels minéraux négatives qui se trouvent dans l'eau polluée. Ce protéine fait la décantations des sels minéraux**.**

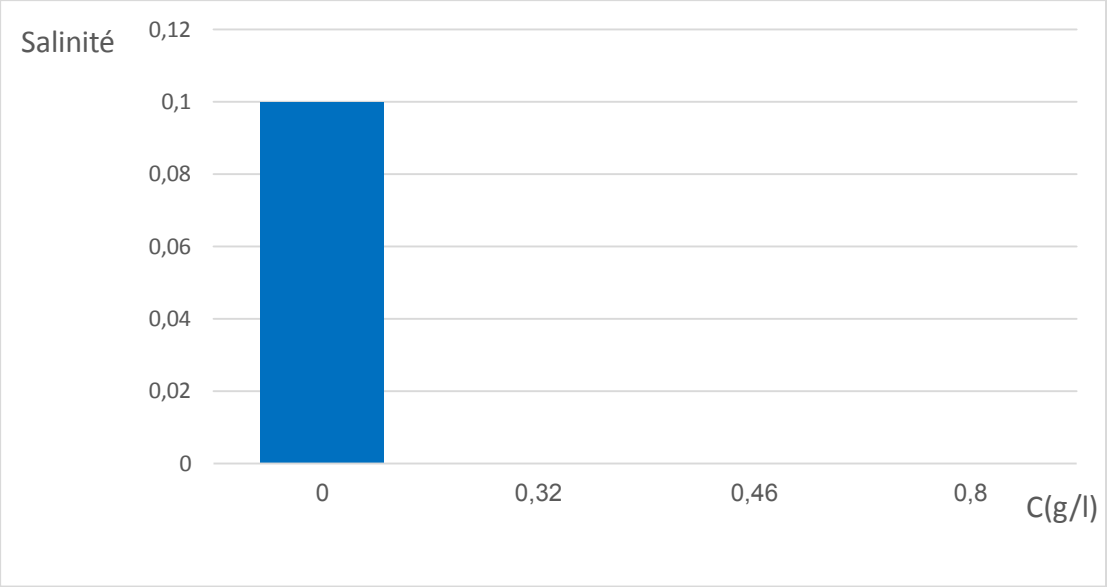

Fig.N°7: Evolution de la salinité d'eau en fonction des concentrations de *Moringa oleifera*

1.5. Turbidité:

La turbidité est due à la présence de matières en suspension entraînées dans les eaux **(Gregorio et *al* , 2007).** Les résultats obtenus (7,09: 12,70 :10,40) NTU après l'addition de graines de *Moringa oleifera* révélés que la turbidité est diminuée pour les différents concentrations par rapport au témoin 17,50 NTU, mais les résultats obtenus dépassent la valeur normal car la valeur normale de turbidité est 5 dans les normes algerienne, cette diminution de turbidité est due à la présence dans les graines d'un protéine positive qui attire les matières en suspension négatives, existant dans l'eau pollué (fig. N°8).

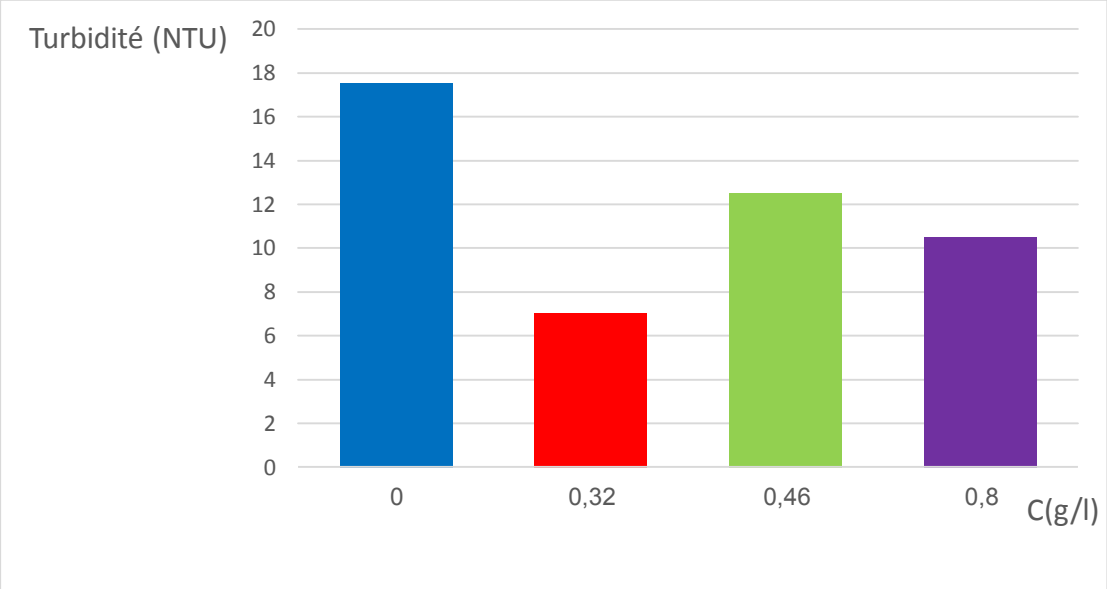

Fig.N°8: Evolution de la turbidité d'eau en fonction des concentrations de *Moringa oleifera*

2. Résultats des analyses bactériologiques :

2.1. L'effet des grains de *M. oleifera* sur des coliformes Thermo-tolérantes :

Les coliformes thermo-tolérants sont des bactéries habituelles du tube digestif de l'homme et des animaux. Sa détection dans l'eau doit faire sérieusement soupçonner une contamination d'origine fécale **(John et Donald, 2010).**

Durant le temps de l'analyses bactériologiques, on a observé que le taux des coliformes thermo-tolérants dans le tube témoin est maximal –supérieur à 2000 UFC/100ml – après l'addition de grain de *Moringa oleifera* de different concentration, on observé que le nombre de germe diminue progressivement en fonction de concentration de *M. oleifera* jusqu'a 240 UFC/100ml.

Donc les graines de *Moringa oleifera* contiennent des substances antimicrobiennes.

2.2. L'effet des grains de *M. oleifera* sur des coliformes totaux :

Les coliformes totaux sont considérés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale **(Leyral et *al*, 2002).**

On observe que dans l'échantillon qui présent des résultats positif en coliforme, l'addition de grain de *Moringa oleifera* de déférent concentration diminue le taux des germes en fonction de concentration de *M. oleifera*.

2.3. L'effet des grains de *M. oleifera* sur l'*Escherichia coli* :

E. coli est une bactérie qui fait partie du groupe des coliformes totaux et constitue le seul membre de ce groupe que l'on trouve exclusivement dans les matières fécales des humains et des animaux. Sa présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales **(Leyral et *al*, 2002).**

L'analyse de notre prélèvements montraient la présence d'*E. coli* avec un taux inferieure à 30 UFC/100ml après l'addition des grains de *M. oleifera* on observe la diminution des effets microbienne dans les milieux –production du gaz, de trouble et de virage– en fonction des concentrations.

2.4. L'effet des grains de *M. oleifera* sur des *Streptocoques fécaux* :

Streptocoques fécaux sont associes aux coliformes fécaux, ils sont considérés comme un bons indicateurs de pollution, aussi utilisés comme indicateurs d'efficacité de traitement, car ils sont nettement plus résistants que les coliformes et autres entérobactéries pathogènes **(Berne, 1972).**

L'analyse des notre prélèvements montraient la présence des streptocoques fécaux avec un taux inferieure à 10 UFC/100ml, l'addition des grains de *M. oleifera* diminue les taux des germe.

2.5. Commentaire

Les travaux effectués dans les zones tropicales indiquent que les graines de *M. oleifera* ont diminuée les taux microbiens, car ces graines contiennent des substances antimicrobiennes donc jouent un rôle important dans la purification des eaux pollués.

Dans notre cas la graine n'a pas présenté une efficacité remarquable, cela est due probablement à la composition organoleptique de ces graines (graines d'Adrar) susceptible d'être faible par rapport à celles des zones tropicales.

Tableau N°6 : Estimation des paramètres physico-chimiques dans l'eau d'OUED SAFSAF de Tlemcen:

Paramètre / Ech	Tm	T1	T2	T3
PH	7,62	7,30	7,54	7,53
T (°c)	20,25	22	21,93	21,90
CONDUCTIVITE (µs/cm)	684	605	603	620
SALINITE	0,10	0	0	0
TURBIDITE(NTU)	17,50	7,09	12,70	10,40

Rapport-Gratuit.com

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude nous permettent de confirmer l'hypothèse selon laquelle il est possible de remplacer les coagulants chimiques par les coagulants naturels (graines de *Moringa oleifera).*

Les plantes utilisées pour la floculation doivent remplir certaines conditions. Elles doivent être faciles à produire et leur coagulant facile à doser dont les doses optimales de *Moringa oleifera* ont été déterminées par la mesure de la turbidité des eaux traitées. En outre, elles ne doivent pas présenter de toxicité. Les graines de *M. oleifera* répondent très bien à ces critères. Les plantes utilisées doivent aussi être cultivables dans de nombreux pays sans nécessiter trop d'espace. *M. oleifera* est particulièrement facile à cultiver de manière intensive et adapté à la plupart des zones tropicales et saharienne (zone d'Adrar).

En plus, les graines de *Moringa oleifera* étant riches en protéines diffusent probablement dans les eaux traitées des matières organiques ainsi que des ions nitrate et sulfate. Les graines de *Moringa oleifera* peuvent être utilisées pour réduire les concentrations des eaux brutes en métaux. Bien que l'efficacité des graines soit fonction de la qualité initiale de l'eau brute, le traitement permet une nette amélioration de la qualité des eaux de consommation.

À partir de ces résultats prometteurs il sera intéressant d'étendre la recherche sur des méthodes de réduction de la matière organique résiduelle dans l'eau traitée afin de stabiliser l'eau traitée et d'étendre la durée de conservation.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abasse A.T. et Oni O., 2001, Etude de quelques aspects de la biologie Reproductive de *Moringa oleifera* Lam. Dans le Sud-Niger, 2p. Disponible sur http://www.moringanews.org/actes/abasse fr.doc.

Bonkoungou E.G., 2001, Production et commercialisation des feuilles de *Moringa* en Afrique Occidentale- Etude de cas au Niger, 5p. Disponible sur http://www.moringanews.org/actes/bonkoungou fr.doc.

Broin M., 2005, Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera.* CTA ,5p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

BUNASOLS (Bureau National des Sols)., 1999, Etudes pédomorphologiques des Provinces de la Comoé et de la Léraba. Echelle 1/100000. Rapport technique n°117. Ouagadougou (Burkina Faso).

Creighton W., 2001, Production de graines de *Moringa oleifera* en Tanzanie. Optima of Africa Limited, 5p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

De Saint Sauveur A.et Broin M., 2006, L'utilisation des feuilles de *Moringa oleifera* contre les carences alimentaires: un potentiel encore peu valorisé, 8p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

De Saint Sauveur A.et Broin M., 2010, Produire et transformer les feuilles de *Moringa,* imprimerie Horizon à Gémenos, 69p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

De Saint Sauveur A., 2001, L'exploitation du *Moringa* dans le monde: état des connaissances et défis à relever, 10p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

Desjeux J.F., 1993, Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. Hôpital Saint Lazare, Institut scientifique et technique de la nutrition et de l'alimentation, Conservatoire national des arts et métiers, 573-580, France.

ENIAM., 2008, Enquête Nationale sur l'Insécurité Alimentaire et la Malnutrition. Rapport définitif, Direction Générale de la Promotion de l'Economie Rurale, Burkina Faso, 193p.

FAO., 2003, Fruits tropicaux-leurs valeurs nutritionnelles, leur biodiversité et leur Contribution à la santé et à la nutrition. Comité des produits, groupe Intergouvernemental sur la banane et les fruits tropicaux, troisième session, 12p. Disponible sur http://www.fao.org.

FAO., 2012, L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde, la croissance Économique est nécessaire mais elle n'est pas suffisante pour accélérer la réduction de La faim et de la malnutrition, 73p. Disponible sur http://www.fao.org.

Foidl N., Makkar H.P.S.et Becker K., 2001, Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie, 39p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

Fuglie L.J., 2001, Le *Moringa:* une arme dans la lutte contre la malnutrition,

Church World Service, Bureau Régional de l'Afrique de l'Ouest, 4p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

Gamatie M., 2005, Description des filières feuillent de *Moringa* au Niger. CTA,5p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

Gamatie M.et De Saint Sauveur A., 2005, Fiche technico-êconomique sur les conditions de production et commercialisation de feuilles fraîches de *Moringa* au niger, 7p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

INSD., 2012, Annuaire statistique, Institut National de la Statistique et de la Démographie, 411 p. In http://www.insd.bf.

Jahn., 2003, L'arbre qui purifie l'eau: Culture de *Moringa* spp au Soudan [en ligne]. La génétique et les forêts d'avenir, n°152, Unasylva, 6 p. Cité sur http://www.fao.org.

Kokou K., Broin M.et Joët T., 2001, Recherches agronomiques et agroforestières sur *Moringa oleifera* Lam. Au Togo. Laboratoire de Botanique et D'Ecologie Végétale, Faculté des sciences, Université du Bénin, 6p. Disponible sur http : //www.john-libbey-eurotest.fr/fr/revues/agro-biotech.

Lankoande O.et Sebego M., 2005, Monographie de la province de la Comoé, Direction Régionale de l'Economie et du Développement des Cascades, Burkina Faso, 131p.

Lerot B., 2006, Les éléments minéraux, 34p.

Makkar. H.P.S.et Becker K., 1997, Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. Journal of Agricultural Science, Cambridge 128, 311-322, disponible sur http://www.moringanews.org.

Mansaly S., 2001, Récupération nutritionnelle et impact de consommation de la poudre de *Moringa oleifera* dans la consultation primaire et curative. Clinique Santiaba à Ziguinchor, Sénégal, 2p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

Meda B.L., 2011, Etude comparative des systèmes d'irrigation goutte à goutte et D'aspersion sur la production de *Moringa oleifera* dans la commune de Dano. Mémoire de fin de cycle d'Ingénieur du Développement Rural de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 68p.

Morton J.F., 1991, The Horseradish Tree, *Moringa pterygosperma (Moringaceae)* - A Boon to Arid Lands? Economie Botany 45, 318-333.

Olivier C., 2004, la culture intensive de *Moringa* au Nord du Sénégal, Church World Service, Bureau Régional de l'Afrique de l'Ouest, 8p. Disponible sur http://www.moringanews.org. Consulté le 15/10/2013.

Pamo Tendonkeng E., Boukila B., Momo Solefack M.C., Kana J.R., Tendonkeng F.et Tonfack L.B., 2004, Potentiel de germination de *Moringa oleifera* Lam. Sous différents

traitements à Dschang dans les Hautes terres de l'Ouest- Cameroun. Vol. 4, N°3, p.p.199 - 203. (In Press), disponible sur http://www.moringanews.org.

Pamo Tendonkeng E., Boukila B., Tonfack L. B., Momo M. C. S., Kana J. R.et Tendonkeng F., 2005, Influence de la fumure organique, du NPK et du mélange des deux fertilisants sur la croissance de *Moringa oleifera* Lam. Dans l'Ouest Cameroun. Laboratoire de Nutrition animale, Département des Productions Animales, FASA, Université de Dschang, 13p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

Pousset J., 1999, le *Moringa oleifera* est une plante miracle. Disponible sur http://www.Essentialdrugs.org. Consulté le 26/09/2013.

Rajangam J., Azahakia M. R. S., Thangaraj T., Vijayakumar A.et Muthukrishan N., 2001, Production et utilisation du *Moringa* en Inde: la
Situation actuelle, 9p. Disponible sur http://www.moringanews.org.

Rosa D., 1993, *Moringa oleifera* : un arbre parfait pour les jardins à la maison.
Forest service, Dept. Of Agriculture, U. S. A. Cité le 12/11/2003 sur www.winrock.org.

Théophile M., 2014, Effet de la fertilisation sur la croissance et la production de *Moringa oleifera* local et *Moringa oleifera* PKM-l dans la Région des Cascades (Burkina Faso), Mémoire d'in master en production vegetale, universite de Burkinafaso , pp 5-6.

Abdesselem A., 1999, Suive De La Qualité Microbiologique Et Physicochimique De Trois Serres Alimentant De La Région De Tlemcen, Mémoire d'ingénieur institut de biologie, universite de Tlemcen, pp 2-18.

Bertrand G., 2008, Utiliser L'eau De Pluie, Editions Eyrolles, 130 p.

Jean-Claude B., 1983, Contrôle des Eaux Douces et de Consommation Humaine, EditionEd. Techniques Ingénieur, pp 2-8.

Papa M., 2005, Les Eaux A Usage Industriel, Edition EP5, p 17.

Bouziani M., 2000, L'eau De La Pénurie A La Maladie, Edition Ebeanthaldoun , pp84.

Rodier J., 1997, L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires Et Eaux De Mer) ,8ème Edition. Dunod, Paris, p 66.

Mokeddem K.et Ouddane S., 2005, Qualité Physico-chimique EtBactériologique De L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie, universite de Mascara, pp 18-22.

Guilbert L., 2000, Chimie Dans La Buanderie, Projets d'Intégration des Sciences et des Technologies en Enseignement au Secondaire, p 21.

Rodier J., 1996, Analyse De L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer), 8ème Edition, paris, 1260 p.

Berne F.et Jean C., 1991, Traitement des eaux, Édition TECHNIP, 306 p.

Hade A., 2002, Nos Lacs – Les Connaître Pour Mieux Les Protéger, Éditions Fides, 360 p.

Coinl M., 1981, La Pratique De L'eau Usage Domestique Collective A L'industrielle,Edition Lavoisier, pp 349-350.

Bonnin J., 1982, Aide Mémoire Hydraulique Urbaine, Éditions eyrolles, p 25.

Berne F., 1972, Les traitements des eaux dans l'industrie pétroliére, Édition TECHNIP, 207 p.

Catherine G., 2009, La qualité chimique de l'eau, 3ème Éditions, Paris, p10.

Schuddeboom J., 1993, Nitrates et Nitrites dans les denrées alimentaires, éditions duConseil de l'Europe, Strasbourg, p 11.

Boualem R., 2009, Contribution à l'étude de la qualité des eaux des Barrages, Article de recherche, p 20-33.

Rodier J.,1996, L'analyse De L'eau, Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, 8ème Edition. Dunod, paris, 1335p.

Tardat Henry M., 1992, Chimie Des Eaux, 2ème Edition. Les éditions du griffon D'Argile, pp 213-215.

Gregorio C.et Pierre-Marie B., 2007, Traitement et épuration des eaux industrielles polluées: Procédés, Presses Univ. Franche-Comté, 356 p.

Ezziane S., 2007, traitement des eaux de rejets, le Mémoire Présenté pour obtenir le diplôme de Magister**,** Université HASSIBA BEN BOUALI de CHLEF, 186 p.

Gommella M.et Gurree H., 1983, les eaux usées dans les agglomérations urbains ou rurales, Ed EYROLLES 61 boulevard saint – Germain, 249 p.

Bechac J.et Boutin P., 1984, traitements des eaux usées, Ed EYROLLES Bd St Germain, 121p.

Aoubed A., 2007, les différents procédés des traitements des eaux, l'université BLIDA , 80 p.

Bechac J.et Boutin P., 1988, Traitements des eaux usées, paris,130 p.

Baghdad M.et Chadouli M., 2010, Contribution à l'étude de la qualité des eaux épurées de la station de traitement des eaux, Mémoire de fin de stage, Alger, 78p.

Raymond D., 1997, Le traitement des eaux, 2ème Édition, 304 p

Xavier L., 2011, Guide pratique des stations de traitement des eaux, Édition Eyrolles, 266p.

Paul R., 1998, Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles: Épuraton, utilisation, Société d'Éditions techniques, 192 p.

Glaude B.et Robert P., 2001, chimie de l'environnement (air, eau ; sol, déchet) ; de boeck, paris, 299 p.

Leyral G., Ronnefoy C.et Guillet F., 2002, Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 245p.

Olivier J.et Pierre C., 2010, Analyse du cycle de vie: Comprendre et réaliser un Écobilan ,2ème Édition, 302 p.

John P.et Donald A., 2010, Microbiologie, 3ème Édition, 1216 p.

Jacques M., 2006, Océan et climat, IRD Editions, 222p.

Folkard G., 1997, *The development of the Moringa oleifera and stenopetala tree to provide valuable products: coagulant for water/wastewater treatment and vegetable oil*. Rapport à la Commission Européenne, DG 12, projet de recherche N° TS3CT94-0309, période 1995-1997.

Foild N., Makkar H.P.S. et Becker K., 2002, Potentiel du *Moringa oleifera* pour les besoins agricoles et industriels. Dans : *Potentiel de Développement Pour Les Produits de Moringa.* Acte de l'Atelier International de Dar es Salam Saint-Sauveur, Appora, Besse et Fuglie, 29 octobre-2 novembre 2001, Tanzanie, (Cd-Rom) MONTPELLIER (Éditeur).

Chantrel P., 2002, Office International de l'eau, pers. Comm

Ould safi M., 2012, institute national de recherché forestiere Adrar.

Hamed M., Guettache A.et Bouamer L., 2012, Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Djorf- Torba (Bechar), Mémoire d'ingénieur en biologie – Bechar.

ANNEXE

ANNEXE01

Journal Officiel de l'Algérie N°13

Paramètres de Qualité de l'Eau de la Consommation Humaine

Paramètres avec valeurs indicatives

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Paramètres Organoleptiques	Couleurs	mg/l platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 25 °C	Taux dilution	4
	Saveur à 25 °C	Taux dilution	4
Paramètres Physico-chimiques En relation avec La structure naturelle des eaux	Alcalinité	Mg/l CaCO3	65 Pour les eaux dessalées ou déminéralisées (valeur minimale)
	Calcium	mg/l	200
	Chlorure	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	≥6.5 et ≤9
	Conductivité à 20 °C	µS/cm	2800
	Dureté (TH)	mg/l en CaCO3	500
	Fer total	mg/l	0.3
	Manganèse	µS/cm	50
	Phosphore	mg/l	5
	Potassium	mg/l	12
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
	Température	° C	25

Rapport-Gratuit.com

ANNEXE02

Nombre le plus probable et intervalle de confiance dans le cas du système d'ensemencement (NPP).(Table de Mac credy).

Nombre de tubes Donnant une réaction positive sur			N.P.P Dans 100 ml	Limites de confiance à 95 %	
5 tubes de 10 ml	1 tube de 1 ml	1 tube de 0.1 ml		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	0	2	0	5.9
0	1	0	2	0.050	13
1	0	0	2.2	0.050	13
1	1	0	4.4	0.52	14
2	0	0	5	0.54	19
2	1	0	7.6	1.5	19
3	0	0	8.8	1.6	29
3	1	0	12	3.1	30
4	0	0	15	3.3	46
4	0	1	20	5.9	48
4	1	0	21	6.0	53
5	0	0	38	6.4	330
5	0	1	96	12	370
5	1	0	240	12	3700

ANNEXE 03

1. Matériels des analyses physico-chimiques:

1.1. Appareillage et verrerie :

- Béchers (250ml).
- Pissette d'eau distillée.
- conductivimetre
- PH-mètre.
-Turbidimetre(HACH2100N).
-Cuve a 25ml.
-Erlenmayer(250ml).
-Entonnoir.
-Papier filtre.

2. Matériels des analyses bactériologiques:

Le matériel utilisé durant les analyses est le suivant :

2.1. Milieu de culture :

- Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (BCPL).
- Milieu indole + mannitol (milieu de schubert).
- Bouillon à l'azide de sodium (bouillon de Rothe).
- Bouillon à l'éthyl violet et azide de sodium (EVA litsky).

2.2. Réactifs, additifs et solutions :

- Réactif de Kovacs.

2.3. Appareillage et verrerie :

- Pipettes graduées de 1 ml.
- Pipettes graduées de 10 ml.
- Tubes à essai stériles.
- Bec bunsen.
- Les boittes de pétri.
- Etuve à 44°C, 37°C
- Bain marie.
- Réfrigérateur.
- Flacons en verre de 250 ml stériles.
- Portoirs.
- Anse de platine.
-Agitateur magnetique.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Photo N°14: Milieu BCPL pour Recherche et Dénombrement des Coliformes Totaux

Photo N°15: Milieu Roth pour Recherche et Dénombrement des Streptocoques fécaux

Photo N°16: Incubation à 37°c pendant 48H

Photo N°17: Milieu BCPL (positif) après incubation à 37°c pendant 48H

Photo N°18: Milieu Roth (positif) après incubation à 37°c pendant 48H

Photo N°19: Test de confirmation(Repiquage)

PhotoN°20: Incubation à 44°c pendant 24H (milieu Schubert)

Photo N°21: Incubation à 37°c pendant 24H (Eva litsky)