

TABLE DES MATIERES

Page

INTRODUCTION ----- 4

1^{ère} Partie : Etude Bibliographique.

Caractéristiques des plantes utilisées ----- 6

1-*Boscia senegalensis* ----- 6

1-1 Généralités sur la plante----- 6

2-*Balanites aegyptiaca* ----- 7

2-1 Généralités sur la plante----- 7

3-*Ziziphus mauritiana* ----- 8

3-1 Généralités sur la plante ----- 8

4-*Guiera senegalensis* ----- 10

4-1 Généralités sur la plante----- 10

**B- Caractéristiques de plusieurs échantillons d'eaux issues
de différents milieux ----- 11**

1-Etude comparative des eaux de consommation ----- 11

2^{ème} Partie : Méthodologie et Résultats

**CHAPITRE 1 : Clarification par le jus résultant du broyage des écorces
des plantes ----- 12**

1- Matériels utilisés ----- 12

2- *Boscia senegalensis* ----- 12

2-1 Turbidité (NTU) ----- 13

2-2 Conductivité (us/cm) ----- 14

2-3 Ph ----- 16

3- *Balanites aegyptiaca* ----- 17

3-1 Turbidité (NTU) ----- 17

3-2 Conductivité (us/cm) ----- 18

3-3 pH -----	20
4- <i>Ziziphus mauritiana</i> -----	21
4-1 Turbidité (NTU)-----	21
4-2 Conductivité (us/cm)-----	22
4-3 pH -----	23
5- Détermination de la conductivité des ions Ca^{2+}, Mg^{2+} et Co_3^{2-} dans le surnageant	
5-1 <i>Boscia senegalensis</i> -----	24
5-2 <i>Balanites aegyptiaca</i> -----	25
5-3 <i>Ziziphus mauritiana</i> -----	25
Conclusion partielle -----	25
CHAPITRE 2 : Clarification par les cendres des écorces des plantes -----	26
1-<i>Boscia senegalensis</i> -----	26
1-1 Turbidité (NTU) -----	27
1-2 Conductivité (us/cm) -----	28
1-3 pH -----	29
2-<i>Balanites aegyptiaca</i> -----	29
2-1 Turbidité (NTU) -----	30
2-2 Conductivité (us/cm) -----	31
2-3 pH -----	32
3 <i>Ziziphus mauritiana</i> -----	33
3-1 Traitement avec la cendre de <i>Ziziphus</i> -----	33
3-2 Turbidité (NTU) -----	33
3-3 Conductivité (us/cm) -----	34
3-4 pH -----	35
3-5 Turbidité (NTU) -----	37
3-6 Conductivité (us/cm) -----	37
3-7 pH -----	38
Conclusion partielle-----	3

CHAPITRE 3 : Méthodologie de la détermination de la concentration de CaCO₃ et des ions : Ca²⁺, Mg²⁺, (Fe²⁺, Fe³⁺) et Al³⁺	40
1- Matériels et produits chimiques utilisés-----	40
2- Préparation des solutions-----	40
3- Mode opératoire du dosage -----	41
3-1 Détermination de la concentration des ions Ca ²⁺ -----	41
3-2 Détermination de la concentration des molécules CaCO ₃ -----	42
3-3 Détermination de la concentration des ions Mg ²⁺ -----	42
3-4 Détermination de la concentration des ions Al ³⁺ -----	42
3-4-1 Spécifications -----	42
3-4-2 Réactifs nécessaires -----	42
3-4-3 Procédure de mesure -----	43
3-4-4 Interférences-----	43
3-5 Détermination de la concentration des ions (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)-----	44
3-5-1 Spécifications -----	44
3-5-2 Réactifs nécessaires -----	44
3-5-3 Procédure de mesure -----	44
3-5-4 Interférences-----	45
4- Résultats de l'analyse chimique des cendres -----	45
4-1 <i>Boscia senegalensis</i> -----	45
4-2 <i>Balanites aegyptiaca</i> -----	45
4-3 <i>Ziziphus mauritiana</i> -----	46
3^{ème} Partie : Conclusion Générale	
CONCLUSION GENERALE-----	47
LISTE DES ABREVIATIONS -----	48
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES-----	49
ANNEXE-----	51

INTRODUCTION

La Mauritanie est un pays sahélien caractérisé par un climat aride et une sécheresse excessive dont les conséquences désastreuses touchent environ 80% du territoire.

Les réserves en eaux souterraines sont beaucoup plus importantes que celles des eaux de surface. Ces eaux sont estimées à environ 7.530.000.000 m³ alors que les eaux de surface se limitent principalement au fleuve Sénégal et ses principaux affluents.

L'accès aux eaux souterraines nécessite un matériel et un dispositif ingénieux dont les habitants ne disposent pas. Ainsi, ils font recours aux eaux de surface : fleuve Sénégal, lac d'Aleg, lac de Rkiz, des rivières, des marigots...etc. L'épuisement naturel de ces réserves selon les saisons augmente la pollution et par conséquence le taux de coliformes fécaux, de bactéries, de virus et de microbes dans ces eaux. La présence de ces microorganismes est à l'origine de plusieurs maladies et décès en Mauritanie.

Un diagnostic fait sur 300 villages dans la région de Guidimatha en 2000 par une organisation française (GRET) et une organisation non gouvernementale locale (TENMIYA) a donné des résultats suivants [1]:

- 40% des villages sont sans point d'eau potable, soit 121 villages
- 70% de la population n'a pas accès à l'eau potable
- les distances à parcourir pour aller chercher de l'eau sont souvent très importantes
- Dans 138 villages il faut parcourir environ 500 m de distance pour avoir de l'eau
- Les eaux sont souvent de mauvaises qualités

Ces problèmes sont rencontrés dans tout le territoire mauritanien. Selon le professeur Pierre AUBRY de la médecine tropicale, dans le monde, en 2002,

2,6 milliards de personnes étaient privées d'installation sanitaire et 1,1 milliard d'entre elles n'avaient pas accès à une source d'eau potable [2].

Trois millions quatre cent mille personnes meurent chaque année de maladies transmises par l'eau, la moitié d'entre elles sont des enfants notamment de moins de cinq ans, car étant les plus exposés et les plus vulnérables [2].

Entre 2002 et 2003 : 769.000 enfants sont décédés de diarrhée en Afrique subsaharienne, soit plus de 2.000 décès par jour. Chaque jour 22.000 personnes meurent du fait des maladies véhiculées par l'eau [2]. C'est la première cause de mortalité dans le monde devant la malnutrition. Par conséquent les pays sous développés sont très exposés à ce fléau [2].

Pour diminuer la concentration des coliformes fécaux qui sont en majorité responsables de ces dangers et pour essayer de rendre potable ces eaux, les populations se servaient des techniques basées sur l'utilisation des plantes et autres matériaux tels que : le sable de termitière, la cendre, le ciment, les os calcinés, la poudre des arachides, la soude traditionnelle, etc. [3]

Dans ce travail nous ne limiterons notre étude qu'à certaines techniques basées sur l'utilisation des plantes.

- a) Dans la première partie nous mettrons l'accent sur les caractéristiques de ces plantes et certains échantillons d'eaux issus de différents milieux.
- b) Dans la deuxième partie, au premier chapitre certaines techniques seront testées ; pour cela trois paramètres ont été sélectionnés pour l'évaluation de la clarification des eaux après traitement : la turbidité, la conductivité et le pH.
- c) Dans le deuxième chapitre de la deuxième partie, l'accent est mis sur le traitement des eaux par les cendres ;
- d) Et enfin dans le dernier chapitre on résumera les modes opératoires des méthodes d'analyse utilisées.

A- Caractéristiques des plantes utilisées

1-*Boscia senegalensis*

1-1 Généralités sur la plante



Photo1: Vue latérale de la plante



Photo2 : vue rapprochée des feuilles et fruits de la plante

Le *Boscia senegalensis* est une plante appartenant à la famille des *Capparidaceae*. Traditionnellement, elle est doublement utilisée pour la clarification des eaux troubles et comme remède contre certaines maladies : les enflures, les maux de ventre, la bilharziose, le rhum [3]. Elle est appelée Guijilé en Poular, Eizen en Hassanya et Ndiadam en Wolof. Elle se trouve dans les zones semi aride. Sa hauteur peut atteindre 4 mètres.

Les analyses physico chimiques de la composition des fruits ont montré la présence des oligoéléments suivants : le zinc, le magnésium, le cuivre, le sélénium, le fer, le calcium. Ils contiennent également des acides aminés (arginine, tryptophane, méthionine, lysine) et des acides gras (acides palmitiques, acides stéarique, acides linoléique) [4].

L'utilisation de cet arbuste est très fréquente dans le sahel. Les fruits et les feuilles sont consommés par les animaux et les populations, comme des produits alimentaires, surtout pendant la période de disette. Il est également

utilisé comme une plante médicinale contre plusieurs maladies : la Syphilis, les ulcères, les enflures, ...etc. [5]

Les fruits de *Boscia senegalensis* ont une forme sphérique dont le diamètre varie de 0,5 à 1 cm et dont la coloration vire du verdâtre au jaunâtre après maturation. A l'état mur, les fruits sont très convoités par les enfants car ils possèdent un goût très agréable. Ils sont également utilisés comme un aliment selon une procédure de séchage et de préparation spécifique. Les applications de *Boscia senegalensis* en médecine traditionnelle sont variées. Elle est utilisée comme un antibiotique contre les parasites et un anti-inflammatoire contre les enflures. En effet, pour lutter contre la bilharziose, les feuilles du *Boscia senegalensis* sont mélangées avec celles du *Salvadora persica* et séchées à l'air libre puis transformées en poudre que consommera le malade. Cette pratique est traditionnellement recommandée pour tous les maux de ventre. En outre, l'odeur des feuilles broyées est utilisée pour faire exploser les enflures de gorge. Cette dernière pratique engendre des maux de tête douloureuse. [6]

En matière de traitement des eaux, les écorces de *Boscia senegalensis* sont utilisées dans l'amélioration de la qualité esthétique des eaux de surface [3]. La technique consiste donc à préparer les morceaux d'écorces et de les sécher légèrement. Ces morceaux sont trempés dans une vase contenant de l'eau trouble. La vase doit être laissée au repos jusqu'à stabilisation de l'eau. Après cette étape deux phases sont observées. Une phase claire au dessus contenant l'eau limpide et une phase trouble en dessous contenant les matières en suspension. La phase claire est ensuite filtrée à l'aide d'un tissu fin. Cette eau a un goût légèrement amer. [3]

2- *Balanites aegyptiaca*:

2-1 Généralités sur la plante



Photo1 : vue de face de la plante



Photo2 : vue du tronc de la plante

Le *Balanites aegyptiaca* appartient à la famille des *Simaroubaceae* ou des *Balanitaceae*. Elle est appelée Dattier du Sahel en Français, Murratoki en Poular, Teichit en Hassanya et Soumpe en Wolof. La pulpe et l'amande de ses fruits sont consommées directement par l'homme et les animaux.

L'explication de l'emondité fréquente de l'arbre est due à ce que les bétails comme les humains font la course à la procréation de ses feuilles. Son bois très résistant donne du bon charbon. La plante a aussi de multiples usages en artisanat et en construction. [7]

C'est une plante très abondante dans le sud de la Mauritanie. Les écorces sèches sont trempées dans l'eau à traiter et laissé au repos jusqu'à ce qu'il y ait apparition de deux phases (une phase claire contenant de l'eau limpide et une phase trouble contenant des matières en suspension). La phase claire est ensuite filtrée puis consommée.

3- *Ziziphus mauritiana*

3-1 Généralités sur la plante



Photo1 : vue latérale de la plante



Photo2 : vue du tronc de la plante

Elle appartient à la famille des *Rhamaceaes*. Elle est appelée Jujubier en Français, Jabi en Poular, Sdir en Hassanya et Sidem en Wolof. *Ziziphus mauritiana*, fruitier sauvage à usages multiples est une espèce ligneuse bien connue en Mauritanie et au Sénégal. Elle fournit aux populations des fruits directement consommables sous forme de galettes. A l'abondance, les villageoises en profitent pour acheminer vers les centres commerciaux des sacs pleins de fruits. Le *Ziziphus* fournit donc aux femmes un important revenu. En plus de son rôle alimentaire, le *Ziziphus mauritiana* est aussi fréquemment utilisé en médecine traditionnelle; ainsi cette plante est utilisée pour lutter contre le diabète, la diahree... [6]. Les réactions de caractérisation et la chromatographie sur couche mince ont été utilisées pour identifier les groupes chimiques qui s'y trouvent. La composition en monosaccharides a été faite par methanolysé, puis par CPG sur le macéré, les digestes et les décoctés. Ses feuilles contiennent flavonoïdes, saponosides, tanins et holosides, stérols, triterpenes et hétérosides cardiotoniques. Les polysaccharides sont de 27,17; 36,87, 45,57%, respectivement pour le macéré et les décoctés [8]. Ils sont composés de glucose des acides galacturoniques glucuroniques, de rhamnose et de galactose. L'activité antihyperglycémante des extraits aqueux des feuilles de *Ziziphus mauritiana* a été évaluée sur l'hyperglycémie provoquée par administration orale du glucose chez le lapin. Le macéré aqueux des feuilles à la dose de 150 mg/kg a provoqué une inhibition de la glycémie de 56,02 ; 35,46 et 38,49%, respectivement 30, 90 et 120 minutes après administration du glucose [8]

C'est une plante épargnée un peu partout dans le territoire, mais en faible concentration. En matière de traitement des eaux la technique consiste à prendre les écorces fraîches de la plante et de les tremper dans de l'eau à traiter. Le mélange est laissé ainsi au repos jusqu'à stabilisation et apparition de deux phases : (une claire au dessus et l'autre qui est trouble contenant des matières, en dessous). La phase claire est décantée et filtrée, cette eau est un peu plus amère que précédemment. Elle est utilisée pour la boisson et la lingerie. Le *Ziziphus mauritiana* est une plante médicinale qui agit contre plusieurs sortes de maladies, telles que le diabète, les maux de ventre (ses feuilles sont efficaces contre la diahree) [9]

4- *Guiera senegalensis*

4-1 Généralités sur la plante



Photo1 : vue des fruits et fleurs de la plante



Photo2 : vue latérale des feuilles de la plante

C'est un arbre un peu rare dans le sud de la Mauritanie mais on le retrouve tout de même dans l'ensemble du territoire en faible concentration.

Le *Guiera senegalensis* est utilisée de deux manières par les populations pour le traitement des eaux troubles :

Pour les eaux troubles de boisson en grande quantité (rivière, lac...), elles prenaient les branches de la plante et les mettaient dans les réserves. Elles frappaient doucement l'eau avec leur mains ou avec des battons pendant un certain moment et elles s'arrêtaient. Au bout d'un certain temps l'eau devenait claire au dessus. Elles recueillaient doucement la partie claire avec des pots. La quantité recueillie est filtrée et utilisée pour la boisson, la lessive et pour d'autres usages.

Les anciens utilisaient aussi le *Guiera senegalensis* pour traiter les eaux d'une autre façon :

Les branches de *Guiera senegalensis* sont découpées en petits morceaux et pillées ensuite jusqu'à ce qu'ils deviennent une patte. La patte est mise dans une vase contenant de l'eau à traiter et laissée au repos. Au bout d'un certain temps le mélange se sédimente ; on décante donc la partie supérieure puis on la filtre à l'aide d'un tissu fin. L'eau obtenue a un goût un peu sucré et une odeur agréable. Cette eau n'est utilisée que pour la boisson. Le *Guiera senegalensis* est aussi une plante médicinale qui soigne les maux de ventre et les maux de tête. [3]

B- Caractéristiques de plusieurs échantillons d'eaux issus de différents milieux

1-Etude comparative des eaux de consommation

Pour une meilleure visibilité, nous avons opté pour une étude comparative de la qualité des eaux de consommation en Mauritanie. Dans cette étude nous nous sommes aussi limités aux mesures de turbidité, de conductivité et du pH de plusieurs échantillons d'eau d'origines diverses : eau de robinet (ER), eau du lac (EL), eau du fleuve (EF), eau de puits (EP) et eau minérale (EM).

Le tableau 1, montre les valeurs obtenues à 25°C.

Tableau.1 : Données des caractéristiques de plusieurs échantillons d'eau.

Echantillons	ER	EP	EF	EL	EM	Recommandations OMS [12]
Turbidité (NTU)	0,81	2,01	9,65	31	0,68	< 2 - 5
Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	596	441	49,9	499	118	< 2100
pH	7,56	7,74	7,60	8,34	7,2	7 - 8,5

En comparant ces résultats avec ceux recommandés par l'OMS nous constatons que seules les eaux de surface (EF et EL) présentent une turbidité supérieure à la norme de potabilité. Ceci est dû évidemment à l'exposition de celles-ci aux phénomènes de pollutions superficielles. La forte turbidité de l'eau du lac par rapport à celle du fleuve se justifie par le phénomène de stagnation des eaux du lac.

Nous essayerons de traiter les eaux troubles avec les trois plantes en utilisant leur jus et leur cendre. Les trois paramètres (turbidité, conductivité et pH), nous permettront après traitement d'évaluer la qualité esthétique des eaux. D'autres mesures et calculs seront effectués pour rendre compte de l'efficacité des écorces et des cendres après décantation

CHAPITRE 1 : Clarification par le jus résultant du broyage des écorces des plantes.

Comme pratiqué par les ruraux mauritaniens, les écorces des plantes sont arrachées, écrasées puis barbotées dans l'eau à traiter. Après un temps de repos, l'eau traitée forme deux phases : un condensât et un surnagent

NB : Pour simplifier le travail, on signale que toutes les analyses ont été effectuées qu'avec l'eau provenant du lac d'Aleg

1- Matériel utilisé :

- Un agitateur magnétique
- 11 Béchers
- Un Barreau magnétique
- Un Conductimètre (WTW) LF197
- Un pH-mètre (SympHonie) VWR SB70P
- Un Turbidimètre (HACH) 2100P TURBIDIMETER
- Des Papiers à base d'aluminium
- Des pipettes graduées
- Une Balance de mesure (Denver Instrument Company) TL-104 (Max 110g, $d = 0,1\text{g}$)
- un mortier
- un pilon

2- Le *Boscia senegalensis* :

Une série composée de 5 bêchers contenant chacun 200 mL d'eau à traiter a été utilisée pour vérifier l'influence des jus d'écorce de *Boscia senegalensis* sur la turbidité, la conductivité et le pH de l'eau testée. Un sixième bêcher a été utilisé comme témoin : échantillon de référence. Le [tableau.2](#) montre la masse d'écorce ajoutée.

[Tableau.2](#) : Quantité des écorces mise dans les bêchers contenant l'eau à traiter.

Bêcher	I	II	III	IV	V	VI
Masse des écorces (g/L)	0,25	0,5	0,75	1	1,25	0,00

Chaque bêcher est placé sur un agitateur magnétique tournant à la vitesse de 400 t/min pendant deux minutes puis laissé au repos. Les paramètres de caractérisation ont été mesurés deux minutes après la fin de l'agitation. Juste après l'agitation des tests ont été effectuées sur le bêcher VI (échantillon de référence). Les valeurs enregistrées dans le tableau.3 sont définies comme étant les valeurs à $t=0$ sur l'échantillon de référence.

Tableau 3 : Caractéristiques de l'eau à traiter juste avant barbotage des écorces des plantes.

Turbidité (NTU)	Conductivité (us/cm)	pH
>1000	555	7,6

2-1 Turbidité (NTU) :

Le [tableau 4](#) présente les résultats de la variation de la turbidité en fonction de la quantité des écorces mise dans les bêchers contenant l'eau à traiter.

*Tableau 4 : Variation de la turbidité en fonction de la quantité des écorces de *Boscia senegalensis*.*

Temps (h)	0,5	1	4	24	30	72
I	504	383	25,3	2,63	2,69	1,31
II	399	227	20,8	2,61	2,61	0,96
III	510	384	26,4	2,85	2,48	2,02
IV	482	360	22,3	2,50	2,43	1,16
V	548	401	27,5	2,92	2,56	2,05
VI	801	763	224	5,36	2,66	2,26

Nous constatons que la chute de la turbidité des échantillons d'eau traitée est plus importante que celle de l'échantillon de référence (Echantillon IV). En outre, l'amélioration esthétique de l'eau traitée est plus significative lorsque la quantité des écorces mise est proche de 0,5 g/l (Echantillon II).

Dans le graphique, nous voyons clairement la chute rapide de la turbidité dans l'échantillon (II). L'échantillon de référence varie lentement, et au bout de 30 heures la variation demeure la même dans tous les bêchers

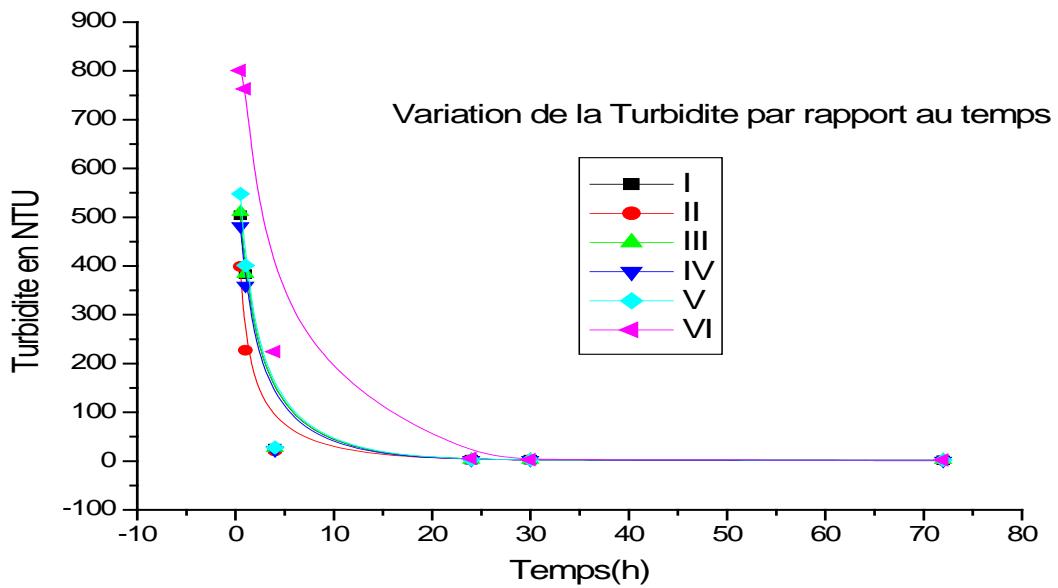


Figure 1 : Variation de la Turbidité en fonction du temps

La figure montre que le jus accélère la chute de turbidité. Cette chute est significative dans l'échantillon II, alors que dans l'échantillon de référence nous n'obtenons une valeur acceptable qu'au bout de 30 heures

2-2 Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) :

Le [tableau 5](#) présente les résultats de la variation de la conductivité en fonction de la quantité des écorces mise dans les bêchers contenant l'eau à traiter.

Tableau 5 : Variation de la conductivité en fonction de la quantité des écorces de Boscia

Temps (h)	0,5	1	4	24	30	72
I	557	559	583	593	605	610
II	556	558	571	587	596	603
III	560	565	575	582	593	604
IV	563	570	579	594	605	611
V	570	579	597	609	621	635

VI	554	557	560	576	585	580
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Le barbotage des écorces augmente la conductivité ionique de l'eau. Cette augmentation est plus significative pour les échantillons d'eau traitée que celle de l'échantillon de référence. L'augmentation de la conductivité signifie un relargage des composés ioniques conducteurs.

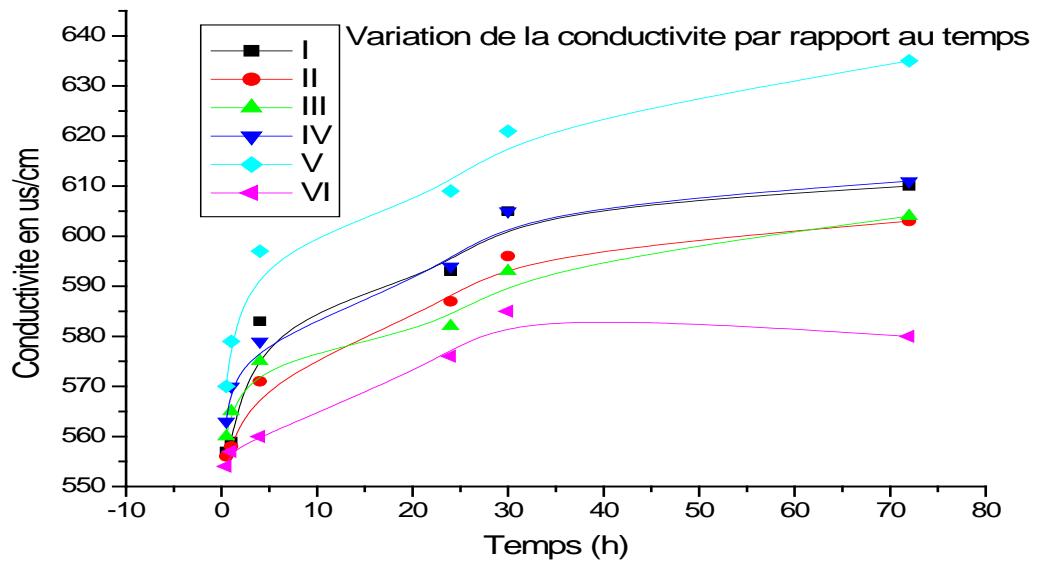


Figure 2 : Variation de la Conductivité par rapport au temps

La courbe de l'échantillon V se situe au dessus de toutes les autres car étant celui du plus concentré en jus et celle de la référence est en dessous de toutes les autres. La Figure 2 confirme que plus le jus est augmenté plus la valeur de la conductivité s'élève

2-3 pH :

Le tableau 6 présente les résultats de la variation du pH en fonction de la quantité des écorces mise dans les bêchers contenant l'eau à traiter.

Tableau 6 : Variation du pH en fonction de la quantité des écorces de Boscia senegalensis

Temps (h)	0,5	1	4	24	30	72
I	7,69	7,67	8,01	8,21	8,15	8,72

II	7,71	7,66	8,23	8,88	8,82	9,01
III	7,82	8,32	9,10	8,97	9,51	9,73
IV	7,79	8,27	9,31	9,18	9,20	9,64
V	7,86	8,36	9,53	9,76	9,77	9,84
VI	7,66	7,58	7,63	7,69	7,67	7,76

.

La variation du pH n'est pas significative dans le bécher de référence, par contre elle est importante dans les autres béchers. D'après les résultats, cette variation est fonction temps. Après quatre heures, le pH des bêchers III, IV et V atteint la valeur 9. C'est donc une eau basique non destinée à la consommation.

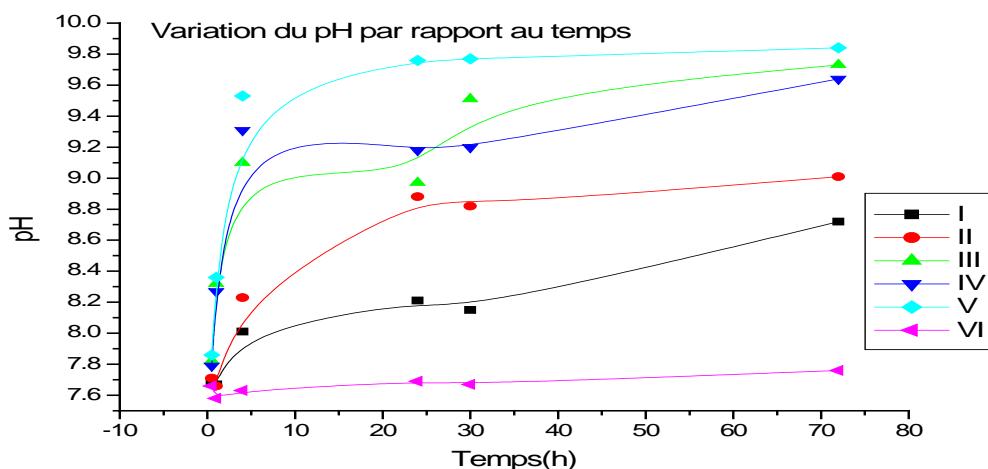


Figure 3 : Variation du pH en fonction du temps

La courbe VI (échantillon de référence) montre une variation presque monotone, elle évolue très peu. Dans la Figure 3 nous voyons que plus le jus est augmenté plus le pH s'élève avec

3- Le *Balanites aegyptiaca* :

3-1 Turbidité (NTU)

Suivant la même procédure qu'auparavant, les mesures de la turbidité de l'eau après barbotage des écorces de *Balanites aegyptiaca* donne les valeurs concentrées dans le tableau 7

Tableau 7 : Variation de la turbidité en fonction de la quantité des écorces de Balanites

Temps (h)	0,5	1	4	24	30	72
I	989	801	382	92,7	72,23	12,25
II	983	810	328	51,6	30	10,9
III	992	880	350	60,9	60,7	23,5
IV	978	851	361	77,2	56,5	24,6
V	784	754	325	104	66,8	31,9
VI	801	763	224	5,36	2,66	2,26

Pour l'échantillon de référence, la turbidité commence à être acceptable des 24 heures. Pour les échantillons (I) a (V), après 72 heures, la turbidité reste élevée et sort du cadre de la recommandation de l'OMS. Ces résultats montrent que le barbotage des écorces de *Balanites aegyptiaca* n'apporte aucune amélioration à la qualité esthétique de l'eau traitée.

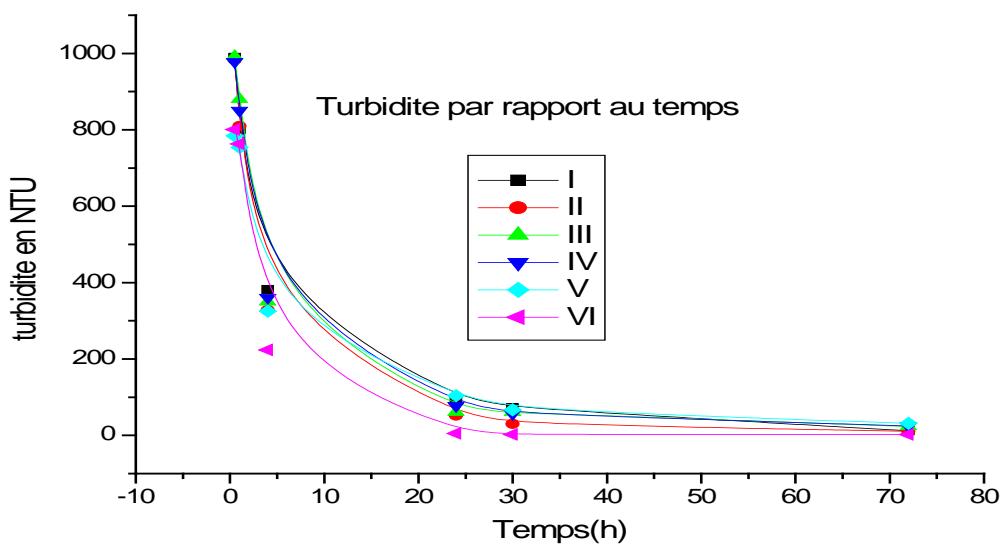


Figure 4 : Variation de la Turbidité en fonction du temps

La figure 4 montre une chute plus significative de l'échantillon VI de référence par rapport aux échantillons traités. Le jus de *Balanites* n'est pas efficace pour l'amélioration de la qualité esthétique des eaux turbides

3-2 Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) :

Le [tableau.8](#) résume les résultats obtenus après 72 heures d'expérience :

Tableau.8 : Variation de la conductivité en fonction de la quantité des écorces de Balanites

Temps	0,5h	1h	4h	24h	30h	72h
I	555	559	564	571	585	592
II	559	557	556	566	573	569
III	554	553	559	566	575	574
IV	553	556	561	566	577	575
V	560	564	566	571	583	590
VI	554	557	560	576	585	580

Après 72 heures d'expérience, la variation de la conductivité demeure presque la même dans les six bêchers. Le barbotage des écorces de *Balanites aegyptiaca* n'influence pas la conductivité de l'eau traitée. On peut admettre qu'il n'y a pas eu un relargage des composés ioniques

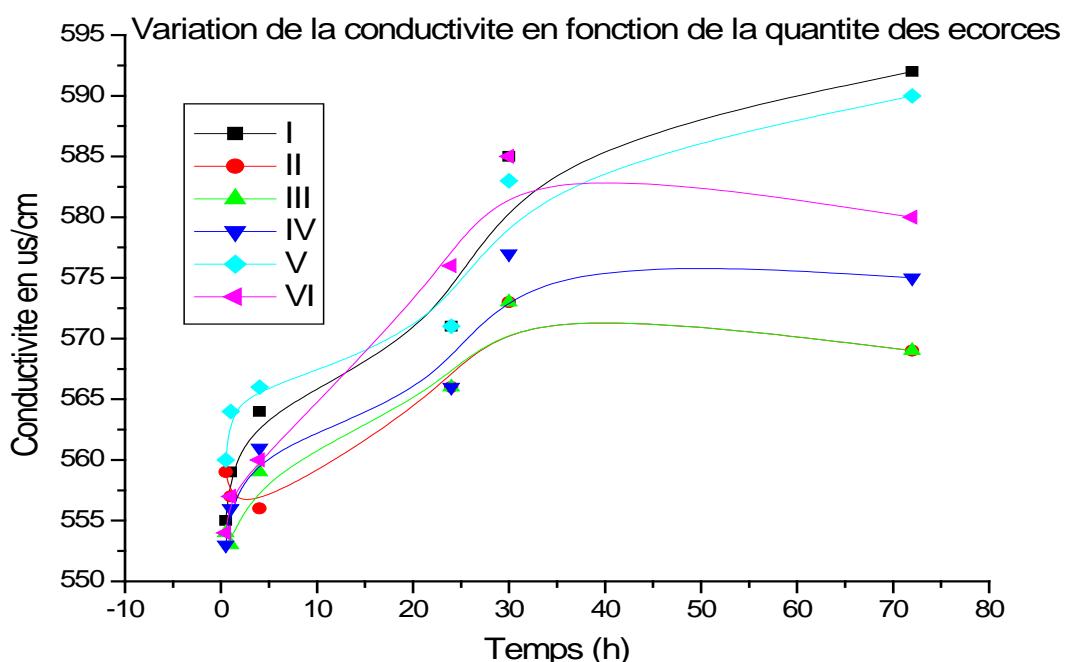


Figure 5 : Variation de la Conductivité en fonction du temps

La Figure 5 montre que l'augmentation du jus de *Balanites* n'influence pas sur la variation de la conductivité en fonction du temps

3-3 pH :

Le [tableau.9](#) résume les résultats obtenus :

Tableau.9 : Variation du pH en fonction de la quantité des écorces de Balanites aegyptiaca

Temps	0,5h	1h	4h	24h	30h	72h
I	7,65	7,66	7,84	7,80	7,9	8,14
II	7,68	7,69	8,24	8,75	8,91	8,84
III	7,76	7,79	8,16	8,80	8,77	8,97
IV	7,75	7,80	8,22	8,44	8,36	9,19
V	7,77	7,78	8,66	8,82	8,84	9,35
VI	7,66	7,58	7,63	7,69	7,67	7,76

La variation du pH n'est pas significative dans le bêcher I, II, III et VI, par contre elle va de 7,77 à 9,35 dans le bêcher V.

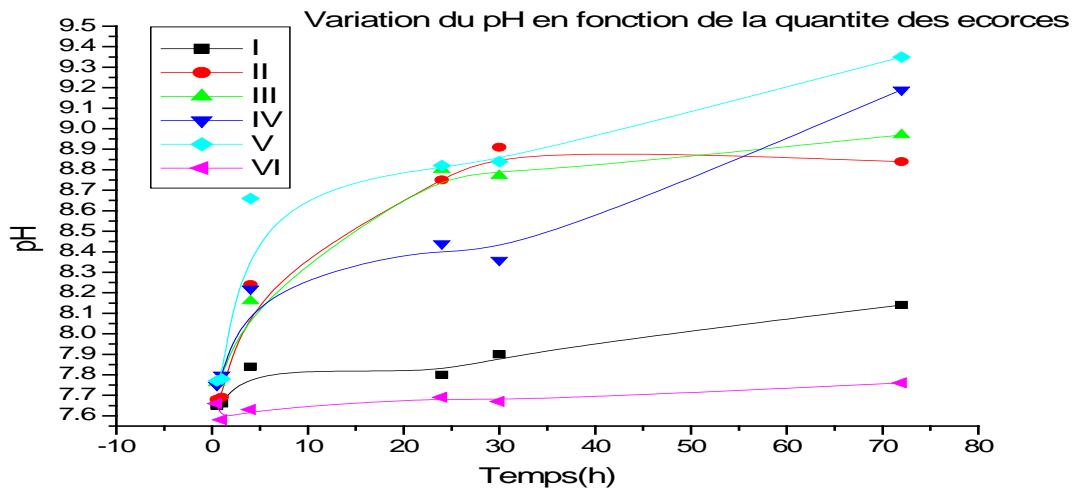


Figure 6: Variation du pH en fonction du temps

La Figure 6 nous montre que la variation du pH n'est pas très significative, mais qu'elle est proportionnelle à la quantité de jus ajoutée. Plus on augmente du jus, plus le pH s'élève avec le temps

4- *Le Ziziphus mauritiana*

La plante que nous avons utilisée se trouve au sein de la faculté des sciences et techniques de l'université de Nouakchott. Pour la clarification des eaux, nous avons suivi la même procédure qu'avant. Le tableau suivant présente les caractéristiques de l'eau traitée avant barbotage des écorces de la plante.

Tableau.10 : Caractéristiques de l'eau traitée avant barbotage

Turbidité (NTU)	Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH
485	199,1	7,78

Les mesures que nous avons effectuées ont porté sur la turbidité, la conductivité et le pH.

NB : Le mode opératoire n'étant pas calibré, c'est ce qui explique la différence des caractéristiques de l'eau avant le traitement.

4-1 Turbidité (NTU) :

Tableau.11: Variation de la turbidité en fonction de la quantité des écorces de Ziziphus.

Temps (h)	0,5	1	4	24	40	70
I	311	296	272	134	83,5	74,2
II	307	308	284	132	82,7	77,2
III	352	337	296	121	80,2	76,8
IV	331	329	290	117	79,4	76,2
V	309	310	288	140	80,7	75,3
VI	283	282	241	119	84,8	63,0

Dans les bêchers (I) à (V), la turbidité varie très lentement (elle va de 352 à 74 NTU). Le barbotage des écorces de la plante n'a pas apporté une modification significative. La chute de la turbidité est plus importante en absence de traitement.

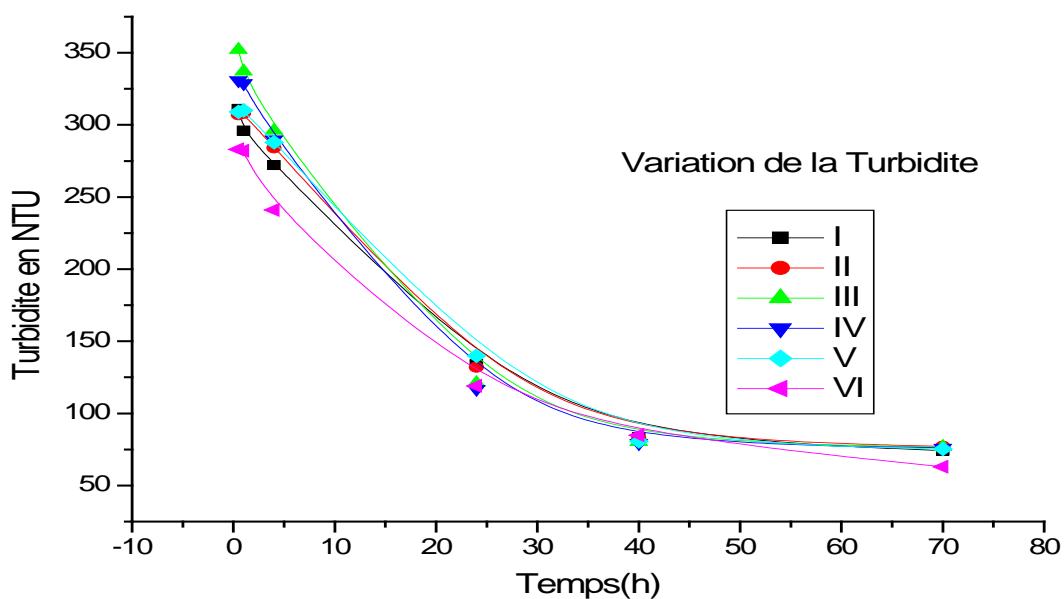


Figure 7: Variation de la Turbidité en fonction du temps

La Figure 7 montre que la chute de turbidité est plus rapide dans l'échantillon de référence, ce qui nous permet de dire que le jus de *Ziziphus* n'est pas efficace pour le traitement des eaux de forte turbidité.

4-2 Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$):

Tableau.12 : Variation de la conductivité en fonction de la quantité des écorces de Ziziphus

Temps (h)	0,5	1	4	24	40	70
I	199	199	200	199	200	209
II	200	201	202	204	207	213
III	199,4	200	199	200	202	215
IV	205	206	206	207	209	217
V	206	206	206,8	207,3	209	220
VI	199	198,9	199	202	204	213

La variation de la conductivité est faible dans les six bêchers. La plante n'a pas relarguer des ions conducteurs.

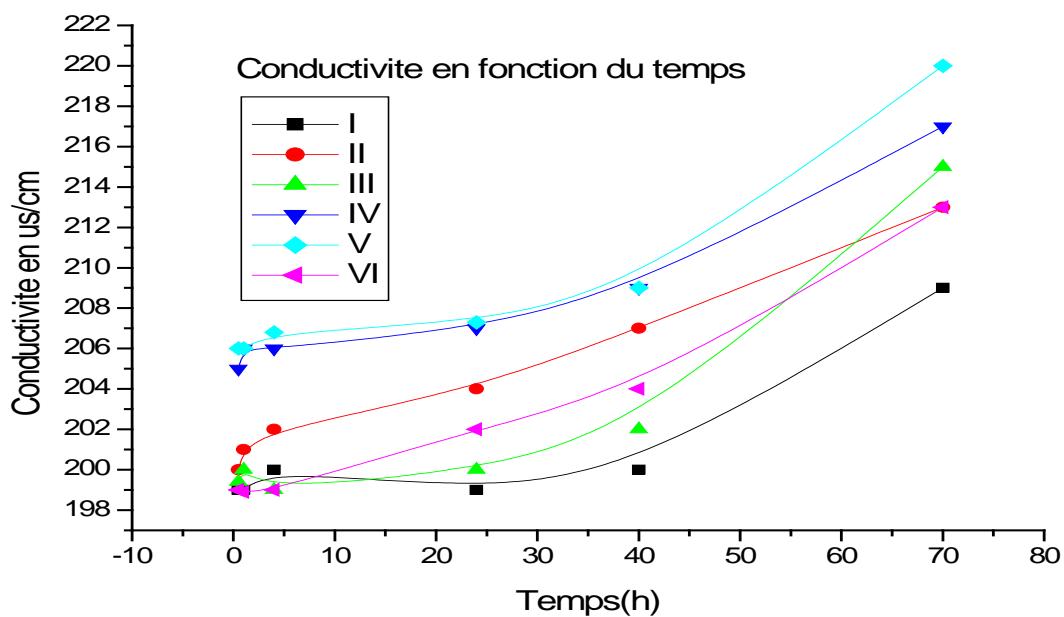


Figure 8: Variation de la Conductivité en fonction du temps

La Figure 8 montre que la variation de la conductivité n'est pas homogène et elle demeure très limitée (de 198 à 220 $\mu\text{s/cm}$) au bout de 70 heures d'expérience

4.3 pH :

Tableau.13 : Variation du pH en fonction de la quantité des écorces de Ziziphus mauritiana

Temps (h)	0,5	1	4	24	40	70
I	7,86	7,83	7,77	7,85	8,08	8,04
II	7,80	7,79	7,70	7,82	8,03	7,97
III	7,79	7,81	7,87	7,61	7,95	7,98
IV	7,79	7,80	7,89	7,58	7,88	7,96
V	7,78	7,78	7,83	7,65	7,80	7,88
VI	7,85	7,68	7,62	7,80	7,97	7,99

La variation du pH n'est pas significative dans les six bêchers. Le pH est presque le même du début à la fin de l'expérience

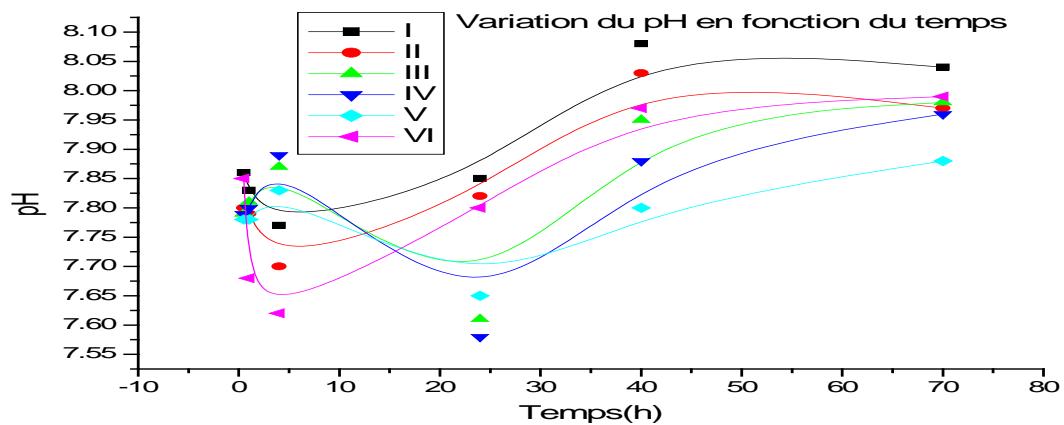


Figure 9 : Variation du pH en fonction du temps

La Figure 9 montre que la variation du pH n'est pas significative

5- Détermination de la concentration des ions Ca^{2+} , Mg^{2+} et CO_3^{2-} dans le surnagent :

Afin de collecter plus d'informations sur ce qui passe après barbotage des écorces des plantes dans l'eau traitée, nous avons jugé intéressant de déterminer la concentration des ions calcium, magnésium et carbonates dans le surnagent des échantillons qui montrent les meilleurs résultats esthétiques.

5-1 *Boscia senegalensis* :

Le [tableau.14](#) résume des résultats trouvés.

Tableau 14 : Concentration des ions dans les différents échantillons d'eau traités avec le jus de *Boscia senegalensis*

échantillon	Ca ²⁺ (mg /L)	Mg ²⁺ (mg/L)	C0 ₃ ²⁻ (mg/L)
II	0,0385	0,0194	0,176
IV	0,0392	0,0199	0,18
VI	0,0369	0,016	0,158

5-2 *Balanites aegyptiaca* :

Le [tableau.15](#) résume les résultats trouvés.

Tableau 15 : Concentration des ions dans les différents échantillons d'eau traités avec le jus de *Balanites aegyptiaca*

Echantillon	Ca ²⁺ (mg /L)	Mg ²⁺ (mg/L)	C0 ₃ ²⁻ (mg/L)
II	0,0337	0,017	0,154
IV	0,0345	0,0179	0,16
VI	0,0369	0,016	0,158

Dans le cas de *Boscia senegalensis*, nous constatons une légère augmentation de la concentration des ions calcium, magnésium et carbonate dans l'eau après traitement. Cette augmentation peut se justifier par un apport des ions de la part de la plante. Une partie de ses ions à contribuer à la complexation des colloïdes

présents dans l'eau troubles. C'est ce qui justifie l'efficacité du jus de *Boscia senegalensis* pour le traitement esthétique des eaux troubles.

5-3 *Ziziphus mauritiana* :

Le barbotage des écorces de la plante ne conduisant pas à de bons résultats, nous n'avons pas jugé nécessaire de calculer la concentration des ions.

Conclusion partielle :

L'amélioration de la qualité des eaux après barbotage des écorces des plantes est acceptable dans le cas de *Boscia senegalensis* et insignifiant dans le cas de *Balanites aegyptiaca* et de *Ziziphus mauritiana*. Ceci est dû forcement à la nature des composés rejetés par les plantes. En effet les essais de potabilisation montrent une diminution significative de la turbidité de l'eau après traitement par le *Boscia senegalensis*. Mais il faut signaler que le comportement de l'eau envers les agents de flocculation coagulation dépend de la qualité de l'eau à traiter [10].

CHAPITRE 2 : Clarification par les cendres des écorces des plantes.

Ce chapitre est consacré à l'étude de l'évolution de la qualité des eaux après traitement par des cendres. Trois paramètres sont suivis : la turbidité, le pH et la conductivité. Nous avons également analysé la variation de la composition chimique des cendres de plantes utilisées en se limitant à certains ions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Co_3^{2-} , Fe^{3+} , Fe^{2+} et Al^{3+})

Pour le *Boscia* et le *Balanites*, le tableau.16 montre la masse de la cendre ajoutée

Tableau 16 : correspondance entre concentration et numéro du bêcher

Bêcher	I	II	III	IV
masse en g/l	0,00	0,2	0,4	0,6

Les mesures de turbidité, de conductivité et de pH faites sur l'échantillon de référence juste avant le barbotage sont regroupées dans le tableau 17 qui suit :

Tableau 17 : caractéristiques de l'eau à traiter juste avant le barbotage des cendres

Turbidité (NTU)	Conductivité (us/cm)	pH
213	518	7,87

1- *Boscia senegalensis* :

Les mesures trouvées dans la variation de la turbidité, de la conductivité et du pH sont regroupées dans les tableau suivants:

1-1 Turbidité (NTU) :

*Tableau 18 : variation de la turbidité en fonction de la quantité des cendres de *Boscia senegalensis*.*

Temps (h)	1h30	3	6	12	16	22	36
I	111	84,7	64,5	32,1	29,9	24,5	16
II	70,8	53,6	36,4	17,9	14,7	11,96	8
III	56,8	44,7	43,7	17,5	14,9	10,22	8,7
IV	93	67,4	50,2	26,2	22	17	8

L'addition de la cendre accélère la précipitation des composés en suspensions

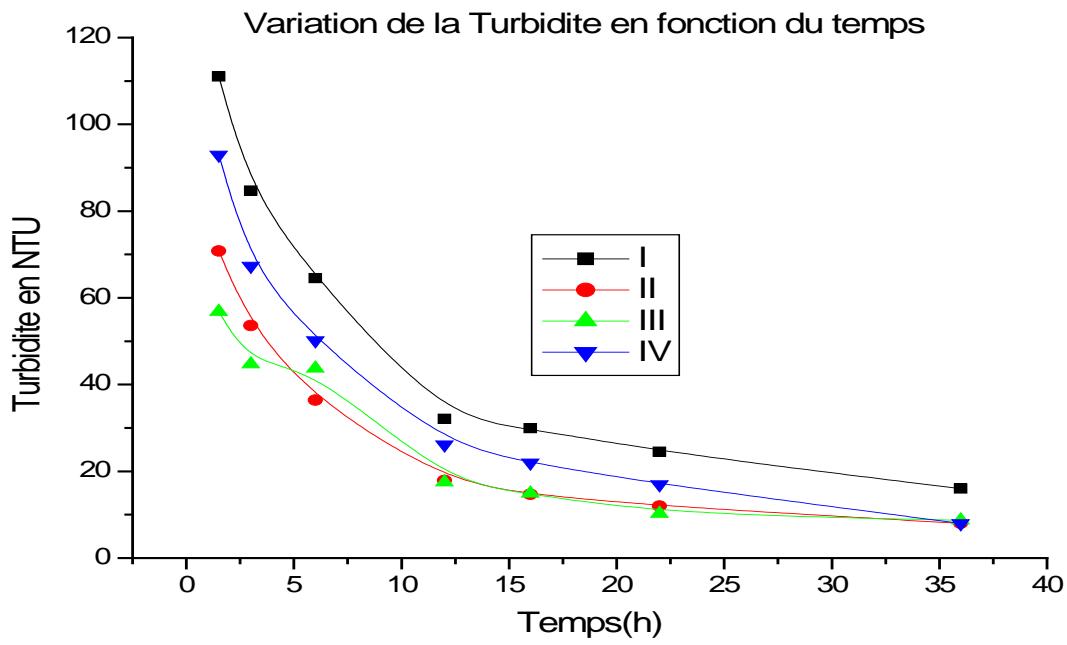


Figure 10 : Variation de la Turbidité en fonction du temps

La Figure 10 montre qu'en absence de traitement la valeur de la Turbidité descend lentement ; la courbe I de référence est au dessus des autres courbes du début à la fin de l'expérience

1-2 Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$):

*Tableau.19: variation de la conductivité en fonction de la quantité de cendres de *Boscia senegalensis*.*

Temps (h)	1h30	3	6	12	16	22	34
I	521	522	520	518	518	516	516
II	650	652	650	669	667	665	659
III	740	758	760	813	811	809	807
IV	860	872	876	883	881	884	888

Nous constatons que plus il y'a de cendre plus la conductivité augmente. Elle accroît la conductivité de l'eau. Elle est donc riche en ions métalliques.

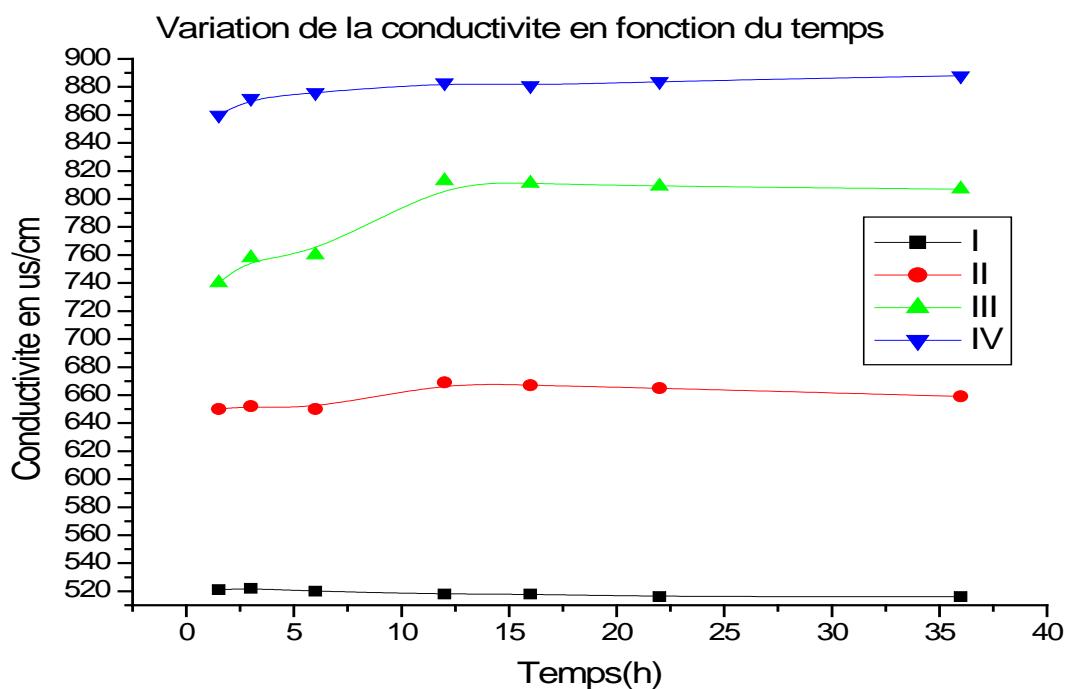


Figure 11 : Variation de la Conductivité en fonction du temps

La Figure 11 montre que dès les premières minutes de l'expérience l'écart se creuse entre les bêchers. Plus la cendre ajoutée est élevée, plus la Conductivité s'élève, mais elle évolue très peu au cours du temps

1-3 pH :

Tableau.20 : variation du pH en fonction de la quantité des cendres de Boschia senegalensis

Temps (h)	1h30	3	6	12	16	22	34
I	7,83	7,80	7,82	7,60	7,63	7,62	7,73
II	7,81	7,77	7,84	7,81	7,77	7,71	7,82
III	7,85	7,83	7,83	7,79	7,78	7,81	8,01
IV	7,84	7,85	7,89	7,82	7,92	7,94	8,13

La variation du pH n'est pas significative, la quantité de cendre influe peu sur le pH

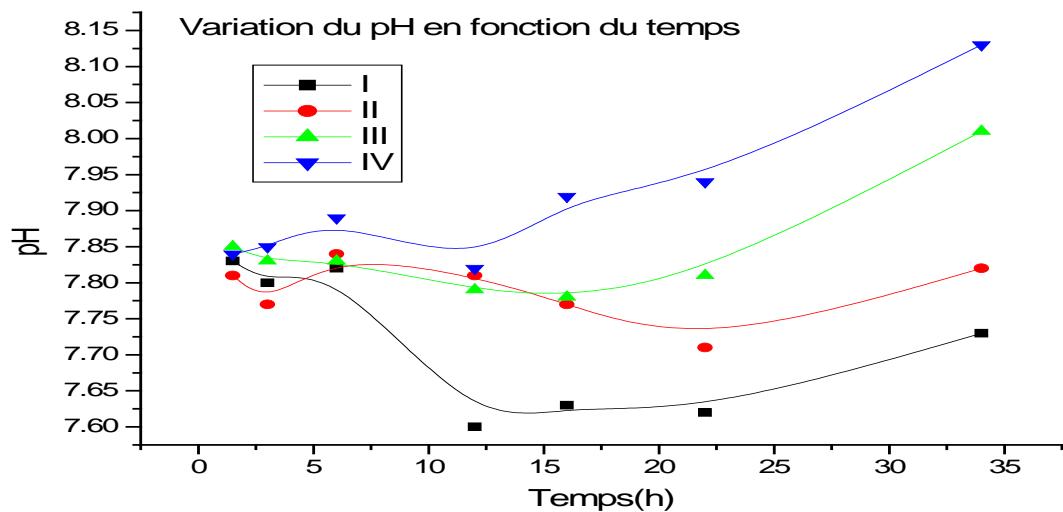


Figure 12 : Variation du pH en fonction du temps

La variation du pH (de 7.6 à 8.15) n'est pas très nette, mais la Figure 12 nous montre que plus il y'a de la cendre, plus le pH augmente

2- *Balanites aegyptiaca* :

Les mesures trouvées sur la variation au cours du temps de la mesure de la turbidité, de la conductivité et du pH sont regroupées dans les tableaux suivants:

2-1 Turbidité (NTU) :

Tableau.21 : variation de la turbidité en fonction de la quantité des cendres de Balanites aegyptiaca,

Temps (h)	1h30	3	6	12	16	22
I	111	84,7	64,5	32,1	29,9	24,5
II	71,8	56,2	47,8	5,18	2,87	1,97
III	74,6	53,6	43,6	4,19	2,83	1,84
IV	52	37,5	28,8	13,7	11,2	8,6

On observe une très bonne amélioration de la turbidité de l'eau pour les concentrations en cendre les plus faibles.

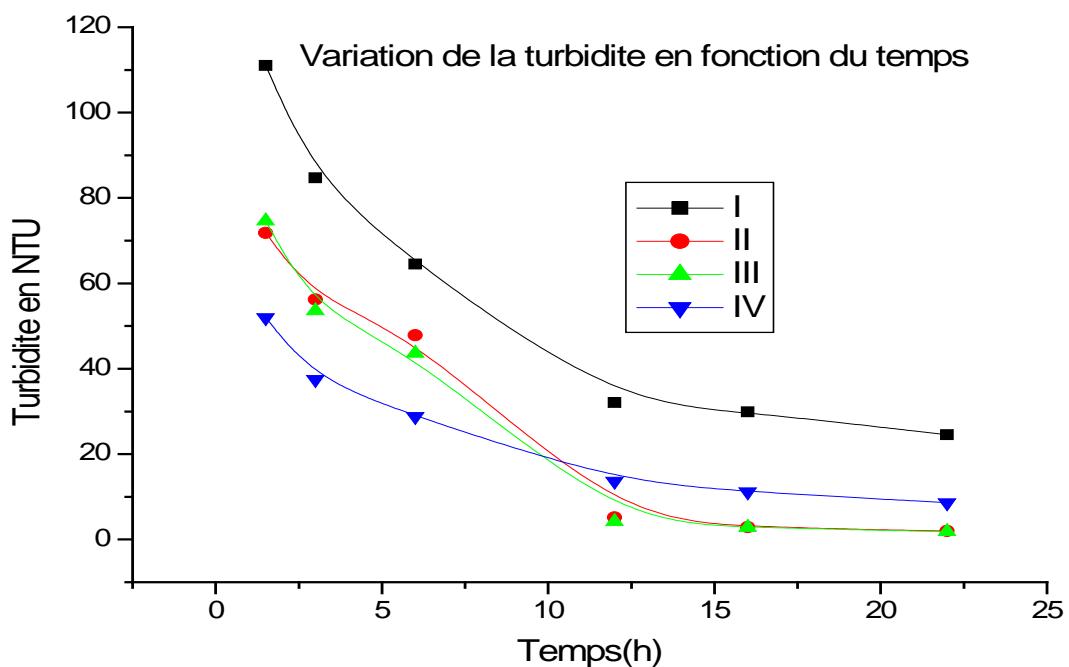


Figure 13 : Variation de la Turbidité en fonction du temps

La Figure 13 montre que la chute de Turbidité est lente en absence de traitement, et que pour les échantillons II et III elle est très nette au bout seulement de 22 heures d'expériences

2-2 Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$):

Tableau.22 : variation de la conductivité en fonction de la quantité des cendres de Balanites aegyptiaca.

Temps (h)	1h30	3	6	12	16	22	34
I	521	522	520	518	518	516	516
II	650	652	650	669	667	665	659
III	740	758	760	813	811	809	807
IV	860	872	876	883	881	884	888

Ici aussi on constate que la conductivité de l'eau augmente avec l'augmentation de la quantité de cendres.

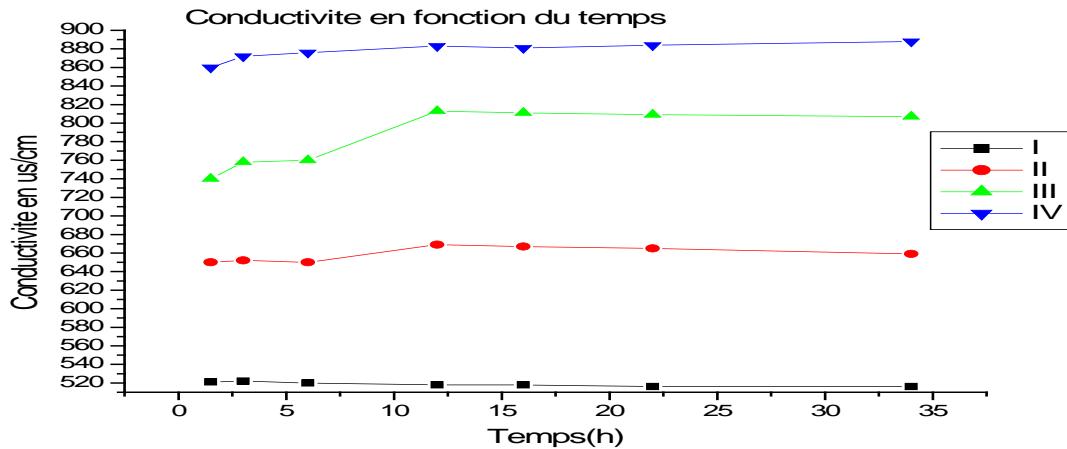


Figure14 : Variation de la Conductivité en fonction du temps

La figure 14 montre qu'en absence de traitement la courbe se situerait en bas des autres et varierait peu au cours du temps. Elle montre aussi que plus la quantité de cendre ajoutée est élevée, plus la courbe a tendance à varier au dessus des autres

2-3 pH :

Tableau 23 : variation du pH en fonction de la quantité des cendres

Temps (h)	1h30	3	6	12	16	22	34
I	7,69	7,72	7,70	7,67	7,71	7,73	7,8
II	7,74	7,76	7,81	7,75	7,82	7,84	7,96
III	7,73	7,74	7,84	7,78	7,81	7,9	7,99
IV	7,75	7,77	7,87	7,8	7,78	7,94	8,04

On constate ici que la variation du pH n'est pas significative

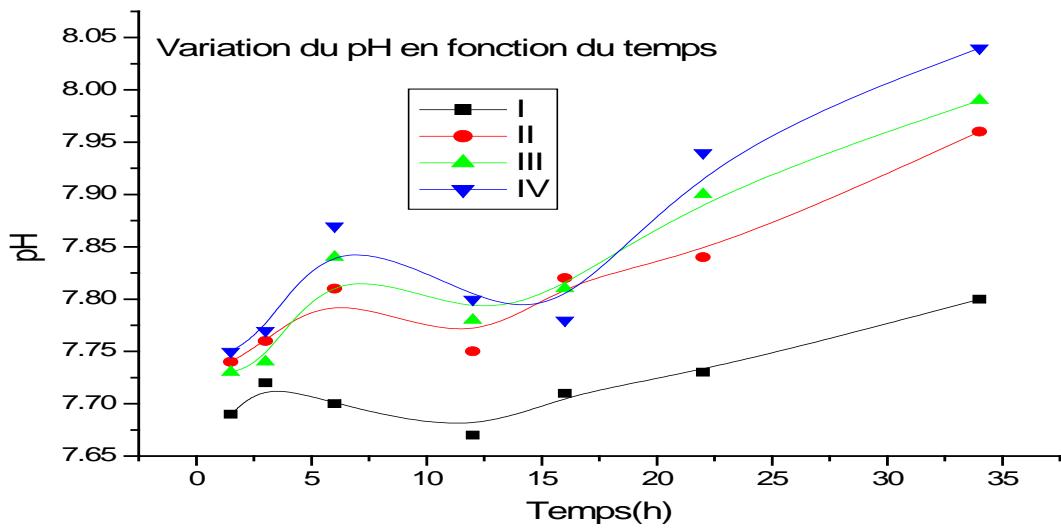


Figure 15 : Variation du pH en fonction du temps

La Figure 15 montre que la courbe I de l'échantillon de référence se situe isolément en dessous des autres courbes et que sa variation au cours du temps n'est pas très significative. Elle montre aussi que plus il y'a de la cendre, plus le pH augmente

3- *Ziziphus mauritiana*

3-1 Traitement avec la cendre de *Ziziphus* :

(Extrait de plante au bord du fleuve Sénégal)

Les écorces de *Ziziphus* sont réduites en petits morceaux et placés dans le four à 500°C sous la hotte. Après obtention de la cendre, on a pesé trois quantités différentes 0,05g (II) ; 0,1g (III) et 0,15g (IV) qu'on a versé dans trois bêchers contenant chacun 200 ml d'eau trouble. Un quatrième bêcher contenant également 200 ml d'eau trouble et dans lequel aucune quantité n'a été ajoutée est considéré comme l'échantillon de référence (I). Tous les bêchers sont agités pendant une minute trente secondes et à t = 0 les

mesures prises sur l'échantillon de référence sont regroupées dans le tableau suivant:

Tableau 24 : caractéristiques de l'eau avant traitement

Turbidité (NTU)	Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH
559	197,4	7,76

Les tableaux qui suivent regroupent les mesures prises sur l'ensemble des échantillons :

3-2 Turbidité (NTU) :

Tableau 25 : Variation de la turbidité en fonction de la quantité des cendres de Ziziphus

Temps	30 min	4h	7h	21h	27h	40h	60h	112h
I	406	215	199	97,7	101	85,4	69,2	43,3
II	454	200	175	96,1	87,2	62,5	47,3	20,3
III	396	141	121	40,1	31,9	19,7	13,4	6,54
IV	387	75,5	50,2	14,2	9,2	6,69	3,79	2,16

Nous constatons que plus la concentration de cendre est élevée plus la turbidité est acceptable

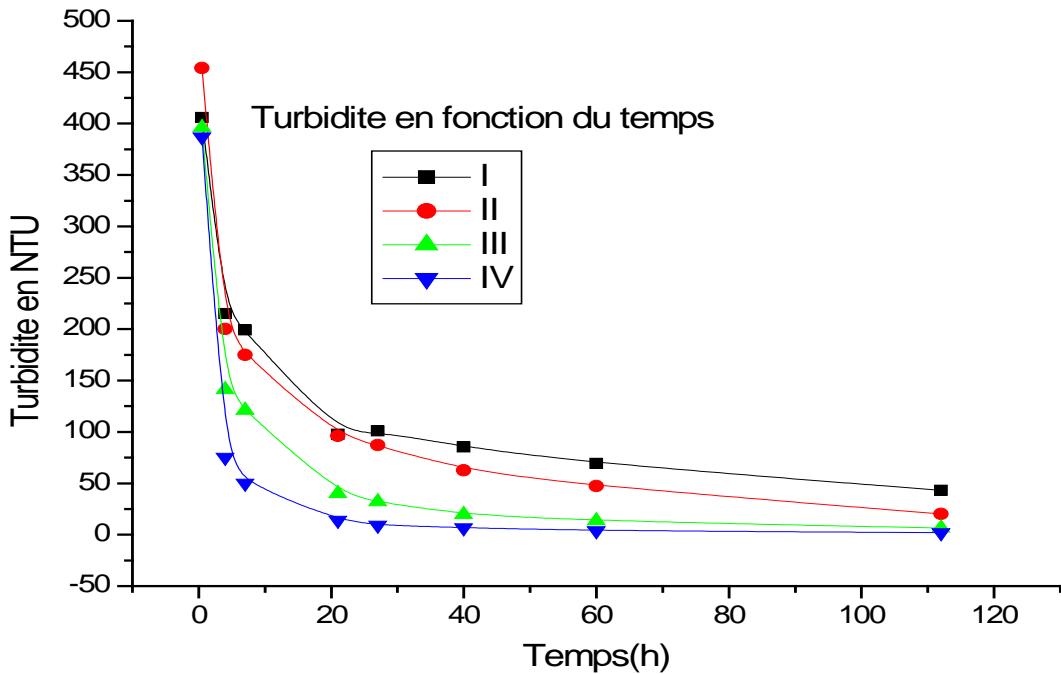


Figure 16 : Variation de la Turbidité en fonction du temps

En absence de traitement la courbe de l'échantillon I de référence varie au dessus de toutes les autres, la Figure 16 montre aussi que plus la quantité de cendre ajoutée est élevée, plus la courbe varie en dessous des autres et plus la chute de Turbidité est significative

3-3 Conductivité ($\mu\text{s/cm}$) :

Tableau 26 : Variations de la conductivité en fonction de la quantité des cendres de Ziziphus

Temps	30 min	4h	7h	21h	27h	40h	60h	112h
I	194,9	196,9	197	200	203	199,4	198	214
II	318	338	339,6	346	345	345	343	420
III	407	468	471	483	493	475	480	540
IV	542	605	615	604	586	583	587	633

Nous constatons que dans l'échantillon de référence la variation de la conductivité n'est pas significative, par contre dans les autres bêchers plus la concentration est élevée plus la conductivité augmente

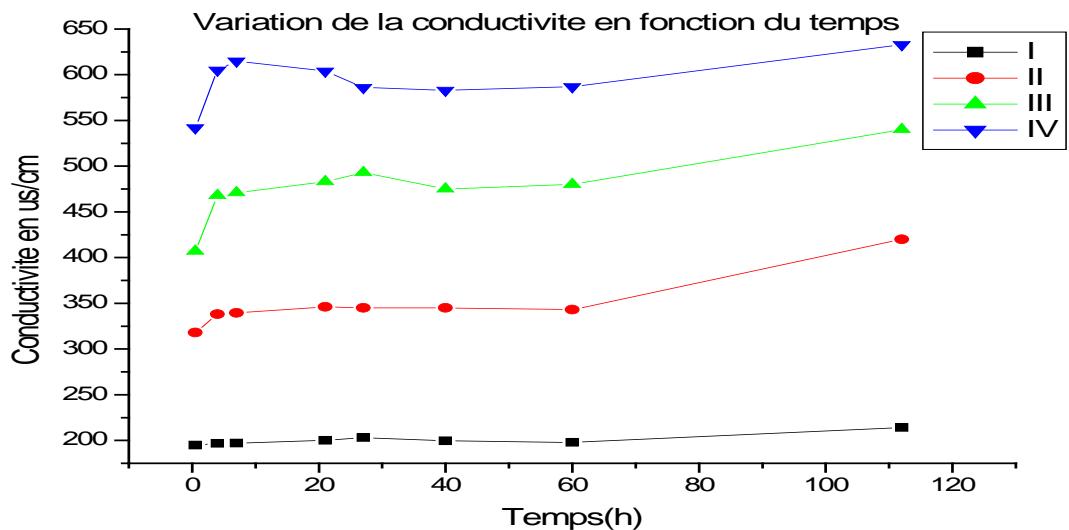


Figure17 : Variation de la Conductivité en fonction du temps

La Figure 17 montre que plus il y'a de la cendre, plus la courbe varie au dessus de toutes les autres et qu'en absence de traitement, la courbe varie bas

3-4 pH :

Tableau 27 : Variations du pH en fonction de la quantité des cendres de Ziziphus

Temps	30 min	4h	7h	21h	27h	40h	60h	112h
I	7,59	7,52	7,49	7,52	7,65	8,25	8,50	8,49
II	9,24	9,22	9,16	9,00	8,88	8,73	8,78	8,64
III	9,53	9,55	9,48	9,37	9,26	9,03	8,97	8,76
IV	9,69	9,75	9,70	9,54	9,40	9,18	8,92	8,67

La variation du pH n'est pas significative dans l'échantillon de référence. Pour les autres bêchers le pH atteint la valeur 9 après trente minutes de l'ajout de cendres.

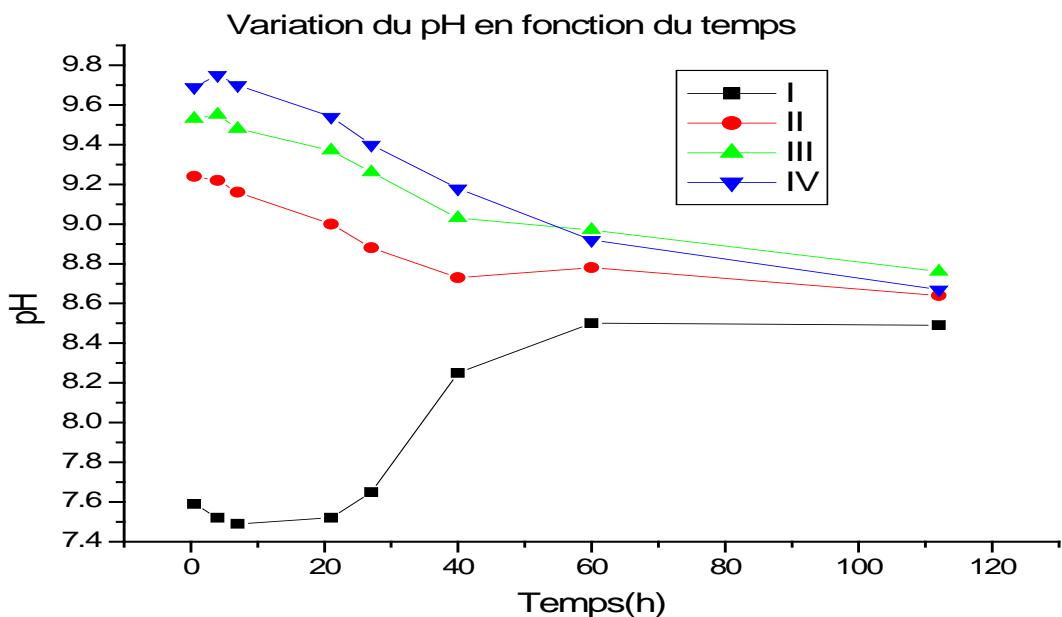


Figure 18 : Variation du pH en fonction du temps

La Figure 18 montre que plus il y'a de la cendre, plus la courbe varie plus haut, et que la courbe I de référence varie isolément en dessous de toutes les autres.

Après avoir constaté que, plus la masse de la cendre est grande, plus la décantation est efficace et plus les résultats sont acceptables ; on a effectué une autre expérience dans deux bêchers (l'un avec 0,25 gramme [II] de cendre et l'autre étant la référence dans lequel rien n'a été mis [I]).

Après agitation et à $t = 0$ les mesures effectuées sur la référence sont :

Tableau 28 : caractéristiques de l'eau avant traitement

Turbidité (NTU)	Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH
557	199,5	7,77

Les mesures prises ultérieurement sur l'ensemble des échantillons sont regroupées dans les tableaux qui suivent :

3-5 Turbidité (NTU) :

Tableau 29 : Variations de la turbidité

Temps	30 min	18h	42h	47h	95h
I	402	132	97,6	93,4	51,1
II	305	7,59	2,29	1,95	1,04

Au bout de 18 heures d'expérience l'écart entre l'échantillon II et I se creuse en faveur de l'échantillon II. On peut en conclure que la cendre accélère la décantation et améliore l'effet esthétique de l'eau après traitement

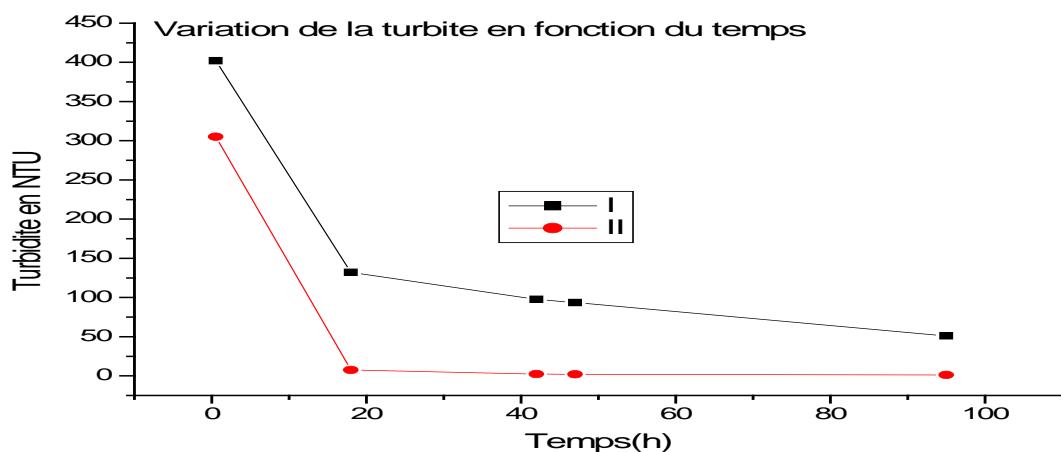


Figure 19: Variation de la Turbidité en fonction du temps

La figure montre que plus il y'a de cendre, plus la courbe de Turbidité décroît plus vite

3-6 Conductivité ($\mu\text{s/cm}$) :

Tableau 30 : Variations de la conductivité

Temps	30 min	18h	42h	47h	95h
I	198	195,6	198	209	218
II	601	625	620	627	633

Apres 30 minutes la conductivité est de $601 \mu\text{s/cm}$ dans l'échantillon II, cela confirme ce qui a été dit dans les premières expériences : plus la masse de cendres augmentée est importante plus la conductivité est élevée.

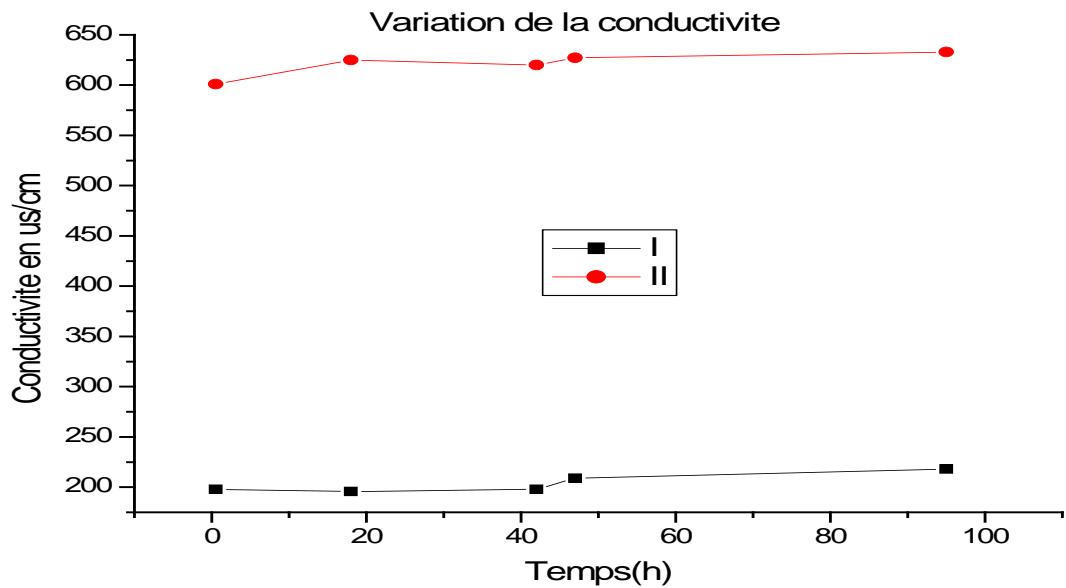


Figure 20 : Variation de la Conductivité en fonction du temps

La Figure nous montre que plus il y'a de cendre, plus la courbe de la Conductivité varie plus haut

3-7 pH :

Tableau 31 : Variations du pH

Temps	30 min	18h	42h	47h	95h
I	7,85	8,41	8,65	8,70	8,48
II	9,42	9,80	9,52	9,38	8,71

La différence entre les deux valeurs de pH est nette au bout de 30 minutes d'expériences, mais elle est presque nulle après 95 heures. L'ajout de cendres influe peu dans la variation de pH

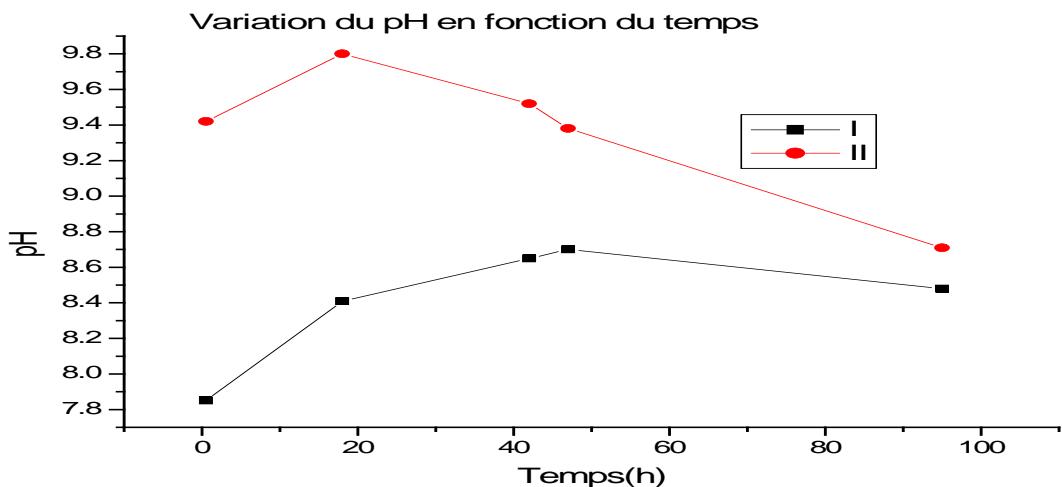


Figure 21: Variation du pH en fonction du temps

Ici encore, plus l'échantillon est traité, plus la courbe de pH varie plus haut

Conclusion partielle :

L'amélioration de la qualité des eaux après ajout de la cendre des plantes est significative dans les trois cas. Elle est très nette dans les cas de *Balanites* et de *Ziziphus*. Ceci pourrait être du à la nature des ions métalliques relargués par les cendres.

CHAPITRE 3 : Méthodologie de la détermination des concentrations

de CaCO₃ et des ions : Ca²⁺, Mg²⁺, , (Fe²⁺, Fe³⁺) et Al³⁺ :

1- Matériels et produits chimiques utilisés

- Balance de précision
- Dispositif d'absorption des vapeurs
- Burettes 25 mL
- Béchers de 250 mL
- Pipete de 10 mL avec poire
- Lampe tungstène + filtre
- Erlenmeyer de 250 mL
- Fioles de 100 mL
- Supports
- EDTA (0,01 mol/L)
- NaOH (1 mol/L)
- HCl (1 mol/L)
- Solution tampon
- Bet
- Net
- Acide ascorbique HI93712A-0
- Réactif Aluminium HI93712B-0
- Décolorant
- Poudre HI93721-0

2- Préparation des solutions

- A partir de NaOH solide (MM =40,00), on prépare une solution de soude de concentration C = 1 mol/L:

Pour cela on pèse 4g de NaOH solide, on les met dans une fiole de 100 ml et on complète avec de l'eau distillée jusqu'à trait de jauge. On obtient ainsi une solution de NaOH (1mol/L)

- A partir d'une solution concentrée de HCl (12,06 N), on prépare la solution de HCl (1mol/L).

A l'aide d'une pipette graduée de 25ml on prélève de la solution concentrée un volume égal à 8,29 mL, on le verse dans une fiole jaugée de 100 mL et on complète avec de l'eau distillée.

On a la relation :

$$C_i V_i = C_f V_f \quad (1) \quad \text{telles que :}$$

C_f : concentration finale ($C_f = 1\text{mol/L}$)

V_f : volume final ($V_f = 100\text{ ml}$) et

C_i : concentration initiale ($C_i = 12,06\text{ N}$)

A partir de (1) on trouve :

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{1 \times 100}{12,06} \\ \Rightarrow V_1 &= 8,9\text{ml} \end{aligned}$$

3- Mode opératoire du dosage

3-1 Détermination de la concentration des ions Ca^{2+}

On prélève 50 mL d'échantillon et on les verse dans un erlenmeyer; on y ajoute 3mL de NaOH (1mol/L) et on agite le contenu pendant une minute trente secondes. On ajoute 3 à 4 gouttes d'indicateur coloré (le Bet) et on dose le mélange avec de l'EDTA (0,01mol/L) jusqu'à ce que la coloration devienne violette et on note le volume (V_1) de l'EDTA utilisé. Ce volume nous permettra de calculer la concentration des ions Ca^{2+} .

3-2 Détermination de la concentration du CaCO_3

Sans verser le bécher précédent on y ajoute 3,2 ml d'HCl (1 mol/L) pour acidifier légèrement la solution, le tout est agité pendant une minute trente secondes. On y ajoute ensuite 5 ml de la solution Tampon pour ajuster le pH

aux environs de 10. Quelques gouttes d'indicateur coloré (le Net) y sont ajoutés et on continu le dosage jusqu'au virage de la coloration violette à la bleu de la solution à doser, puis on arrête et on note le volume (V_2) de l'EDTA correspondant. Ce volume nous permettra de calculer la concentration de CaCO_3 .

3-3 Détermination de la concentration des ions Mg^{2+}

Le volume (V_3) qui nous conduit à la concentration en ions Mg^{2+} est calculé de la façon suivante : $V_3 = V_2 - V_1$.

3-4 Détermination de la concentration des ions Al^{3+}

3-4-1 Spécifications

Les spécifications de l'appareil sont résumées dans le tableau suivant [11]:

Gamme	0,00 à 1,00 mg/L
Résolution	0,01 mg/L
Précision	+ ou - (4% de la lecture + 0,02 mg/L)
Source lumineuse	Lampe tungstène + filtre

3-4-2 Réactifs nécessaires:

Les réactifs nécessaires utilisés dans la détermination de la concentration des ions Al^{3+} sont les suivants :

Code	Description	Quantité
3712A-0	acide ascorbique	1 sachet
HI93712B-0	réactif aluminons	1 sachet
HI93712C-0	Décolorant	1 sachet

3-4-3 Procédure de mesure:

Les procédures de mesures utilisées sont les suivantes :

- Sélectionner le programme correspondant à l'aide des touches
- Remplir un bêcher avec 50 ml de l'échantillon à tester

- Ajouter un sachet de réactif acide ascorbique HI93712A et agiter doucement jusqu'à dilution
- Ajouter un sachet de réactif Aluminium HI93712B (réactif Aluminium), agiter doucement jusqu'à dilution complète. Ceci constitue l'échantillon
- Dans deux cuvettes propres, verser 10 ml de l'échantillon à tester.
- Dans une des cuvettes ajouter le décolorant HI93712C et agiter vigoureusement jusqu'à dilution. Ceci constituera le blanc.
- Placer la cuvette servant à faire le blanc à sa place en respectant l'ergot d'alignement.
- Appuyer sur la touche « TIMER », le décompte du temps nécessaire à la réaction chimique commence.
- A l'apparition du message « SIP » le blanc est mesuré, puis ôter la cuvette qui a servi à faire le blanc.
- Insérer ensuite la cuvette contenant l'échantillon à mesurer. Soigneusement nettoyée, en respectant l'ergot d'alignement.
- Appuyer sur la touche « READ DIRECT », le message « SIP » apparaît au bout de quelques secondes et la concentration d'aluminium en mg/l est affichée.

3-4-4 Interférences:

Des interférences peuvent être provoquées par la présence de:

Fer	: au dessus de 20 mg/L
Alcalinité	: au dessus de 1000 mg/L
Phosphate	: au dessus de 50 mg/L

Les fluorures créent des interférences quelque soit leur niveau [11]

3-5 Détermination de la concentration des ions (Fe^{2+} , Fe^{3+}):

3-5-1 Spécifications

Les spécifications sont les suivantes [11] :

Gamme	0,00 à 5,00 mg/l
Résolution	0,01 mg/l
Précision	+ ou - (0,04 mg/l + 2% de la lecture)
Source lumineuse	Lampe tungstène + filtre @ 525 nm

3-5-2 Réactifs nécessaires

Les réactifs nécessaires sont les suivants :

Code	Description	Quantité
HI93721-0	Poudre	1 Sachet

3-5-3 Procédure de mesure

On procède de la façon suivante :

- Sélectionner le programme correspondant à la mesure des ions Fe²⁺ et Fe³⁺ à l'aide des touches
- Dans une des cuvettes, verser 10 ml de l'échantillon à tester.
- Après l'avoir soigneusement nettoyée, place cette cuvette dans la place prévue à cet effet en respectant l'ergot d'alignement.
- Appuyer sur la touche zéro, le message « SIP » apparaît.
- Après quelques secondes le zéro de l'appareil apparaît indiquant qu'il est prêt pour la mesure.
- Ajouter un sachet de réactif HI93721, puis agite jusqu'à la dissolution complète.
- Placer la cuvette soigneusement nettoyée dans la loge prévue à cet effet en respectant l'ergot d'alignement.
- Appuyer sur la touche TIMER, le message SIP apparaît au bout de quelques secondes et la concentration du fer en mg/L est affichée

3-5-4 Interférences

Des interférences peuvent être provoquées par la présence de :

Cadmium	: au dessus de 4,0 mg/L
Chrome III+	: au dessus de 0,25 mg/L
Calcium CaCO ₃	: au dessus de 10000 ppm
Magnésium	: au dessus de 100000 ppm [11]

4- Résultats de l'analyse chimique des cendres

Afin de mieux étayer les résultats mentionnés auparavant, nous avons effectué l'analyse chimique des cendres utilisées. Ces analyses se sont limitées sur les ions pour lesquels nous disposons de matériels d'analyse. Pour le *Boscia* et le *Balanites* les bêchers dont les résultats ont été les plus satisfaisants ont été sélectionnés. Les tableaux 32 et 33 regroupent les résultats trouvés sur l'ensemble des deux plantes.

4-1 *Boscia senegalensis*:

Tableau 32 : Concentration des ions de l'échantillon II de la cendre de *Boscia sengalensis* (0,2g/L)

Ions	Al ³⁺	Fe ³⁺ , Fe ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CaCO ₃
Concentrations	0,04 mg/l	0,99 mg/l	0,006 mol /l	0,004 mol/l	0,013 mol/l

4-2 *Balanites aegyptiaca* :

Tableau 33: Concentration des ions de l'échantillon III de la cendre de *Balanites aegyptiaca* (0,4g/L)

Ions	Al ³⁺	Fe ³⁺ , Fe ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CaCO ₃
Concentrations	0,01mg/l	0,83 mg/l	0,03 mol /l	0,01 mol/1	0,08mol/l

Ces résultats montrent la présence des ions aluminium et fer dont plusieurs sels sont de véritables coagulants, donc responsables de l'amélioration de la turbidité des eaux traitées [10].

4-3 *Ziziphus mauritiana*:

*Manipulation 2 :

Tableau 35 : Concentration des ions sur l'ensemble des échantillons de la manipulation 2.

Eléments	Concentration en Ca ²⁺ (mg/L)	Concentration en Mg ²⁺ (mg/L)	Concentration en CaCO ₃ (mg/L)	Concentration en Al ³⁺ (mg/L)	Concentration en Fe ²⁺ , Fe ³⁺ (mg/L)
I	0,013	0,0063	0,058	0,026	0,029
II	0,015	0,016	0,104	0,038	0,042

Pour les ions Al³⁺, Fe²⁺ et Fe³⁺ les concentrations sont toujours plus faibles dans les échantillons de références et leurs valeurs croissent proportionnellement à la masse de cendre ajoutée. Cela prouve que la cendre contribue à l'augmentation de ces ions, qui semblent être responsables de l'amélioration de la qualité esthétique des eaux traitée.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail constitue une tentative scientifique d'élucider certaines pratiques traditionnelles en matière de traitement des eaux. Appauvri matériellement, le nomade mauritanien n'a pas de choix, il consomme directement les eaux de surface en inventant des techniques rudimentaires permettant d'améliorer la qualité de ces eaux consommées.

Dans ce travail nous avons pu remarquer que l'utilisation des écorces de *Boscia senegalensis* est efficace pour améliorer la qualité physique des eaux de haute turbidité. Mais c'est avec les cendres de *Balanites* et de *Ziziphus* que l'amélioration a été la plus remarquable. Cette amélioration est due à la présence des ions aluminium et fer qui sont de vrais complexants (coagulants). A part les populations les plus reculées de la Mauritanie, les populations n'utilisent plus ces techniques car les installations sanitaires et les forages gagnent du terrain, mais un travail complet qui s'accentuerait sur la détermination du nombre de coliformes fécaux, des germes totaux, des moisissures, des composées chimiques, des bactéries et des virus qui sont la cause de plusieurs décès dans le monde pourra être dans l'avenir un apport scientifique d'une importance majeur...

LISTE DES ABREVIATIONS

pH : potentiel en Hydronium

NaOH : Hydroxyde de Sodium (Soude caustique)

HCl : Chlorure d'Hydrogène (Acide Chlorhydrique)

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétra Acétique

Net : Noir eriochrome T

Bet : Bleu eriochrome T

CPG : Chromatographie en phase gazeuse

mL : millilitre

mg/kg : milligramme par kilogramme

g/L : gramme par litre

NTU: Nephelometric turbidity unit

$\mu\text{s}/\text{cm}$: micro siemens par centimètre

h : heure

OMS : Organisation Mondiale de la Sante

Ca^{2+} : ion calcium II

Mg^{2+} : ion magnésium II

CaCO_3 : carbonate de calcium

Fe^{3+} : ion fer III

Fe^{2+} : ion fer II

Al^{3+} : ion aluminum III

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

[1] Document du ministère de l'hydraulique de Mauritanie, Service de la Direction de l'hydraulique. L'eau au village, (2001).

http://www.eau-international-France.fr/article.php3?id_article=110

[2]: Médecins sans frontières. Technicien sanitaire en situation précaire. (1994). 2 éme édition. Cité par le Professeur Pierre AUBRY. Les maladies liées à l'eau. Médecine tropicale Actualité (2005).

<http://medecinetropicale.free.fr/cours/eau.htm>

[3] : DIAW Samba Mémoire de maîtrise sur le thème <<Essai de potabilisation des eaux de surface par l'utilisation de *Boscia senegalensis*>>. FST de L'Université de Nouakchott. 40 pages (2005)

[4] Pharmacien D'Afrique sommaire du numéro 199, Mars (2007)

http://www.santetropicale.com/kiosque/pharmacien/som_199.htm#article2

[5] : BOULLARD B. Plantes médicinales du monde Réalités et croyances, DICTIONNAIRE 660 pages ISBN 2843711177 (2001).

[6] : Fatimata DIBA, Village de N'Goral au bord du fleuve Sénégal, Transmission orale. (2007)

[7] OUEDRAOGO Sibiri jean et Coll. Les espèces fourragères forestières dans les systèmes de production au Burkina Faso: préférences et critères de choix des paysans. (2000)

<http://www.ilri.org/infoserv/webpub/fulldocs/fodshrub/BURKINAFASO.htm>

[8] : DIALLO Drissa ; SANOGO Rokia ; YASSAMBOU Hamsetou ; TRAORE Aminata ; COULIBALY Kassoum ; MAIGA Ababacar. Département << Médecine traditionnelle >> de l'institut national de recherche en santé publique, Bamako, Mali. Etude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana Lam.* (*Rhamnaceae*), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali : Les substances chimiques biologiquement

actives extraites des plantes médicinales et les huiles essentielles des plantes aromatiques de la sous-région Ouest-Africaines. (2007)

<http://cat.inist.fr/?amodele=afficheN&cpsidt=16164391>

[9] : DIALLO Hamadi, Hôpital Cheikh zaïd de Nouakchott. Transmission orale (2005)

[10] : OMS, série de monographies, numéro 49. Cox, CR. Techniques et contrôle du traitement des eaux, Genève. (1967)

[11] : Jean RODIER. Eaux naturelles, Eaux résiduaires Eaux de mers. 8^{ème} édition chez DUNOD, 1383 pages. (1997)

[12] : Normes de l'OMS sur l'eau potable. (2006)

www.lennotech.com/fran%E7ais/Normes-OMS-eau-potable

ANNEXE :

Résultats du dosage des échantillons traités avec le jus des écorces de *Boscia* et de *Balanites*.

Les volumes V_1 et V_2 d'EDTA trouvés lors des analyses sont les suivants :

- Pour l'échantillon (II) du *Boscia senegalensis*:

$$V_1 (\text{EDTA}) = 4,8 \text{ mL}$$

$$V_2 (\text{EDTA}) = 8,8 \text{ mL}$$

$$V_3 (\text{EDTA}) = 4 \text{ mL}$$

- Pour l'échantillon (IV) du *Boscia senegalensis*:

$$V_1 (\text{EDTA}) = 4,9 \text{ mL}$$

$$V_2 (\text{EDTA}) = 9 \text{ mL}$$

$$V_3 (\text{EDTA}) = 4,1 \text{ mL}$$

- Pour l'échantillon de référence:

$$V_1 (\text{EDTA}) = 4,6 \text{ mL}$$

$$V_2 (\text{EDTA}) = 7,9 \text{ mL}$$

$$V_3 (\text{EDTA}) = 3,3 \text{ mL}$$

- Pour l'échantillon (II) du *Balanites aegyptiaca*:

$$V_1 (\text{EDTA}) = 4,2 \text{ mL}$$

$$V_2 (\text{EDTA}) = 7,7 \text{ mL}$$

$$V_3 (\text{EDTA}) = 3,5 \text{ mL}$$

- Pour l'échantillon (IV) du *Balanites aegyptiaca*:

$$V_1 (\text{EDTA}) = 4,3 \text{ mL}$$

$$V_2 (\text{EDTA}) = 8,1 \text{ mL}$$

$$V_3 (\text{EDTA}) = 3,8 \text{ mL}$$

Calcul des concentrations :

Pour calculer les concentrations on a la formule suivante:

$$0,01 * V_x * 1000 * M_x$$

$$C_x \text{ (mg/l)} = \frac{\quad}{50}$$

Telles que: V_x : Volume correspondant

M_x : Masse Molaire de l'atome ou de la molécule correspondante

Université Cheikh Anta Diop de Dakar
Faculté des Sciences et Techniques
Département de Chimie

Sujet :<<Vérifications par voies physico-chimiques de la potabilisation des eaux de surfaces par l'utilisation de *Boscia senegalensis*, *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana* »

Nom du candidat : Amadou DIOP

Nature du mémoire : Diplôme d'Etudes Approfondies en Chimie physique Appliquée à l'Energie

Composition de jury : Président : Alphonse TINE

Rapporteurs et Directeurs de mémoire : Cheikh DIOP
et Chamak MBAREK

Membres : Mame Diabou GAYE SENE et Atanasse COLY

Date et lieu de soutenance : Novembre 2008

Résumé : Le sous sol mauritanien regorge d'énormes quantités de réserves en eaux, cependant les anciennes populations n'utilisaient comme eau de boisson, que les eaux de surfaces (fleuve, lacs ...etc.). Ces eaux ne sont pas souvent potables et sont la cause de plusieurs maladies et décès. Pour résoudre ces problèmes les anciennes populations utilisaient des techniques consistant à traiter les eaux par des plantes ou par d'autres matériaux.

L'objectif visé dans ce travail est de vérifier par des procédés physico chimiques, l'efficacité du traitement des eaux par l'utilisation du jus ou de la cendre des plantes.

Pour ce faire trois plantes ont été ciblés : le *Boscia senegalensis*, le *Balanites aegyptiaca* et le *Ziziphus mauritiana*. De même trois paramètres ont été sélectionnés : la Turbidité, la Conductivité et le pH pour l'évaluation de la qualité des eaux après traitement. Nous avons aussi effectué des recherches de terrain au niveau du Fouta et d'Aleg. Les échantillons de plantes et d'eau qu'on

a analysés au laboratoire sont issus respectivement de ces mêmes zones. Afin de mieux comprendre le phénomène, on a effectué d'autres analyses pour déterminer la concentration des ions, Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , Fe^{2+} , Fe^{3+} et Al^{3+} , dans certains de nos échantillons. Ces analyses nous ont permis de comprendre que :

- 1 Mis à part le jus de Ziziphus, sa cendre, celles de Boscia et de Balanites, de même que leurs jus accélèrent la chute de la Turbidité, augmentent la Conductivité et le pH dans les différents échantillons.
- 2 Les plantes renferment des ions Fer (Fe^{2+} , Fe^{3+}) et Aluminium (Al^{3+}) qui contribuent à la coagulation de grosses particules et a des flocs qui se déposent au fond de la vase

Mots clés : Eau, Boscia, Balanites, Ziziphus, Turbidité, Conductivité, pH, Concentration, Ions,
Echantillons, traitement.

DEDICACE

Ce mémoire est dédié à toutes les mères de famille, à toutes et à tous ceux qui ont perdu l'un des parents dès la plus tendre enfance.

Il est aussi dédié à toutes les bonnes âmes de ce monde, à toutes et à tous ceux qui ont mis leur force, leur amour et leur richesse à l'épanouissement et à la réussite des orphelins...

A MON ONCLE

REMERCIEMENTS

Je ne saurais introduire ce travail sans exprimer mes sincères remerciements et toute ma gratitude :

- Au Professeur Chamekh MBAREK, responsable du laboratoire de maîtrise des gestions de l'eau (MGE) à la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Nouakchott pour votre gentillesse et votre disponibilité
- Au Docteur Cheikh DIOP, professeur de chimie à l'Institut des Sciences de l'Environnement, pour la qualité de votre encadrement et votre disponibilité du début à la fin de ce mémoire
- Au Professeur Alphonse TINE, pour votre acceptation à m'engager parmi vos siens
- A Monsieur Md CHEIKH, pour m'avoir aidé sans cesse à faire toutes mes analyses physicochimiques au sein du laboratoire de MGE de l'Université de Nouakchott
- A mon oncle Abdoulaye DIBA pour votre soutien moral et financier durant toutes mes années à Dakar
- A Messieurs Omar SALL et Saïdou SALL et à vos épouses Ramata DIALLO et Mariem SALL pour votre bonté et votre générosité
- Aux Professeurs :
Momar Marème DIENG, Alphonse TINE, Serigne Amadou N'DIAYE, Grégoire Sissoko et Sana Faty, pour la qualité des cours dispensés en AEA au cours de l'année scolaire 2005-2006
- A Tierno Ibrahim SALL pour l'amour propre que vous portez pour moi
- A mon père Habib DIOP et à ma grande sœur Oumou DIOP pour votre soutien et votre amour qui m'accompagne partout.

RESUME

Le sous sol mauritanien regorge d'énormes quantités de réserves en eaux, cependant les anciennes populations n'utilisaient comme eau de boisson, que les eaux de surfaces (fleuve, lacs ...etc.). Ces eaux ne sont pas souvent potables et sont la cause de plusieurs maladies et décès. Pour résoudre ces problèmes les anciennes populations utilisaient des techniques consistant à traiter les eaux par des plantes ou par d'autres matériaux.

L'objectif visé dans ce travail est de vérifier par des procédés physico chimiques, l'efficacité du traitement des eaux par l'utilisation du jus ou de la cendre des plantes.

Pour ce faire trois plantes ont été ciblés : le *Boscia senegalensis*, le *Balanites aegyptiaca* et le *Ziziphus mauritiana*. De même trois paramètres ont été sélectionnés : la Turbidité, la Conductivité et le pH pour l'évaluation de la qualité des eaux après traitement. Nous avons aussi effectué des recherches de terrain au niveau du Fouta et d'Aleg. Les échantillons de plantes et d'eau qu'on a analysés au laboratoire sont issus respectivement de ces mêmes zones. Afin de mieux comprendre le phénomène, on a effectué d'autres analyses pour déterminer la concentration des ions, Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , Fe^{2+} , Fe^{3+} et Al^{3+} , dans certains de nos échantillons. Ces analyses nous ont permis de comprendre que :

- 1 Mis à part le jus de *Ziziphus*, sa cendre, celles de *Boscia* et de *Balanites*, de même que leurs jus accélèrent la chute de la Turbidité, augmentent la Conductivité et le pH dans les différents échantillons.
- 2 Les plantes renferment des ions Fer (Fe^{2+} , Fe^{3+}) et Aluminium (Al^{3+}) qui contribuent à la coagulation de grosses particules et a des flocs qui se déposent au fond de la vase

Mots clés : Eau, *Boscia*, *Balanites*, *Ziziphus*, Turbidité, Conductivité, pH, Concentration, Ions,
Echantillons, traitement.