

Table des matières

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
RESUME.....	iii
Liste des photos, figure et tableaux	viii
LISTE DES ABREVIATIONS	ix
INTRODUCTION	1
I. Présentation de la zone de Mbeubeuss	1
II. Les eaux souterraines.	3
II.1 Définition	3
II.2 Origines des eaux souterraines	3
II.2.1 Les eaux météoriques.....	4
II.2.2 Les eaux de surfaces.	4
II.2.3 Les eaux juvéniles.....	4
III. Les paramètres pour étudier la qualité de l'eau.	4
III.1 Les paramètres organoleptiques de l'eau.	4
III.1.1 La couleur.....	5
III.1.2 L'odeur.....	5
III.1.3 Goût.....	5
III.2 Paramètres chimiques de l'eau.....	5
III.2.1 Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH).....	5
III.2.2 Calcium (Ca^{2+}).....	5
III.2.3 Magnésium (Mg^{2+})	6
III.2.4 Sodium (Na^+).....	6

III.2.5	Potassium (K^+).....	6
III.2.6	Chlorures (Cl^-).....	6
III.2.7	Sulfates (SO_4^{2-}).....	7
III.2.8	Ammonium (NH_4^+).....	7
III.2.9	Nitrates (NO_3^-).....	7
III.2.10	Nitrites (NO_2^-).....	8
III.2.11	Les métaux lourds.....	8
III.3	Paramètres physiques de l'eau.....	8
III.3.1	Potentiel hydrogène (pH).....	8
III.3.2	Température.....	9
III.3.3	Conductivité électrique (C.E).....	9
III.3.4	Turbidité.....	9
IV.	Les normes de qualité d'une eau.....	9
V.	Les différents types de pollution de l'eau.....	10
V.1	La pollution chimique de l'eau.....	11
V.2	La pollution physique de l'eau.....	11
V.3	La pollution microbiologique de l'eau.....	11
VI.	Etude de La qualité de l'eau dans la zone de Mbeubeuss.....	11
VI.1	Méthodes d'analyses des paramètres physico-chimiques étudiés.....	11
VI.2	Résultats des paramètres chimiques.....	13
VI.2.1	Chlorures (Cl^-).....	14
VI.2.2	Nitrates (NO_3^-).....	14
VI.2.3	Sulfates (SO_4^{2-}).....	14
VI.2.4	Ammonium (NH_4^+).....	15
VI.2.5	Sodium (Na^+).....	15
VI.2.6	Calcium (Ca^{2+}).....	15

VI.2.7	Magnésium (Mg^{2+})	16
VI.2.8	Les métaux lourds.....	16
VI.3	Résultats des paramètres physiques.....	17
VI.3.1	Le pH des eaux	17
VI.3.2	La conductivité électrique (C.E).....	17
VI.3.3	La température.....	18
VII.	Impacts de la qualité de l'eau sur l'élevage, le maraîchage et la santé humaine.	19
VII.1	L'élevage.....	19
VII.1.1	Chez les porcs.....	19
VII.1.2	Chez les volailles	19
VII.2	Le maraîchage.	20
VII.3	La santé humaine.....	20
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS		21
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		23

Liste des photos, figure et tableaux

Photo 1: Décharge de Mbeubeuss	3
Photo 2: Prélèvement d'eau de puits pour analyse dans la zone de Mbeubeuss	12
Photo 3: Analyse in situ d'un échantillon d'eau dans la zone de Mbeubeuss	13
Figure 1: Localisation géographique de la zone de la décharge de Mbeubeuss	2
Tableau 1: Normes physico-chimiques de l'eau de boisson	10
Tableau 2: Résultats des paramètres chimiques de l'eau	13
Tableau 3: Résultats des paramètres physiques de l'eau	17

LISTE DES ABREVIATIONS

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

μS/cm : Micro-siemens par centimètre

mg/L : milligramme par litre

UCAD : Université Cheikh Anta Diop Dakar

pH : potentiel hydrogène

°C : degrés Celsius

ha : hectare

km : kilomètre

% : Pourcentage

°f : degrés français

NUT : Unité de Turbidité Néphélométrique

TDS : Total Dissolved Salts (Solide Totaux Dissous)

TH : Titre Hydrotimétrique

C.E : Conductivité Electrique

M : molaire

N : équivalente

EDTA : Ethylène Diamine Trétra Acétique

INTRODUCTION

L'eau est un aliment essentiel pour la vie des hommes, des animaux et des plantes. Sa disponibilité en quantité et en qualité suffisantes participe au bien-être des consommateurs. L'eau peut provoquer plusieurs maladies à travers sa contamination par des déchets ménagers, industriels, agricoles et divers déchets organiques [1]. Elle est un très bon solvant, car elle possède la propriété de dissoudre un grand nombre de substances. Elle transporte de nombreuses substances chimiques et constitue un milieu de vie pour les organismes [2]. Elle peut contenir des sels minéraux, des matières organiques, des bactéries en quantité variable en fonction du lieu qui l'abrite. L'eau est une substance, relativement peu pure dont la composition dépend de la nature des terrains traversés. L'eau renferme des substances ou microorganismes qui peuvent être tolérables, indésirables, ou toxiques selon leurs natures et leurs teneurs. L'eau qui provient du milieu naturel, doit être traitée avant son utilisation pour qu'elle ne présente pas des risques à la consommation [3].

Le ravitaillement en eau est assuré par les eaux de surface (rivières, fleuves, lacs, mares, barrages), les eaux souterraines (puits, forages, sources) et les eaux de pluies [2].

Dans ce mémoire, nous allons étudier les propriétés physique et chimique de l'eau dans la zone de Mbeubeuss pour pouvoir déterminer sa qualité.

I. Présentation de la zone de Mbeubeuss

La zone de Mbeubeuss est caractérisée par la présence d'une décharge qui est ouverte en 1968 pour remplacer celle de Hann. Elle est le seul dépotoir des déchets solides de Dakar. Elle se trouve au Nord-Ouest de cette ville à une vingtaines de kilomètres du centre [4]. La superficie de la décharge de Mbeubeuss est de 175 ha [5]. Comme l'indique la figure 1, la décharge se situe dans le département de Pikine, plus précisément dans la commune d'arrondissement de Malika Keur Massar. Elle est entourée à l'Ouest par Malika, au Sud par Keur Massar, et à l'Est par les localités de Niakoul Rapp et de Tivaoune Peulh. La commune de Malika se trouve dans la partie Sud du département de Pikine de part et d'autre de Yeumbeul et Keur Massar. La décharge est quelque part au fond sableux du lac asséché de Mbeubeuss à l'Est de la commune de Malika et environ de 2 km au Nord de Keur Massar [4].

Les déchets qui sont jetés dans la décharge de Mbeubeuss proviennent généralement des industries, des hôpitaux et des ménages. On y trouve aussi des déchets liquides domestiques et d'autres dont on ignore les origines du fait que le lieu n'est pas sécurisé [5].

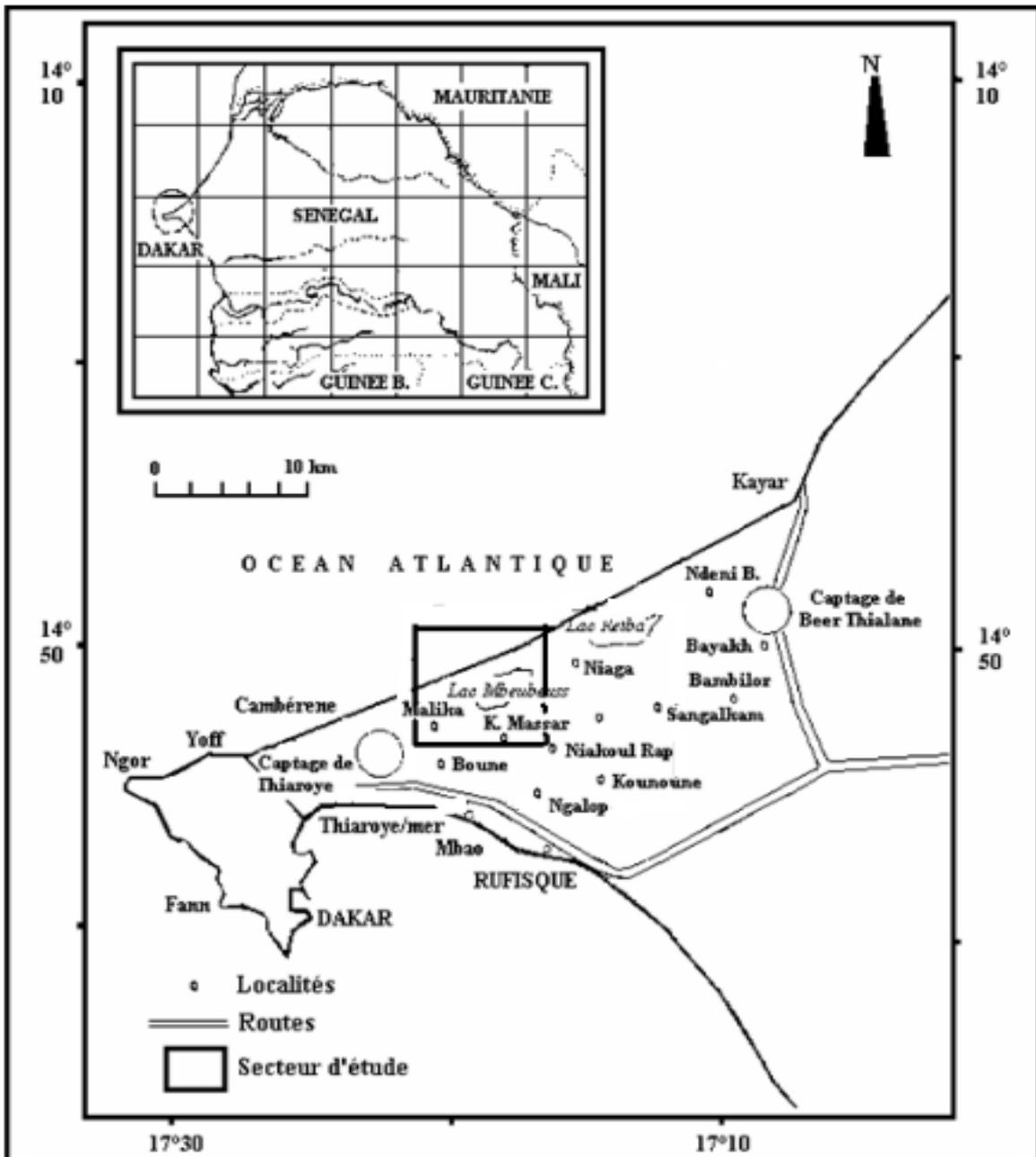


Figure 1: Localisation géographique de la zone de la décharge de Mbeubeuss [6].

Une vue de la décharge de Mbeubeuss est représentée à la **photo 1** [7].



Photo 1: Décharge de Mbeubeuss [7].

II. Les eaux souterraines.

Notre étude se focalise entièrement sur les eaux souterraines.

II.1 Définition

Les eaux souterraines se trouvent dans les pores, les fissures des roches et dans les sédiments sous la terre. Elles prennent leurs sources au niveau des précipitations, des cours d'eau et des infiltrations d'eau venant des rivières. L'eau souterraine est un réservoir naturel à long terme dans le cycle de l'eau par comparaison aux réservoirs naturels comme l'atmosphère ou l'eau de surface [6].

II.2 Origines des eaux souterraines

Les eaux souterraines prennent leurs sources dans les eaux météoriques, les eaux de surfaces et les eaux juvéniles.

II.2.1 Les eaux météoriques

Les eaux météoriques sont constituées de l'eau atmosphérique généralement sous forme de pluie. Les eaux souterraines découlent essentiellement de l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Elles pénètrent par gravité dans les pores, les microfissures et fissures des roches, en mouillant les couches les plus profondes, jusqu'à atteindre une couche imperméable. Là, elles s'accumulent, remplissant le moindre vide, saturant d'humidité le sous-sol, formant ainsi un réservoir d'eau souterraine appelée aquifère. Les nappes souterraines alimentent environ le tiers du débit total de l'ensemble des cours d'eau de la planète, soit presque 12000 km³ d'eau par an [6].

II.2.2 Les eaux de surfaces.

Elles peuvent dans certains cas alimenter les nappes aquifères. Cette alimentation présente un certain nombre d'avantages. Elle permet entre autres, de recharger les nappes souterraines avec de l'eau épurée par la filtration à travers les roches [8].

II.2.3 Les eaux juvéniles

Les eaux juvéniles découlent des magmas par un processus de refroidissement de la croûte terrestre ou bien par une perte d'eau des roches par le phénomène de métamorphisme. Néanmoins leurs rôles n'est pas déterminant dans l'alimentation des nappes souterraines [8].

III. Les paramètres pour étudier la qualité de l'eau.

III.1 Les paramètres organoleptiques de l'eau.

La couleur, l'odeur et le goût constituent les paramètres organoleptiques de l'eau. Ils n'ont pas d'incidence sanitaire par contre leur détérioration est un signe de pollution. Ils permettent au consommateur de porter un jugement succinct sur la qualité de l'eau [9].

III.1.1 La couleur

L'eau naturelle n'est pas rigoureusement incolore par comparaison à une eau distillée. Cela peut s'expliquer par la présence d'impuretés minérales comme le fer ou par la présence de matières organiques comme les acides humiques. Elle doit être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire [10].

III.1.2 L'odeur

Elle indique une pollution ou l'existence de matières organiques en décomposition. L'odeur est un paramètre utile car elle donne directement un aperçu sur la qualité de l'eau. On ne doit pas sentir une odeur dans l'eau de boisson.

L'odeur est définie, selon Rodier et col. (2009), comme l'ensemble des sensations perçues par le nez en aspirant certaines substances volatiles [11].

III.1.3 Goût

Le goût peut être défini comme étant l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche [9].

III.2 Paramètres chimiques de l'eau.

III.2.1 Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

La dureté de l'eau est un paramètre qui nous renseigne sur la minéralisation. Elle est surtout due aux ions Ca^{2+} et Mg^{2+} . La valeur de sa teneur qui est acceptable dans l'eau peut avoir une grande différence d'une communauté à une autre en fonction des conditions locales. Il n'existe pas encore une valeur guide de la dureté pour l'eau de boisson mais une teneur à peu près de 500 mg/L est acceptable [11].

III.2.2 Calcium (Ca^{2+})

Le calcium appartient à la famille des métaux alcalino-terreux. Il existe en grande quantité dans la nature surtout au niveau des roches calcaires sous forme de carbonates et dans les eaux naturelles. Par contre il existe sous forme de trace dans les eaux de pluies. Il est responsable en partie de la dureté de l'eau, le calcium dérive de la

dissolution du calcaire. Il participe dans la croissance osseuse, la minéralisation des dents et la contraction musculaire [12].

III.2.3 Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium fait partie des éléments les plus abondants dans la nature ; il représente à peu près 2,1% de la croûte terrestre. Certains de ses sels sont très solubles dans l'eau, même le carbonate peut être dissous jusqu'à 300 mg/L, à 200 °C. Sa concentration dans l'eau peut être élevée pour plusieurs raisons à savoir son abondance dans la nature, sa solubilité élevée et son intérêt dans le domaine industriel [12].

III.2.4 Sodium (Na^+)

Le sodium est très utile, on peut le trouver dans la décomposition des sels minéraux par exemple les silicates de sodium et d'aluminium, dans des formations géologiques qui contiennent du chlorure de sodium, de l'intrusion d'eau salée au niveau des aquifères et des retombées venant de la mer.

Une concentration élevée de sodium peut engendrer des maladies dangereuses pour les consommateurs qui souffrent d'hypertension artérielle, d'accidents vasculaires cérébraux, d'insuffisance rénale... [11].

III.2.5 Potassium (K^+)

Le potassium est très lié avec le sodium, raison pour laquelle il n'est pas traité comme un élément à part entière dans les analyses des eaux. Il n'est pas abondant dans la nature, ce qui atteste ses faibles teneurs par rapport au sodium dans l'eau [9].

III.2.6 Chlorures (Cl)

Les chlorures sont très abondants dans la nature, en général ils sont sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl) ; ils représentent environ 0,05% de la lithosphère. L'existence de chlorure dans les sources d'eau potable peut être provoquée par des usines de produits chimiques, par les eaux d'égouts, par l'écoulement des eaux d'irrigation, par les embruns marins et par l'intrusion d'eau de mer dans les zones côtières. Chacune de ces sources peut entraîner une contamination locale des eaux de surface et des eaux souterraines.

Des teneurs en chlorures qui dépassent 250 mg/L dans l'eau potable peuvent entraîner des corrosions du système de distribution [6].

III.2.7 Sulfates (SO_4^{2-})

La valeur limite de concentration en sulfates recommandée par l'OMS est 250 mg/L. Néanmoins, l'organisme humain est susceptible de supporter des doses plus élevées sans incidence majeure. Ils ne sont pas assimilés par l'organisme humain et leur élimination entraîne avec eux d'autres minéraux. Les eaux naturelles ont des teneurs très variables en sulfates. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé [12].

III.2.8 Ammonium (NH_4^+)

Les ions NH_4^+ constituent un résidu minéral provenant de la dégradation de la matière organique azotée du sol par un processus d'ammonification. Ils peuvent dériver par des effluents d'élevages qui les délivrent en se dégradant. Le complexe argilo-humique du sol les retient facilement grâce à leur charge positive, c'est pour cela que leurs teneurs sont faibles dans les cours d'eau et dans les nappes. Ils sont de bon indicateur de la pollution des eaux par les rejets organiques d'origine agricole, domestique et industrielle. Leurs incidences se font ressentir plus dans l'environnement que sur la santé humaine [13].

III.2.9 Nitrates (NO_3^-)

L'existence des nitrates dans l'eau peut être provoquée par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels. L'azote est un élément essentiel dans l'édification de la cellule. Dans le milieu aquatique, l'azote existe sous forme moléculaire N_2 ou ionisée (Nitrates NO_3^- , Nitrites NO_2^- et ammonium NH_4^+) ainsi que sous forme organique dissoute ou particulaire (protéine, acides aminés, urée, etc...). Ces différentes formes de l'azote sont en perpétuelle évolution. Elles passent de l'une à l'autre forme par des processus physico-

chimique et surtout biochimique. Le nitrate est une des plusieurs formes de l'azote qui existe dans l'eau, il est la forme dominante de l'azote minéral [14].

III.2.10 Nitrites (NO₂)

Les nitrites découlent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Comme les nitrates, les nitrites sont très abondants dans la nature. On les retrouve en général dans les produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux. La réduction des nitrates en nitrites par les anaérobies sulfito-réducteurs et l'oxydation bactérienne de l'ammoniac sont responsables des fortes teneurs en nitrites [14].

III.2.11 Les métaux lourds

Les sources anthropiques de métaux lourds sont : les industries de piles et batteries, les industries d'automobiles et d'aviations, les industries de textiles, les alliages, les déchets ménagers, les déchets médicaux, etc... [15].

Le mercure, le plomb et le cadmium sont des métaux lourds qui ont des propriétés physico-chimiques semblables. Ils ne présentent pas d'intérêt pour l'organisme, ils sont entièrement toxiques. Par contre, les autres métaux lourds outre l'arsenic sont importants dans le processus biologique. Les oligo-éléments tels que le fer, le cuivre, le nickel, le chrome III, l'aluminium, etc... sont essentiels à la vie pourvu qu'ils soient en faible quantités dans l'organisme. Les métaux lourds peuvent aussi provoquer une pollution de l'air, de l'eau et du sol. Ceux qui sont dans les décharges provoquent des effets cancérigènes, mutagènes, reprotoxiques, etc... [15].

III.3 Paramètres physiques de l'eau.

III.3.1 Potentiel hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre qui évalue l'acidité de l'eau en donnant la concentration des ions H⁺. Il prend des valeurs qui sont comprises entre 0 et 14 ; avec la valeur médiane 7 qui est le pH d'une solution neutre à 25°C. Une eau naturelle comporte un pH qui peut être compris entre 4 et 10 selon l'acidité ou l'alcalinité des terrains traversés. Les valeurs de pH qui sont faibles peuvent entraîner l'existence de métaux dans leur forme ionique plus toxique [16]. Le pH permet de veiller sur la corrosion et fournit des

indications sur la stabilité de l'eau. Il est en relation avec les paramètres de qualité de l'eau [3].

III.3.2 Température

Pour l'eau de boisson, la température doit être comprise entre 8 et 15°C. Il n'existe pas une valeur limite préconisée par l'OMS pour ce paramètre [10].

La température est très importante dans le changement des propriétés physico-chimiques de l'eau. Elle intervient au niveau des réactions biologiques qui se font au sein de l'eau. Elle a une grande influence sur un certain nombre de contaminants chimiques et de constituants inorganiques susceptibles d'avoir des effets sur le goût de l'eau. Une température supérieure à 15°C favorise la croissance des micro-organismes, ce qui engendre des contraintes sur les paramètres organoleptiques [11].

III.3.3 Conductivité électrique (C.E)

Indicatrice de la minéralisation, la conductivité électrique de l'eau augmente en fonction de la teneur en ions dissous et de la nature des sels dissous [17]. Elle nous donne des renseignements sur l'aptitude qu'a une solution à faire circuler le courant électrique. En général, les sels minéraux en solution conduisent bien le courant électrique. En outre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs [16].

III.3.4 Turbidité

Ce paramètre est performant dans le contrôle de qualité de l'eau. La turbidité est provoquée par l'existence des particules dans l'eau. Elle joue un rôle sur l'efficacité des procédés de traitement et désinfection de l'eau. Par contre, la turbidité n'a pas d'incidence sur la santé, mais n'empêche qu'elle doit être faible dans l'eau [11].

IV. Les normes de qualité d'une eau.

Pour l'OMS, l'eau potable est une eau dont la consommation ne compromet pas la santé. Une eau potable doit être conforme à des normes liées aux paramètres organoleptiques, physico-chimiques, microbiologiques et à des substances indésirables et toxiques. Des valeurs limites ont été définies pour chaque paramètre, elles ne doivent pas être dépassées. La potabilité d'une eau ne veut pas dire que elle ne contient pas

d'agents pathogènes, mais que leurs teneurs sont faibles pour avoir des incidences sur la santé. Les normes de qualité d'une eau potable sont différentes selon les Etats [12].

Tableau 1: Normes physico-chimiques de l'eau de boisson [3 ; 9].

Paramètre physico-chimique	Teneurs limites	Dimension
Potentiel d'Hydrogène (pH)	6,5 – 9,5	
Conductivité électrique (C.E)	180 – 1000	μS/cm
chlorures	200	mg/L
Sulfates	250	mg/L
Magnésium	50	mg/L
Sodium	150	mg/L
Potassium	12	mg/L
Calcium	270	mg/L
Nitrates	50	mg/L
Nitrites	0,2	mg/L
Ammoniaques	0,5	mg/L
Titre hydrotimétrique (TH)	10 – 30	°F
Sels totaux dissous (TDS)	1000	mg/L
turbidité	Désiré < 5	NTU
Mercure	0,001	mg/L
Fer	0,3	mg/L
Cuivre	2	mg/L
Plomb	10	mg/L

V. Les différents types de pollution de l'eau.

La pollution de l'eau peut être définie comme étant l'ensemble des nuisances qui peut affecter son utilisateur. Elle peut être d'origine physique (radioactivité, élévation de la température...), chimique (rejets agricoles, industriels et urbains) ou microbiologique

(rejets urbains, élevage...). Pour mieux évaluer la pollution, il existe des paramètres qui permettent d'estimer l'ampleur de celle-ci en fonction des caractéristiques [3].

V.1 La pollution chimique de l'eau.

La pollution chimique de l'eau peut être provoquée par une décharge de substances chimiques qui peuvent être des hydrocarbures, des détergents, des pesticides, des métaux lourds... [3].

V.2 La pollution physique de l'eau.

La pollution physique est liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau tels que la température, le pH, la conductivité, la présence des particules ou mousses et le changement de l'effet réfractaire de l'eau [18].

V.3 La pollution microbiologique de l'eau.

L'eau transporte des microorganismes, bactéries, virus et protistes. Ces derniers peuvent vivre, se développer et se reproduire au sein de l'eau. Il existe aussi beaucoup de parasites qui vivent et se développent uniquement dans l'eau. Par ailleurs, ces organismes peuvent avoir des répercussions fâcheuses sur la santé des consommateurs [9].

VI. Etude de La qualité de l'eau dans la zone de Mbeubeuss.

VI.1 Méthodes d'analyses des paramètres physico-chimiques étudiés.

A cause des variations qui peuvent affecter les échantillons d'eau pendant le transport, les paramètres comme le pH, la température, la conductivité électrique et la turbidité sont analysés in situ [3].

Le pH et la température peuvent être mesurés par un pH-mètre muni d'un thermomètre, la conductivité électrique par un conductimètre, la turbidité par un turbidimètre. La dureté est déterminée par dosage volumétrique avec EDTA disodique 0,01 M. Les ions chlorures sont dosés par la méthode volumétrique avec le nitrate d'argent AgNO_3 0,1 N. Les nitrates, les nitrites, ammonium et sulfates sont dosés par la méthode colorimétrique à l'aide d'un spectrophotomètre. Ainsi, Les nitrates sont dosés en présence de salicylate

de sodium, Les nitrites sont dosés en présence de α -naphthylamine hydrochloride et p-aminobenzène sulfonique acide, Les ions ammonium sont dosés en présence du réactif Nessler et Les ions sulfates sont dosés en présence de chlorure de baryum. Les ions sodium et potassium sont dosés par un photomètre à émission atomique [3]. Ainsi, les huit métaux lourds (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb, zinc et mercure) qui sont les plus présents dans l'eau, leurs mesures se font en général par trois techniques que sont la spectrométrie d'absorption atomique, la spectrométrie d'émission atomique et la spectrométrie de fluorescence atomique [19].



Photo 2: Prélèvement d'eau de puits pour analyse dans la zone de Mbeubeuss [20].



Photo 3: Analyse in situ d'un échantillon d'eau dans la zone de Mbeubeuss [20].

VI.2 Résultats des paramètres chimiques

Certains paramètres chimiques sont souvent très liés entre eux. Nous allons sélectionner quelques-uns parmi ceux qui présentent généralement des concentrations qui dépassent les valeurs limites établies par l'OMS [17].

Tableau 2: Résultats des paramètres chimiques de l'eau [6].

Paramètres chimiques (mg/L)	Puits de la décharge		Puits hors de la décharge		Céanes		Norme (mg/L)
	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	
chlorures	5876,76	4820,82	221,61	248,85	466,02	598,24	200
nitrate	51,60	59,90	63,07	74,98	19,48	27,28	50
sulfates	2612,80	2586,50	166,92	184,07	293,41	334,37	250
sodium	3500	3525	111,34	128,87	233,12	271,06	150
calcium	664	548,80	82,08	89,51	172,10	208,89	270
magnésium	295,06	106,13	17,42	20,51	31,25	49,59	50

❖ Discussion

VI.2.1 Chlorures (Cl⁻)

Les valeurs moyennes des concentrations en chlorures des eaux de puits qui se trouvent au niveau de la décharge sont 5876,76 mg/L et 4820 mg/L respectivement en saison sèche et humide. Pour les eaux de puits qui sont hors de la décharge, la teneur moyenne en Cl⁻ est de 221,61 mg/L en saison sèche et 248,85 mg/L en saison humide avec une moyenne de 235,25 mg/L entre les deux saisons.

Par ailleurs, dans les eaux de céanes, la concentration moyenne en Cl⁻ est de 466,02 mg/L en saison sèche et 598,24 mg/L en saison humide avec une valeur moyenne de 532,13 mg/L entre les deux saisons.

Ces données révèlent que les teneurs les plus importantes en ions chlorures ont été mesurées dans les eaux de puits qui se trouvent dans le secteur de la décharge, et dans les eaux de céanes localisées au Nord de la décharge [6].

VI.2.2 Nitrates (NO₃⁻)

Les teneurs moyennes en nitrates qui ont été mesurées dans les eaux de puits situés dans la zone de la décharge sont 51,60 mg/L et 59,90 mg/L respectivement en saison sèche et humide. Celles mesurées hors de la décharge sont 63,07 mg/L et 74,98 mg/L respectivement en saison sèche et humide.

Dans les eaux de céanes, les concentrations moyennes en nitrates ont été 19,48 mg/L en saison sèche et 27,28 mg/L en saison humide.

Ces résultats montrent que les teneurs en NO₃⁻ enregistrées sont plus importantes dans les eaux de puits qui se situent hors de la décharge. Par contre, les valeurs les plus faibles ont été mesurées dans les eaux de céanes [6].

VI.2.3 Sulfates (SO₄²⁻)

Les valeurs moyennes des concentrations en sulfates qui ont été obtenues dans le secteur de la décharge sont 2612,80 mg/L et 2586,50 mg/L respectivement en saison sèche et humide avec une moyenne de 2599,65 mg/L entre les deux saisons. Celles obtenues hors de la décharge sont 166,92 mg/L et 184,07 mg/L respectivement en saison sèche et humide.

Pour les eaux de céanes, la teneur moyenne en SO_4^{2-} est de 293,41 mg/L en saison sèche et 334,37 mg/L en saison humide.

VI.2.4 Ammonium (NH_4^+)

En ce qui concerne l'ammonium, 81% des puits respectent les normes recommandées par l'OMS. Et aussi il y'a pas une différence significative des concentrations entre les deux saisons [17].

VI.2.5 Sodium (Na^+)

Dans le secteur de la décharge de Mbeubeuss, les teneurs moyennes en ions sodium enregistrées sont 3500 mg/L et 3525 mg/L respectivement en saison sèche et humide avec une valeur moyenne de 3512,50 mg/L entre les deux saisons. Cependant, dans les eaux de puits se trouvant hors de la décharge la teneur moyenne en Na^+ est 111,34 mg/L en saison sèche et 128,87 mg/L en saison humide avec une moyenne de 120,10 mg/L.

Pour les eaux de céanes, la concentration moyenne en ion Na^+ est 233,12 mg/L en période de saison sèche et 271,06 mg/L en période de saison humide avec la moyenne de 252,09 mg/L.

Les teneurs les plus élevées en sodium sont obtenues dans le secteur de la décharge. Dans les eaux de céanes qui se trouvent au Nord de la décharge on note aussi des teneurs excessives en ions sodium Na^+ [6].

VI.2.6 Calcium (Ca^{2+})

Pour les ions Ca^{2+} , les résultats qui ont été trouvés dans les eaux de puits qui situent dans le secteur de la décharge sont 664 mg/L et 548,80 mg/L respectivement en saison sèche et humide. Par contre, celles qui se trouvent hors de la décharge ont des teneurs

moyennes de 82,08 mg/L en saison sèche et de 89,51 mg/L en saison humide avec une valeur moyenne de 85,79 mg/L entre les deux saisons.

Pour les eaux de céanes, les teneurs moyennes en ions Ca^{2+} sont 172,10 mg/L en saison sèche et 208,89 mg/L en saison humide avec une valeur moyenne de 190,50 mg/L entre les deux saisons.

Les valeurs obtenues montrent que les concentrations en ion Ca^{2+} les plus élevées ont été trouvées dans les eaux de puits qui se situent au niveau de la décharge. En ce qui concerne les eaux de puits qui se situent hors de la décharge, celles qui sont au Nord ont des teneurs en Ca^{2+} plus élevées que celles des eaux de puits se trouvant au Sud. Pour les eaux de céanes, celles qui sont au Sud de la décharge ont des teneurs plus importantes en Ca^{2+} [6].

VI.2.7 Magnésium

En ce qui concerne le magnésium, les teneurs moyennes obtenues pour les eaux de puits qui se situent au niveau de la décharge donnent 295,06 mg/L en période de saison sèche et 106,13 mg/L en période de saison humide. En dehors de la décharge, les concentrations moyennes en Mg^{2+} sont 17,42 mg/L et 20,51 mg/L respectivement en saison sèche et humide avec la moyenne de 18,96 mg/L entre les deux saisons.

Pour les eaux de céanes, les concentrations moyennes en ions Mg^{2+} sont 31,25 mg/L en saison sèche et 49,59 mg/L en saison humide avec une de moyenne 35,42 mg/L entre les deux saisons.

D'après ces données, on note des fortes teneurs en ion magnésium au niveau de la décharge et dans certaines des eaux de céanes [6].

VI.2.8 Les métaux lourds

Environ 75% des puits ont aussi des teneurs élevées soit en plomb, soit en cadmium. La pollution de l'eau par ces deux métaux expose les consommateurs à des risques sanitaires. D'une manière générale, les teneurs sont plus importantes en saison humide qu'en saison sèche pour le plomb alors que c'est l'inverse pour le chrome. Pour le cadmium, la tendance n'est pas nette [17].

VI.3 Résultats des paramètres physiques

Tableau 3: Résultats des paramètres physiques de l'eau [6].

Paramètres physiques	Puits de la décharge		Puits hors de la décharge		Céanes		Norme (OMS)
	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche	Saison humide	
pH	7,15	7,37	6,29	6,40	6,90	7,16	6,5-9,5
Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	19685	18555	1319,18	1294,85	3051,66	2629,24	100 - 1000
Température ($^{\circ}\text{C}$)	28,50	26,10	25,60	28,34	31,58	24,40	

❖ Discussion

VI.3.1 Le pH des eaux

Les valeurs moyennes enregistrées de pH des eaux prélevées dans les puits qui se trouvent au niveau de la décharge sont 7,15 en saison sèche et 7,37 en saison humide avec une moyenne de 7,26 entre les deux saisons. Pour les eaux des secteurs se trouvant hors de la décharge, les valeurs moyennes de pH obtenues sont 6,29 et 6,405 respectivement en saison sèche et en saison humide avec une moyenne de 6,34 pour les deux saisons.

Les prélèvements qui ont été faites dans les eaux de céanes donnent des valeurs moyennes de pH de 6,905 en saison sèche et de 7,16 en saison humide avec une de moyenne 7,03 pour les deux saisons.

Vu les résultats globaux qui sont obtenus, la majeure partie des eaux sont acides. Les valeurs plus élevées de pH sont obtenues au niveau des eaux de céanes [6].

VI.3.2 La conductivité électrique (C.E)

Au niveau de la décharge, les valeurs moyennes de conductivité électrique des eaux de puits qui ont été enregistrées sont 19685 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 18555 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivement en saison sèche et humide avec comme valeur moyenne 19120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les deux saisons. En dehors de la décharge plus précisément au Nord et au Sud, les valeurs moyennes de conductivité électrique sont 1319,18 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en saison sèche et 1294,85 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en saison humide avec une valeur moyenne de 1367,02 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les deux saisons.

En ce qui concerne les eaux de céanes, ce paramètre a une moyenne de 3051,66 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en saison sèche et une moyenne de 2629,24 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en saison humide avec la moyenne de 2448,45 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les deux saisons.

D'après ces valeurs qui sont obtenues, la conductivité est plus élevée au niveau des eaux de puits qui se trouvent dans le secteur de la décharge. On note aussi des valeurs élevées de conductivité dans les eaux de céanes [6].

VI.3.3 La température

Dans le secteur de la décharge les valeurs moyennes de températures des eaux de puits obtenues sont 28,50 °C et 26,10 °C respectivement en saison sèche et humide avec une moyenne de 27,30 °C. Celles trouvées dans les puits qui se trouvent hors de la décharge sont 25,60 °C en saison humide et 28,34 °C en saison sèche avec une valeur moyenne de 27,80 °C pour les deux saisons.

Par ailleurs, dans les eaux de céanes les valeurs moyennes de températures sont 31,58 °C pendant la saison sèche et 24,40 °C pendant la saison humide avec la moyenne de 27,99 °C pour les deux saisons.

En effet, nous constatons que les valeurs de température sont plus élevées en saison sèche qu'en saison humide [6].

VII. Impacts de la qualité de l'eau sur l'élevage, le maraîchage et la santé humaine.

VII.1 L'élevage

Les élevages de porcs et de volailles sont dominants dans le secteur de Mbeubeuss [21].

VII.1.1 Chez les porcs

Une détérioration de la qualité physico-chimique de l'eau provoque chez les porcs des intoxications aiguës (cas des nitrites) et chroniques (pathologies digestives endémiques chez les porcelets sevrés liées à une présence excessive de sulfate). Un excès de nitrite et de nitrate provoque aussi un retard ou arrêt de la croissance, une diminution de la fertilité et même la mort. Une eau polluée par les microorganismes entraîne des diarrhées et favorise l'émergence d'affections variées comme le botulisme et la salmonellose [5].

VII.1.2 Chez les volailles

Au niveau de l'élevage avicole, l'eau est utilisée dans chaque étape de la production. Elle permet d'abreuver les animaux, l'injection de médicaments et vaccins, le nettoyage et la désinfection. Cette large utilisation de l'eau, permet de comprendre facilement que toute altération de sa qualité, impacte négativement la santé et les performances des animaux [22].

Ainsi, une forte salinité dans l'eau d'abreuvement, provoque chez les volailles des effets toxiques qui se traduisent par une réduction de croissance, un affaiblissement, des troubles physiologiques et même par la mort. Des ions comme le cadmium à des concentrations faibles sont essentiels dans la croissance, mais à des fortes teneurs, ils peuvent provoquer des carences de phosphore et à la formation des calculs. Les sulfates causent une baisse de production et des carences en zinc, cuivre, fer ou manganèse. On note aussi des troubles chroniques, qui se traduisent par un ralentissement de croissance, des troubles digestifs et chute de ponte dans les élevages où l'eau contenait des teneurs élevées en nitrates [22].

Les échantillons de poulets de chair analysés ne contiennent pas des traces de plomb ni de cadmium. Par ailleurs, plus de la moitié (54,1%) d'entre eux ont au moins des traces

de mercure, mais seulement 20,1% des poulets de chair comportent des teneurs qui dépassent la valeur limite. Plus la distance par rapport à la décharge est faible, plus la contamination au mercure est forte, particulièrement pour le poulet de chair [17].

VII.2 Le maraîchage.

La zone de Mbeubeuss assure actuellement 80% de la production horticole du Sénégal.

Les espèces cultivées dépendent des facteurs anthropiques et physiques liés à l'environnement qui a subi des changements, sur la qualité des sols, ou celle de l'eau utilisée pour le maraîchage. Cette situation impose aux producteurs de choisir des espèces plus résistantes [17]. Les besoins en eau pour le maraîchage, sont assurés par les céanes et les puits. La détérioration des eaux servant à l'irrigation est causée par la présence de la décharge. Cette mauvaise qualité de l'eau pour l'irrigation impacte sur le choix des espèces cultivées. Avec une fréquence des attaques sur les plants, les maraîchers de la zone de Mbeubeuss délaissent, de plus en plus, les semis et les moins résistants (courgettes, concombre, etc...) au profit des espèces plus résistantes (navet chinois, tomate, laitue, etc...) [21]. En effet les espèces comme la courgette, le poivron, et le concombre ne peuvent plus se développer dans certains secteurs de la zone de Mbeubeuss [17].

VII.3 La santé humaine.

Les maladies hydriques constituent une préoccupation importante de l'humanité. Cependant, les mesures de traitement pour les eaux de boisson sont essentielles pour le bien-être des consommateurs [23].

La décharge représente un risque potentiel pour la santé. En effet, des produits chimiques migrent hors du site entraînant une pollution des eaux. Les populations vivant près de la décharge peuvent alors subir une contagion par l'eau qu'elles boivent, par les produits des animaux qui sont abreuvés par cette eau, par des produits de maraîchage arrosés avec ce liquide impropre... [5].

Les impacts des eaux polluées sur la santé humaine peuvent être des perturbations endocriniennes, dépressions des réponses immunitaires (ce qui favorise l'incidence d'infections bactériennes, virales et parasitaires), effets neurotoxiques, atteintes cutanées, effets sur la reproduction (malformations congénitales, un petit poids à la

naissance, retard de croissance intra-utérin et des anomalies chromosomiques), effets cancérogènes (lymphomes, myélomes, sarcomes des tissus mous, tumeurs des poumons et du foie)... [5].

La présence de mercure dans la viande des poulets de chair est une véritable menace pour la santé humaine. En effet, l'intoxication chronique au mercure est source de plusieurs troubles qui peuvent se traduire par une simple fatigue, d'une faiblesse, d'une insomnie ou d'une perte d'appétit. L'intoxication mercurielle a aussi des incidences sur le système nerveux par des tremblements des extrémités, des troubles de la coordination, traduisant une atteinte du cervelet. A cela, s'ajoutent des troubles de la vue, de l'audition, également des troubles cognitifs (trouble du langage, perte de mémoire, hallucinations, délire, etc...) et des troubles psychiatriques comme l'instabilité de l'humeur (éréthisme mercuriel). Le mercure est aussi toxique pour le fœtus avec les effets tératogènes de type malformation [17].

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'eau est indispensable à la vie des êtres vivants, nous devons donc protéger nos sources d'eau de toutes sortes de pollutions.

Le problème de la qualité de l'eau dans la zone de Mbeubeuss est principalement lié à la présence de la décharge. Cette pollution de l'eau a des impacts négatifs notamment dans le domaine de l'élevage, du maraîchage et surtout dans la santé des populations riveraines de la décharge.

Ainsi, pour les paramètres physico-chimiques qui sont étudiés dans ce mémoire, les puits qui se trouvent au niveau de la décharge dépassent les limites préconisées par l'OMS pour tous ces paramètres sauf pour le paramètre pH. Par contre, pour les puits analysés qui se situent hors de la décharge la plupart ne sont pas conformes aux normes des paramètres retenus par l'OMS. En ce qui concerne les eaux de céanes analysés, la plupart ne respectent pas les normes édictées par l'OMS eu égard aux paramètres physico-chimiques étudiés. Ces résultats nous ont permis de constater une forte pollution de l'eau dans ladite zone.

Dans la présente étude, nous constatons que les eaux les plus proches de la décharge sont plus contaminées. En effet, la distance par rapport à la décharge est très importante pour les études de la qualité de l'eau dans ce secteur.

Pour résoudre ce problème de pollution de l'eau dans cette zone de Mbeubeuss, nous recommandons :

- une mise en place des systèmes de traitement des eaux ;
- Une réforme de la gestion des déchets dans la capitale ;
- Une modernisation de la décharge par exemple sa sécurisation, sa clôture, etc...
- La fermeture de la décharge et l'aménagement d'un nouveau site éloigné des habitations.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Cyriaque Dégbey, Michel Makoutode, Edgard-Marius Ouendo, Benjamin Fayomi, Christophe De Brouwer, Environnement, Risques & Santé, La qualité de l'eau de puits dans la commune de d'Abomey-Calavi au Bénin, vol.7, n°4, **(2008)**, p280
- [2] Mame Yacine Mbodj, Mémoire de master, Perception de la qualité de l'eau de boisson à Widou Thiengoly (Nord du Sénégal), Université Cheikh Anta Diop de Dakar, **(2017)**, p6
- [3] Mr.Birahim Ould Ahmed Ould DICK, Mémoire pour l'obtention du diplôme des études Approfondies(DEA), Etude physico-chimique de la qualité de l'eau d'Aleg en Mauritanie, **(2012)**, p12-15-18-19
- [4] Cheikh Mouhamadou Fadel Gaye, Mémoire de Master, Le recyclage des déchets ménagers et assimilés dans la décharge de Mbeubeuss, Sénégal, **(2014)**, p28
- [5] Gérôme Sambou, Thèse pour obtenir le grade de Docteur en médecine vétérinaire, Analyse des impacts de la décharge de Mbeubeuss(Dakar) sur les élevages porcins environnants, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, **(2008)**, p22-42-47-50
- [6] Ahmadou Dieye, Thèse pour obtenir le grade de Docteur en Pharmacie, Impact de la décharge de Mbeubeuss sur la qualité des eaux à Malika et ses environs, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, **(2009)**, p16-38-55-58-61-63-67-71
- [7] Gérome Sambou, Les éleveurs de porcs recycleurs de déchets organiques à Mbeubeuss : entre désespoir et quête d'une vie meilleure, **(2010)**, p6
- [8] Abdou Diop, Thèse d'état Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Etude de la qualité de l'eau dans le district rural de Khombole, **(1995)**, p8
- [9] Moussa Moudi Diallo, Mémoire pour l'obtention du D.E.A Chimie et Biochimie des produits naturels, Etude de la pollution secondaire de l'eau de boisson distribuée par charrettes à Nouakchoott, Mauritanie, **(2007)**, p13-14-16-20-22

- [10] Alpha Sidiki Maiga, Thèse pour obtenir le grade de docteur en pharmacie, faculté de médecine de pharmacie et d'odonto-stomatologie, Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : Evaluation saisonnière, Mali, **(2005)**, p20
- [11] Orelie Frantzy, Master de spécialisation en sciences et gestion de l'environnement dans les pays en développement, Etude de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine dans le sous-bassin versant de ravine diable (Anse-a-Veau), Belgique, **(2017)**, p10-12
- [12] Monsieur Mamadou Thomas Ngom, Mémoire de Master, Etude des ouvrages hydrauliques et de la qualité de l'eau dans la communauté rurale de Ndiagianao, Sénégal, **(2013)**, p11-66,
- [13] Romuald Brice Babou Kammoé, Thèse de doctorat en sols et environnement université LAVAL, Elimination des ions ammonium de solutions aqueuses par la silice mésoporeuse (SBA-15) fonctionnalisée avec des groupements organiques acides, Canada, **(2014)**, p7-8
- [14]-Belghiti. M. L, Chahlaoui. A, Bengoumi. D, EL Moustaine R, Larhyss journal, Département de Biologie, faculté des sciences, Université Moulay Ismail, Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknès(Maroc), Maroc, **(2013)**, p28-29
- [15] Ndeye Tegue Diallo, Thèse pour obtenir le grade de docteur en médecine, faculté de médecine de pharmacie et d'odonto-stomatologie, Université Cheikh Anta Diop Dakar, Prévalence des problèmes de santé reproductive des femmes dans la zone de la décharge de Mbeubeuss au Sénégal, **(2009)**, p52
- [16] Observatoire des données de l'environnement, Qualité physico-chimique et chimique des eaux des eaux de surface : cadre général. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement, Belgique, **(2005)**, p1
- [17] Oumar Cissé, Les décharges d'ordures en Afrique Mbeubeuss à Dakar au Sénégal, Karthala, **(2012)**, p43-44-45-48-50-212-213

- [18] Moussa Haidar Chaden, Thèse en Géosciences de l'université de Lorraine, Evaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la rivière du LITANI, LIBAN : Approche hydrogéochimique, France, **(2014)**, p58
- [19] Nicolas ALSAC, Dosage des métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn et Hg) dans les sols par ICP-MS, vol. XIX, n°1, **(2007)**, p38
- [20] Deuxième rapport semestriel, Décharge de Mbeubeuss : Analyse des impacts et amélioration des conditions de vie des populations de Diamalaye à Malika dans la banlieue de Dakar, **(2007)**, p17
- [21] Rapport final d'activités Projet PURE Dakar ville Ciblée,. Villes ciblées- Décharge de Mbeubeuss : Analyse des impacts et amélioration des conditions de vie et de l'environnement à Diamalaye (Malika), Dakar, CRDI-IAGU-2006-2010, p20-21
- [22] Malick Mbodji, Thèse de Docteur en médecine vétérinaire faculté de médecine, pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Impact de la décharge de Mbeubeuss sur la santé la productivité des élevages avicoles riverains dans la commune d'arrondissement de Malika, Sénégal, **(2008)**, p26-27
- [23] Organisation Mondiale de la Santé, Directives de qualité pour l'eau de boisson, Troisième édition, Genève, **(2004)**, p1