

Projet de fin d'étude
2010-2011

Licence des sciences et techniques
(BHSA)

**Les analyses physico-chimiques Et bactériologiques de
la source Ain Chkef Et fourrage Rass El Maa**

Présenté par :

-BENTABET Loubna

Encadré par

-Mr.DERRAZ Khalid (FST)

- M^{me}

Soutenu Le 16 juin 2011 devant le jury composé de :

- M^{me}

- M^{me} FADIL Fatima

-Mr.DERRAZ Khalid

Stage effectué à : la RADEEF

Sommaire

Introduction.....	2
Présentation de la RADEEF.....	3
1.Aperçu général.....	4
2. Aperçu sur le laboratoire.....	4
Bibliographie.....	5
1. L'eau.....	6
2. La pollution de l'eau.....	6
2.1. La pollution d'origine domestique.....	6
2.2. La pollution d'origine industrielle.....	7
2.3. La pollution d'origine agricole.....	7
2.4.La pollution par les décharges publiques.....	7
3.Les maladies hydriques	7
3.1 Le Choléra.....	8
3.2 La dracunculose	8
3.3Le virus du Nil Occidental	8
3.4 La bilharziose.....	9
3.5 L'onchocercose	9
3.6 Le paludisme ou malaria.....	10
3.7 La diarrhée.....	10
3.8 Les hépatites	11
3.9 La malnutrition.....	11
3.10 Fièvres entériques typhoïde et paratyphoïde.....	11
4.L'EAU POTABLE.....	12
5.Types d'analyses.....	13
4.1. L'analyse courante.....	13
5.2. L'analyse de surveillance.....	13
5.1 L'analyse complète	14
Materiel et méthode.....	15
1-Echantillonnage.....	16
1.1 Lieu.....	16

1.2 Matériau de flaconnage.....	16
1.3 Mode de prélèvement.....	16
1.4 Conservation de l'échantillon.....	17
2-les analyses physiques.....	18
2.1Température.....	18
2.2Conductivité.....	18
2.3 Turbidité.....	19
3-Les analyses chimiques.....	19
3.1 pH	19
3.2Dosages des chlorures par la méthode de Mohr.....	19
3.3Dosage du THT ou titre hydrotimétrique	20
3.4Titre alcalimétrique complet (T.A.C.)	20
3.5.Dosages des sulfates par la méthode néphélométrique.....	20
3.6.Dosage d'ammonium	21
3.7.L'oxygène dissous	21
3.8.Dosage des orthophosphates.....	21
3.9.Dosage des nitrates.....	21
4.Les analyses bactériologiques.....	22
4.1.Les milieux utilisés.....	22
4.2.Méthode de la membrane filtrante	22
4.3.Recherche des germes totaux	23
4.4.Recherche des coliformes.....	23
4.5.Recherche des streptocoques	24
Resultats et discussions.....	25
Analyses physiques.....	26
Analyses chimiques.....	28
Analyses bactériologiques.....	33
conclusion.....	35

Introduction

Les diverses théories scientifiques de l'évolution s'accordent à démontrer que l'eau est l'élément dans lequel la vie est apparue sur Terre. A l'origine, de simples organismes unicellulaires, puis pluricellulaires, des végétaux, des animaux invertébrés et finalement des vertébrés se sont développés dans les océans. Ce n'est qu'il y a environ 600 millions d'années que la vie a quitté le monde aquatique pour s'installer sur la terre ferme. Chez les mammifères, la gestation se déroule dans le liquide amniotique. Or ce liquide est fort similaire au milieu marin, signe d'un héritage lointain de l'origine de la vie.

Bien avant que les scientifiques ne développent leurs théories sur l'évolution, la mythologie, les religions et nombre de penseurs établirent des liens entre la vie et l'eau. L'importance de cette substance depuis la nuit des temps, a contribué à en faire un élément fortement symbolique.

Mais au cours de ces dernières décennies, nous observons une dégradation des ressources en eau de façon rapide et dangereuse .elles sont contaminées par différents types des polluants.

Au niveau de la ville de Fès, les rejets inconsidérés de déchets, nuisent à la qualité de l'eau ; ce qui rend l'eau impropre à la consommation, et par suite présente des dangers pour la santé humaine et la vie aquatique.

L'eau consommée à Fès a deux origines :

- *les forages : l'eau potable de Fès est une eau souterraine à hauteur de 75%.
- *Le reste provient des eaux superficielles ou de barrage de oued Sebou.

Bien traité par l'ONEP .l'eau de surface passe par différentes phases de traitements (dessablage, filtration, stérilisation, stockage et distribution).

Ces eaux sont traitées sur le site de pompage et sont ensuite acheminées dans des conduits jusqu'aux réservoirs de stockage de la RADEEF.

Vu l'importance de cette substance vitale, je me suis consacré le long de mon projet de stage de fin d'études effectué au laboratoire d'analyses et de contrôle de la qualité de l'eau de la RADEEF, à effectuer des analyses physico chimique (sur l'eau de Ain Chkef et de Rass el Maa) pour s'assurer de la potabilité de ces derniers.

Présentation de la RADEEF

1. Aperçu général

La RADEEF est l'abréviation de « la régie autonome de distribution d'électricité à Fès », émanation des collectivités locales au services du client, est un établissement public à caractère industriel et commercial, doué de l'autonomie financière et de personnalité civil. Créée par délibération du conseil municipal de la ville de Fès le 30 avril 1969, la régie a succédé à la compagnie Fassiè d'électricité (CFE) qui assurait la gérance du réseau électrique de Fès

Avec un chiffre d'affaire de 965 579. 342 DH en 2006, elle assure à une population de 1 100000 habitants, la distribution de l'eau potable, de l'électricité et la gestion de l'assainissement liquide.

Elle gère 225 750 clients en eau potable à Fès, Sefrou, Bhalil... 196 857 clients en électricité.

2. Aperçu sur le laboratoire

La RADEEF dispose d'un laboratoire à haute performance qui fut créé en 1976 dont le siège était installé au centre ville ,mais pour des raisons d'extension ,ce service a été déplacé près du réservoir sud.

Ce laboratoire prend à sa charge plusieurs missions, parmi lesquelles on note :

Le contrôle du chlore résiduel sur l'ensemble du réseau.

Le prélèvement quotidien des échantillons destinés à des analyses physico-chimiques et bactériologiques.

Le contrôle des opérations de nettoyage des réservoirs est en fait effectué par les services d'exploitation du réseau.

La désinfection de tous les conduits nouvellement installés afin de garantir une bonne hygiène et respecter les normes internationales en ce sens.

Bibliographie

1. L'eau

L'eau (que l'on peut aussi appeler oxyde de dihydrogène, hydroxyde d'hydrogène ou acide hydroxyque) est un composé chimique simple, mais avec des propriétés complexes à cause de sa polarisation. Sa formule chimique est H_2O , c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène entre deux atomes d'hydrogène, disposés en V très ouvert.

L'eau lourde est un composé formé d'un atome d'oxygène et de deux atomes de deutérium, qui est un isotope de l'hydrogène est un isotope naturel de l'hydrogène. Il possède 1 proton et 1 neutron.

L'eau se trouve presque partout sur la Terre et est un composé essentiel pour tous les organismes vivants connus.

Le corps humain est composé à 65 % d'eau pour un adulte, à 75 % chez les nourrissons et à 94 % chez les embryons de 3 jours. Les animaux sont composés en moyenne de 60% d'eau et les végétaux à 75%. On retrouve néanmoins des extrêmes : la méduse (98%) et la graine (10%).

Près de 70 % de la surface de la Terre est recouverte d'eau (97 % d'eau salée et 3 % d'eau douce dans différents réservoirs), essentiellement sous forme d'océans mais l'eau est aussi présente sous forme gazeuse (vapeur d'eau), liquide et solide.

À pression ambiante (environ un bar), l'eau est gazeuse au-dessus de 100°C, solide en dessous de 0°C, et liquide dans les conditions normales de température et de pression.

2. La pollution de l'eau

En tant que composé essentiel à la vie, l'eau a une grande importance dans l'histoire de l'homme, mais malheureusement, la pureté de l'eau est quelque chose de presque impossible à la lumière des nombreux polluants.

la pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles et/ou les eaux souterraines.

2.1. La pollution d'origine domestique

La dégradation de la qualité de l'eau par les rejets d'eau usée domestique et industrielle est le résultat du grand retard constaté en matière d'assainissement et d'épuration des rejets. Le taux

de raccordement au réseau d'assainissement varie de 0% pour les petits centres ruraux à 70% dans les grandes villes.

2.2. La pollution d'origine industrielle

Le secteur industriel est très diversifié dans le bassin du Sebou. Les principales branches industrielles sont : l'agroalimentaire (sucrieries, huileries, laiteries, conserveries,...), les papeteries, les tanneries, le textile, le raffinage de pétrole, la levurerie, la production d'alcool,... L'activité industrielle est concentrée dans les grandes villes telles que Fès et Kénitra.

2.3. La pollution d'origine agricole

Disposant d'une importante superficie agricole utile, le bassin du Sebou est parmi les régions agricoles les plus importantes du pays. Il connaît ainsi une intensification agricole par le recours à l'irrigation et à l'utilisation des engrais et des produits phytosanitaires. Il en résulte l'infiltration dans les eaux souterraines des produits agrochimiques.

2.4. La pollution par les décharges publiques

Les décharges publiques non contrôlées constituent une source de pollution non négligeable. A l'exception des villes de Fès et Tiflet qui disposent de décharges publiques bien aménagées, la majorité des autres villes sont au stade des études de recherche et d'aménagement de nouveaux sites.

3. Les maladies hydriques :

Les maladies hydriques sont toutes les maladies causées par la consommation d'eau contaminée par des fèces animales ou humaines, qui contiennent des microorganismes pathogènes ou qui sont liées au cycle de l'eau.

3.1 Le Choléra

Véhiculé par l'eau, le vibrion cholérique est responsable d'épidémies redoutables. Le choléra touche actuellement tous les continents, mais il atteint plus sévèrement les pays où l'hygiène publique laisse à désirer. C'est évidemment dans les pays du Tiers-Monde que cette maladie fait le plus de victimes. Les conflits et les mouvements de masse des réfugiés favorisent les épidémies. Le vibrion cholérique est en effet une bactérie très mobile dont l'homme est le principal réservoir. La maladie résulte de l'absorption par la bouche d'eau ou d'aliments contaminés. L'incubation va de quelques heures à 5 jours et la toxine sécrétée dans l'intestin par le vibrion provoque de violentes diarrhées aqueuses caractéristiques de la maladie et des vomissements sans augmentation de la température du corps.

3.2 La dracunculose

La dracunculose ou maladie du ver de Guinée est une infection causée par le parasite *Dracunculus medinensis*. Les vers *Dracunculus* femelles adultes émergent annuellement de la peau des personnes infectées. Les personnes ayant des vers peuvent entrer en contact avec des sources d'eau potable et inconsciemment permettre au ver de relâcher ses larves dans l'eau. Ces larves sont ingérées par les copépodes des eaux douces où elles se développent en étape contagieuse en 10-14 jours. Les personnes deviennent infectées en buvant de l'eau contenant les larves de *Dracunculus medinensis*.

3.3 Le virus du Nil Occidental

Le V.N.O. est transmis par les piqûres de moustiques infectés (50 espèces à travers le monde). Le V.N.O. est sensible à la lumière du soleil et à la sécheresse. Il ne survit pas longtemps dans l'environnement, ni sur la peau d'une personne qui se lave avec du savon et de l'eau. Le virus

se multiplie dans les tissus des oiseaux infectés et circule dans le sang. Il peut ainsi être transmis aux moustiques qui se nourrissent du sang de ces oiseaux. Le V.N.O. peut provoquer une maladie bénigne chez les humains avec des symptômes tels que la fièvre, des douleurs frontales et musculaires, une enflure des ganglions lymphatiques et des irritations cutanées. La maladie est habituellement plus grave chez les personnes âgées et celles qui souffrent déjà d'une maladie grave. La période d'incubation est d'environ 5 à 15 jours chez les humains. Ainsi on doit éviter de rester à l'extérieur pendant les périodes d'activité intense des moustiques, comme au lever du soleil et au crépuscule, éviter les régions infectées, faire disparaître toute eau stagnante.

3.4 La bilharziose

C'est une maladie parasitaire due à des vers « les bilharzies » ou « schistosomes » dont il existe 5 espèces susceptibles de parasiter l'homme. Le cycle parasitaire fait intervenir un hôte intermédiaire, mollusque vivant des eaux douces, qui permet la maturation des larves de schistosomes et leur libération dans le milieu aquatique. L'homme s'infeste par simple contact avec les eaux douces (lacs, rivières, mares, fleuves) car le parasite peut à ce stade traverser la peau saine. Après un cycle complexe dans l'organisme, les vers adultes se développent chez l'homme dans le système circulatoire. La pathologie clinique est liée à la ponte des œufs qui migrent à travers les parois digestives, vésicales, génito-urinaires ou s'embolisent dans le foie, plus rarement dans les vaisseaux pulmonaires.

3.5 L'onchocercose

L'onchocercose ou cécité des rivières est une maladie parasitaire transmise par la piqûre d'une mouche « la simulie ». L'onchocercose entraîne de sérieuses lésions cutanées et dans sa phase finale une cécité irréversible. Plus de 15 millions de personnes sont actuellement atteintes par la maladie dont une grande majorité en Afrique sub-saharienne. L'onchocercose représente la 2ème cause de cécité d'origine infectieuse dans le monde après la conjonctivite granuleuse. Cette maladie est endémique dans 30 pays d'Afrique et 6 pays d'Amérique. Environ 120 millions de personnes sont exposées au risque d'onchocercose.

3.6 Le paludisme ou malaria

Une contamination de la mère à l'enfant par voie transplacentaire est possible.

En France, la très grande majorité des cas de paludisme observés est contractée lors d'un voyage effectué sans mesure de prophylaxie ou avec une prophylaxie inadaptée. Nombre de cas sont liés à des retours aux pays d'Africains expatriés en France depuis des années, qui se croient encore protégés et négligent les mesures de prophylaxie en revenant chez eux en vacances.

Toutefois, une prophylaxie parfaite est de plus en plus difficile à mettre en place du fait du développement des clones de Plasmodium résistant aux différentes molécules médicamenteuses utilisées, notamment à la chloroquine.

3.7 La diarrhée

La diarrhée est une excrétion fréquente de fèces aqueuses par les intestins, contenant parfois du sang et des mucus.

Une diarrhée due à une infection peut durer quelques jours, ou plusieurs semaines, en tant que diarrhée persistante. Une diarrhée persistante peut avoir comme conséquence une déshydratation sévère. Il est ainsi nécessaire de remplacer le fluide perdu par le corps. Une diarrhée grave peut menacer la survie de l'individu à cause des pertes de fluide, particulièrement chez les enfants et les nourrissons, les personnes malnutries et les personnes ayant un système immunitaire déséquilibré.

La diarrhée est un concomitant de nombreuses maladies infectieuses, spécialement la fièvre typhoïde, la dysenterie amibienne ou bacillaire, et le choléra.

La diarrhée est un symptôme d'infection par des bactéries, des virus et des organismes parasitiques dont la plupart proviennent d'une eau contaminée.

C'est une occurrence rare pour la plupart des personnes vivant dans des pays développés où l'assainissement est adéquat, l'accès à l'eau est sûr et l'hygiène individuelle et domestique est relativement bonne. La diarrhée due à une infection est répandue à travers les pays en développement.

3.8 Les hépatites

En médecine, l'hépatite est n'importe quelle maladie comportant une inflammation du foie.

Deux des virus qui entraînent l'hépatite (hépatites A et E) peuvent être transmis par l'eau, la nourriture et de personne à personne. L'hygiène est ainsi importante pour leur contrôle.

La maladie commence avec une forte fièvre, une faiblesse du corps, une perte d'appétit, une nausée et un malaise abdominal, suivis par un ictère en quelques jours.

La maladie peut être "douce" (durant 1 à 2 semaines) à sévère (durant plusieurs mois).

Les hépatites A et E sont trouvées partout dans le monde. L'hépatite A est particulièrement fréquente dans les pays aux faibles conditions d'hygiène et d'assainissement (en Afrique, Asie, Amérique Centrale et Amérique du Sud). Les pays avec une économie en transition et certaines régions des pays industrialisés où les conditions sanitaires ne sont pas aux normes, sont aussi affectés (Sud et Est de l'Europe et certains secteurs du Moyen-Orient).

3.9 La malnutrition

La malnutrition est un terme général pour désigner la condition médicale, d'une personne ou d'un animal, engendrée par un régime non équilibré (pas assez ou trop de nourriture) ou un régime manquant d'un ou plusieurs nutriments importants.

Cliniquement, la malnutrition est caractérisée par une prise inadéquate ou excessive en protéines, d'énergie et de micronutriments tels que les vitamines, et des infections et des désordres fréquents en résultent.

La malnutrition dans toutes ses formes augmente le risque de maladie et de mort. Les formes sévères de malnutrition incluent le marasme (état pathologique caractérisé par une maigreur extrême provoquée par une longue maladie ou un apport protéinique ou calorique insuffisant), un crétinisme (affection de la glande thyroïde consécutive à un déficit de production d'hormone thyroïdienne) et des dommages irréversibles au cerveau dus à une déficience en iode, un cécité et une augmentation du risque d'infection voire la mort dans le cas d'une déficience en vitamine A.

3.10 Fièvres entériques typhoïde et paratyphoïde

Les fièvres entériques typhoïdes et paratyphoïdes sont aiguës, infections généralisées causées respectivement par la *Salmonella typhi* et la *Salmonella paratyphoid*.

Les principales sources d'infection sont l'eau et le lait contaminés et, spécialement dans les communautés urbaines, les ouvriers de l'alimentation qui sont porteurs. Leurs germes sont présents dans les fèces et l'urine des personnes infectées. Une personne devient infectée après avoir mangé de la nourriture ou avoir bu des boissons manipulés par une personne infectée ou par de l'eau contaminée par des déchets contenant les bactéries.

Une fois que les bactéries entrent dans le corps de la personne, elles se multiplient et se diffusent à partir des intestins, par le réseau sanguin.

Les symptômes de la typhoïde apparaissent 10 à 14 jours après l'infection; ils peuvent être légers ou sévères et incluent des fortes fièvres, des tâches de couleur rose sur l'abdomen et le torse, des diarrhées ou des constipations, et un agrandissement de la rate et du foie.

4.L'EAU POTABLE

L'eau potable est une eau que l'on peut boire ou utiliser pour la préparation de mets sans risque pour la santé. Or, toutes les eaux que l'on trouve dans la nature ne s'y prêtent pas. Même une eau paraissant claire et limpide peut contenir des substances nocives pour l'organisme. Pour pouvoir être consommée sans danger, l'eau doit la plupart du temps être traitée.

L'eau doit satisfaire à des exigences très élevées en comparaison des autres denrées alimentaires. Afin de définir précisément une eau potable, le Département Fédéral de l'Intérieur (DFI) a établi des normes qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives susceptibles d'être présentes dans l'eau. L'eau potable, conforme aux normes, n'est donc pas stérile. Une certaine quantité de germes, non nocifs pour l'Homme, est tolérée. Par contre, elle doit être exempte de germes pathogènes (bactéries E.Coli, entérocoque, Pseudomonas aeruginosa et virus) et d'organismes parasites dont la présence représente de grands risques sanitaires. Elle ne doit contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée : il s'agit en particulier de substances qualifiées d'indésirables ou de toxiques, comme les nitrates et les phosphates, les métaux lourds, ou encore les hydrocarbures et les pesticides, pour lesquelles des " concentrations maximales admissibles " ont été définies. À l'inverse, la présence de certaines substances peut être jugée nécessaire, comme les sels minéraux indispensables à l'organisme (calcium, magnésium, fluor).

Outre ces critères chimiques et microbiologiques, l'eau potable doit aussi satisfaire à des critères organoleptiques : elle doit être claire, avoir une bonne odeur. Ce sont les sels minéraux (au minimum 0,1 à 0,5 gramme par litre) qui lui confèrent son goût. Ainsi, une eau potable de qualité est inodore, incolore et sans faux goût en plus d'être salubre. Elle se boit de préférence fraîche du robinet.

5.Types d'analyses :

Les analyses pratiquées sur les eaux d'alimentation seront du modèle des trois analyses définies ci-après :

5.2 l'analyse courante :

Elle est effectuée sur l'eau dans le réseau de distribution et à l'entrée du système de distribution. elle comprend les paramètres de qualité suivants :

- ✓ Température
- ✓ pH
- ✓ dosage de désinfection résiduel
- ✓ coliformes totaux
- ✓ coliformes fécaux
- ✓ germes totaux à 22et37°C

Dans certains cas (entrée des systèmes de distribution par des eaux de surface des réservoirs de stockage, mélange d'eau de différentes provenances ...), il recommande que l'analyse comprenne également la mesure de la turbidité.

5.2 L'analyse de surveillance :

Elle est effectuée sur chaque captage, à l'entrée du système de distribution si l'eau subit un traitement autre que celui de la désinfection et à l'intérieur du réseau de distribution quand s'y effectue un mélange d'eau ou en cas d'analyse de conformation d'une pollution bactérienne .Ces analyses comprend les paramètres de qualité suivants :

- ✓ turbidité
- ✓ conductivité
- ✓ ammonium
- ✓ nitrite
- ✓ nitrate
- ✓ oxydabilité au permanganate de potassium
- ✓ dénombrement des glostridium sulfito-réducteur pour l'eau traitée
- ✓ démembrement des streptocoques fécaux pour les eaux brutes

5.3L'analyse complète :

Elle est utilisée, pour les mêmes fins que l'analyse de surveillance, sauf pour la confirmation d'une pollution bactérienne à l'intérieur d'un réseau de distribution d'eau, elle sert également à l'étude des ressources en eau que l'on se propose d'utiliser pour l'approvisionnement public en eau, elle comprend :

tous les paramètres pour lesquels une valeur maximale admissible (VMA) ou une valeur minimale requis (VMR) est fixée par les normes applicables à l'eau d'alimentation humaine, en vigueur au moment du prélèvement.

Tout ou partie des paramètres pour lesquels une valeur maximale recommandée (VMR) est fixée par les normes applicables à l'eau d'alimentation humaine, en vigueur au moment du prélèvement

Tout paramètre de qualité qui , compte tenu des caractéristiques particulières de l'alimentation en eau l'agglomération considérée peut contribuer à une meilleur évaluation hygiénique de l'eau destinée à l'alimentation humaine.

Matériel et méthode

1-Echantillonnage

L'échantillonnage est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse. il doit être de qualité mais également représentatif de ce qu'on veut analyser.

1.1 Lieu

L'échantillonnage a été réalisé au niveau du fourrage 7 de Rass El Maa et au niveau de la source Ain Chkef près du Douar Ain Chkef.

1.2 Matériau de flaconnage

La nature du matériau du récipient de prélèvement est importante car ce dernier ne doit pas entrer en réaction avec l'eau à analyser.

Les matériaux utilisés dépendent du type de l'analyse à effectuer, pour le prélèvement de l'eau on utilise : le verre, pyrex, ou le polyéthylène.

1.3 Mode de prélèvement

On plonge deux récipients en verre de 500 ml qui sont déjà rincés avec l'eau à analyser, à une certaine distance minimale du fond (50cm).

L'échantillonnage doit être obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau en tenant compte de son devenir entre le prélèvement et l'arrivée au laboratoire.

Les méthodes des examens microbiologique de l'eau sont bien définies et doivent être exécutées de façon strictes si on veut que les résultats soient significatifs .il est important de prêter attention aux points suivants :

- 1. l'échantillon doit être prélevé dans une bouteille stérile :**

On utilise souvent des flacons, en verres borosilicaté de 500 ml à bouchage émeri ou similaire, soigneusement lavés, rincés puis séchés

2. l'échantillon doit être représentatif du milieu où on l'a prélevé.
3. il faut éviter de contaminer l'échantillon pendant et après le prélèvement.
4. l'emploi de l'emballage isotherme (genre glacière portative de camping), muni d'une réserve de froid.
5. il faut tester l'échantillon le plus rapidement possible :

Le délai de conservation entre le prélèvement et l'analyse ne doit pas excéder 48 heures. Si possible, transmettre les échantillons au laboratoire dans un délai de 24 heures après le prélèvement.

6. entre le moment où on le prélève et où on le traite, il faut conserver l'échantillon entre 0°C et +4°C.

lors de la réception au laboratoire, les échantillons qui ne peuvent être analysés dans les 4 heures suivant leur arrivée doivent être placés au réfrigérateur jusqu'au moment de l'analyse.

Pour le fourrage Rass El Maa, on arrête la pompe de chlore pendant 10min avant d'effectuer le prélèvement.

1.4 Conservation de l'échantillon

Il est souhaitable de conserver l'échantillon selon le tableau suivant :

Tableau : conservation des prélèvements en fonction de l'analyse effectuée.

Elément à analysé	Nature de récipient	Conservateur utilisé	Température de conservation	Effectuer la mesure avant
pH	P ou V	mesure en situ de préférence	4°C	24h (obs)
conductivité	P ou V	mesure en situ de préférence	4°C	48h(obs)
turbidité	P ou V		4°C	24h (obs)

chlorure	P ou V	Hydroxyde de sodium (p.s.p.pH<12)	4°C	24h (obsc)
nitrate	V	Acide nitrique (p.p.s pH<1.5)	4°C	24h
sulfate	V	chloroforme	4°C	6 jours
coliforme totaux coliforme fécaux stréptocoques fécaux	P ou V	Chloroforme(1 ml/l) Dans des flacons stériles	4°C	<24h

2-les analyses physiques :

2.1 Température

La température joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, Elle agit sur la conductivité électrique, le PH, l'alcalinité...

La mesure de la température (T°) doit être sur place au moment du prélèvement de l'échantillon à l'aide thermomètre.

2.2 Conductivité

➤ Principe

La conductivité électrique d'une eau correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. L'unité de conductivité est le micro-siemens par centimètre (μS/cm).

La conductivité traduit la minéralisation totale de l'eau.

2.3 Turbidité

➤ Principe

La turbidité désigne la teneur d'un liquide en matières qui le troublent. Elle permet de préciser les informations visuelles sur l'eau.

La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...).

Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre.

3-Les analyses chimiques

3.1 pH

3.1.1 Principe

Le pH d'une eau mesure la concentration des ions hydrogènes dans l'eau. C'est à dire l'alcalinité et l'acidité de l'eau sur une échelle de 0 à 14. La mesure se fait par le pH mètre, cette mesure basée sur la détermination de l'activité des ions hydrogène en utilisant deux électrodes.

Le pH est un facteur important dans le traitement de l'eau car certains procédés nécessitent d'être réalisé avec un pH spécifique pour être efficace. Par exemple, les réactions mettant en jeu le chlore.

3.2 Dosages des chlorures par la méthode de Mohr

3.2.1 Principe

On dose les ions chlorure par une solution déjà titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de Potassium servant d'indicateur coloré.

3.3 Dosage du THT ou titre hydrotimétrique

3.2.2 Principe

La mesure est un dosage volumétrique par un réactif titrant complexant, l'EDTA (sel tétra sodique de l'acide éthylène diamine tétra acétique).

La méthode peut être mise en défaut lorsque les eaux sont riches en cuivre et/ou en fer dissous.

L'EDTA a la propriété de se combiner avec les ions calcium puis magnésium pour former des composés solubles, les chélates.

La fin du dosage est décelée par la couleur bleue de l'indicateur coloré (Indicateur Net), étant violet tant que les ions magnésium restent à l'état libre en solution.

3.4 Titre alcalimétrique complet (T.A.C.)

3.4.1 Principe

La « dureté » d'une eau est un critère essentiel pour prévenir par exemple l'entartrage des Conduites d'eau dans l'industrie. La « dureté » de l'eau a deux origines :

-La dureté due aux espèces carbonatées (ions carbonate CO_3^{2-} et ions hydrogénocarbonate HCO_3^-) évaluée par le T.A. (titre alcalimétrique) et le T.A.C. (titre alcalimétrique complet).

-La dureté due aux ions calcium et magnésium évaluée par le T.H.

3.5 Dosages des sulfates par la méthode néphélométrique :

3.5.1 Principe

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfates de baryum. Le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution tween 20. Les suspensions homogènes sont mesurées au spectrophotomètre.

3.6-Dosage d'ammonium

3.6.1 Principe

En milieu alcalin et en présence de nitropussiate qui agit comme un catalyseur, les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

3.7 L'oxygène dissous

3.7.1 Principe

L'oxygène dissous réagit avec l'hydroxyde de manganèse formé par l'addition de chlorure de manganèse et d'hydroxyde de sodium. L'hydroxyde de manganèse formé après acidification permet d'oxyder l'iodure de potassium préalablement introduit avec libération d'une quantité équivalente d'iode. L'iode ainsi libéré à l'aide d'une solution titrée de thiosulfate de sodium.

3.8 Dosage des orthophosphates

3.8.1 Principe

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

Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente des valeurs maximales d'absorption, l'une vers 700nm, l'autre plus importante vers 880nm.

3.9 Dosage des nitrates

3.9.1 Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates NO_3^- donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

4. Les analyses bactériologiques

4.1 Les milieux utilisés

4.1.1 Milieu tergitol 7 agar

- Usage

C'est un milieu de recherche et de dénombrement des coliformes. Il est en particulier utilisé pour la colorimétrie des eaux par la méthode de filtration.

4.1.2 Milieu ENDO C

- Usage

Isolement des entérobactéries de produits alimentaires et contrôle de stérilité.

4.1.3 Milieu Slanetz

- Usage

Isolement des entérobactéries de produits alimentaires et contrôle de **stérilité**.

4.1.4 Gélose nutritive

- Usage

Milieu d'isolement courant surtout utilisé pour la recherche de FMAR (Flore Mésophile Aérobie Revivifiable).

4.2 Méthode de la membrane filtrante :

Cette méthode est destinée aux eaux traitées, elle consiste à filtrer un volume donné (100 ml) de l'échantillon sur membrane qui est déposée sur un milieu sélectif avant incubation, dans le but de recherche et dénombrer les indicateurs de contamination fécale (ou indicateurs de traitement) .

4.3 Recherche des germes totaux

4.3.1 Principe

La gélose ordinaire permet la culture de presque tous les germes présents dans le milieu. Pour une eau potable N, ne doit pas dépasser 22.Nnombre de colonies par 1 ml.

4.3.2 Mode opératoire :

Verser à l'aide d'une pipette 1ml d'échantillon dans une boîte de pétri stérile.

Ajouter une quantité suffisante de la gélose nutritive.

Homogénéiser par agitation le milieu et l'échantillon à analyser.

Laisser solidifier.

Incuber à 37°C pendant 48h

4.4 Recherche des coliformes

4.4.1Principe :

Pour les coliformes fécaux :

Le Tergitol 7 permettant de sélectionner les coliformes et inhibe aussi l'envahissement par Proteus.

Le TTC qui montre le pouvoir réducteur des bactéries

Le lactose dont l'utilisation est révélé par le virage du bleu de bromothymol

Colonie rose rouge : réduction du TTC

Colonie jaune : absence de réduction du TTC

LesE. Coli et Enterobacter aerogenes donnent des colonies jaunes.

Halo bleu-vert : lactose –

Halo jaune : lactose +

Les coliformes totaux :

La réduction du lactose est révélée par la présence du fuschine qui donne par la suite des colonies rougeâtre avec un halo rouge.

4.4.2 Mode opératoire :

➤ Technique de Filtration :

Verser doucement le liquide dans le dispositif de filtration (pour une répartition plus homogène, commencer par verser de l'eau stérile)

Faire le vide sans brutalité

Bien rincer avec de l'eau stérile

Sécher la membrane.

➤ Mise en culture

Retirer la membrane.

Déposer la membrane, face quadrillée vers le haut, sur le milieu de culture sec d'une épaisseur minimale de 5mm.

Incuber 48h à une température de 37°C pour les coliformes totaux et à une température de 44°C pour les coliformes fécaux

4.5 Recherche des streptocoques :

4.5.1 Principe :

Pour l'identifier les streptocoques, on utilise le milieu Slanetz comme milieu de culture.

Il contient de l'azote de sodium, agent sélectif, et du chlore de triphényltrazolium dont la réduction se traduit par une coloration rouge.

4.5.2 Mode opératoire :

On procède de la même façon que pour les coliformes, sauf que le milieu de culture utilisé est le milieu Slanetz.

On incube à 37°C pendant 48h.

Résultats et discussions

➤ Analyses physiques

Température :

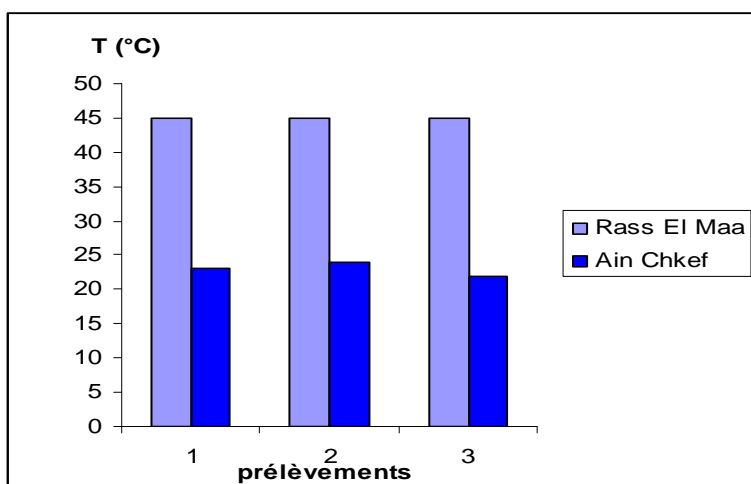


Fig1 : variation de la température de la source Ain Chkef et du forage Rass El Maa en fonction des prélèvements effectués.

Interprétation :

Fig1 montre une température identique pour les trois prélèvements pour la station Rass El Maa (environ 45°C).

Pour la station Ain Chkef, ses valeurs varient très peu de 22°C à 24°C.

-la station Rass El Maa est une station thermique ,ce qui explique les valeurs élevés de température qui dépassent les normes marocaines.

-les eaux de Ain Chkef ont une température qui correspond aux normes marocaines de l'eau potable.

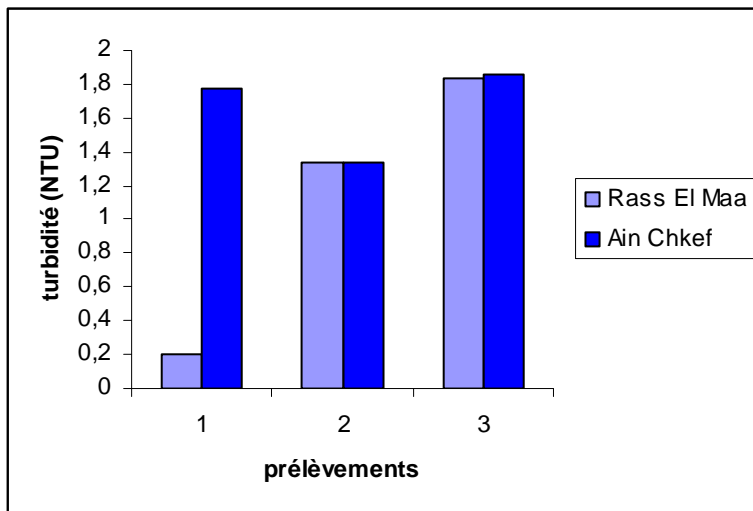


Fig2: Turbidité de la source Ain Chkef et du forage Rass El Maa en fonction des prélèvements effectués.

Interprétation

La fig2 montre une turbidité qui varie entre [0.2-1.83], pour le forage Rass El Maa .alors que pour la station Ain Chkef, la turbidité varie très peu entre les trois prélèvements. Ces valeurs sont conformes aux normes marocaines de l'eau destinée à la consommation humaine.

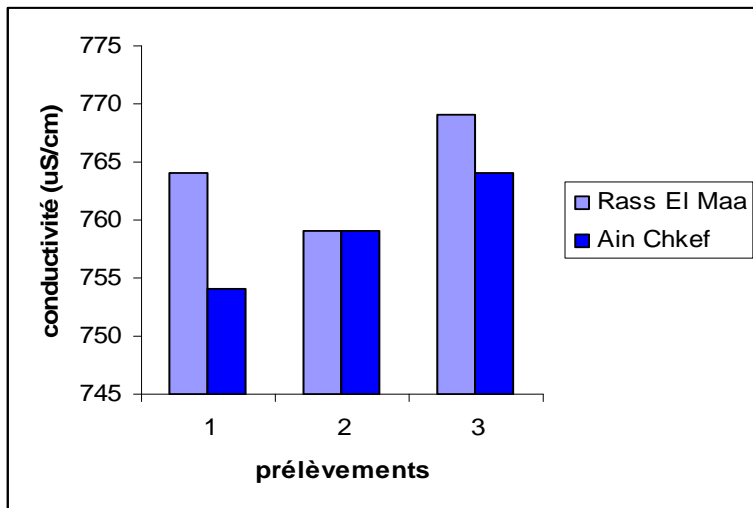


Fig3: Conductivité de la source Ain Chkef et du forage Rass El Maa en fonction des prélèvements effectués.

Interprétation :

La figure3 que les valeurs de la conductivité correspondent à la station Rass El Maa sont très rapprochés ,avec un maximum pour le troisième prélèvement (769µS/cm).

Pour ce qui est de la station Ain Chkef, les prélèvements ont des valeurs qui varient entre 754µS/cm et 764µS/cm.

Ces valeurs montrent qu'il s'agit des eaux douces, en comparaison avec les normes marocaines.

➤ Analyses chimiques

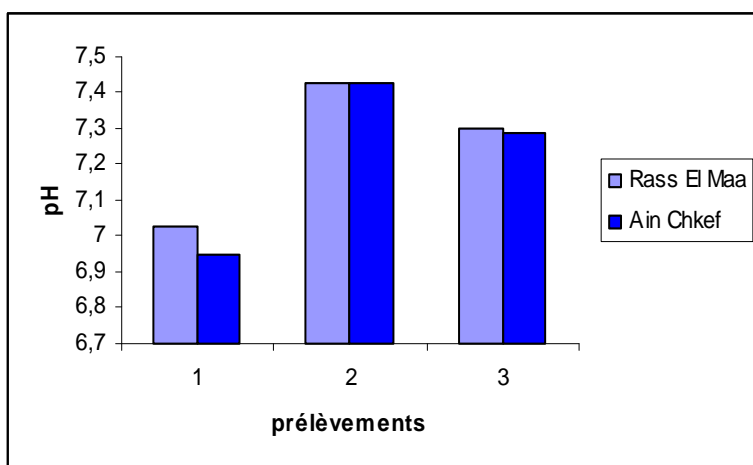


Fig4 : pH de la source Ain Chkef et du forage Rass El Maa en fonction des prélèvements effectués

Interprétation :

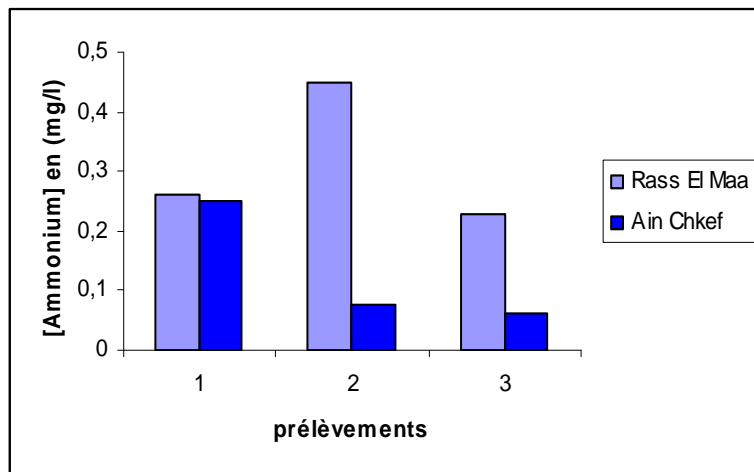


Fig5: concentration en ammonium de la source Ain Chkef et du forage Rass El Maa en fonction des prélèvements effectués.

Interprétation :

La figure 5 montre que le forage Rass El Maa représente une concentration en ammonium plus élevée que celle de Ain Chkef.

Cette concentration atteint une valeur maximale pour le deuxième prélèvement (0.48mg/l).

Il est vrai semblable que les concentrations élevées en ammonium pour la station Rass El Maa sont due aux activité agricole avoisinante la forage.

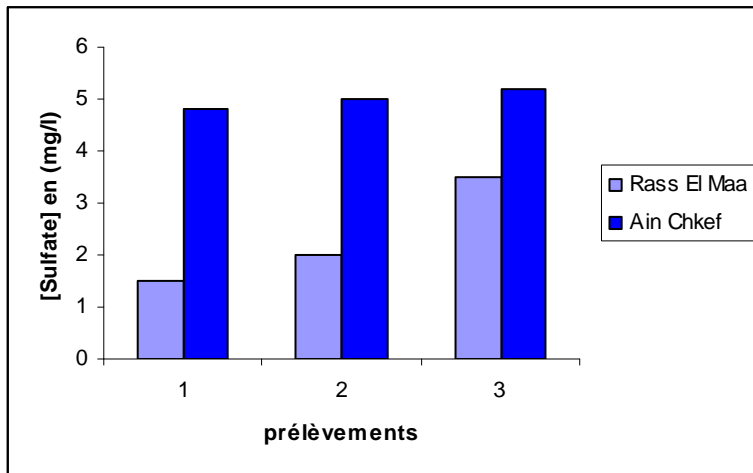


Fig6: Concentration en sulfate de la source Ain Chkef et du forage Rass El Maa en fonction des prélèvements effectués.

Interprétation :

La concentration en sulfate au niveau de la source Ain Chkef est plus élevée que celle du forage Rass El Maa pour les trois prélèvements.

Ces valeurs correspondent aux normes marocaines d'eau potable.

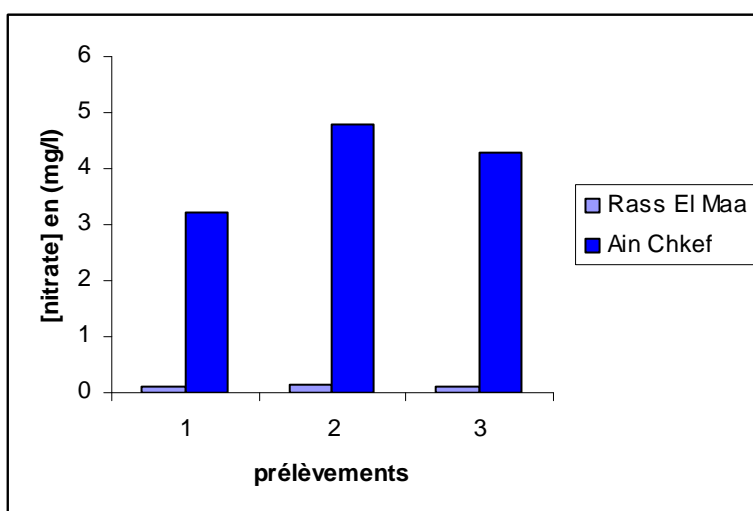


Fig7 : concentration en nitrate de la source Ain Chkef et du forage Rass El Maa en fonction des prélèvements effectués.

Interprétation :

D'après la figure 7, on constate que le forage Rass El Maa représente des faibles concentrations en nitrate qui varie entre 0.1mg/l et 0.15mg/l, alors que pour la station Ain Chkef ces concentrations étaient élevées (3.2mg/l et 4.8mg/l).

Les valeurs légèrement élevées pour la station Ain Chkef peuvent être en relation avec la proximité agglomération.

Ces valeurs se situent dans les normes marocaines.

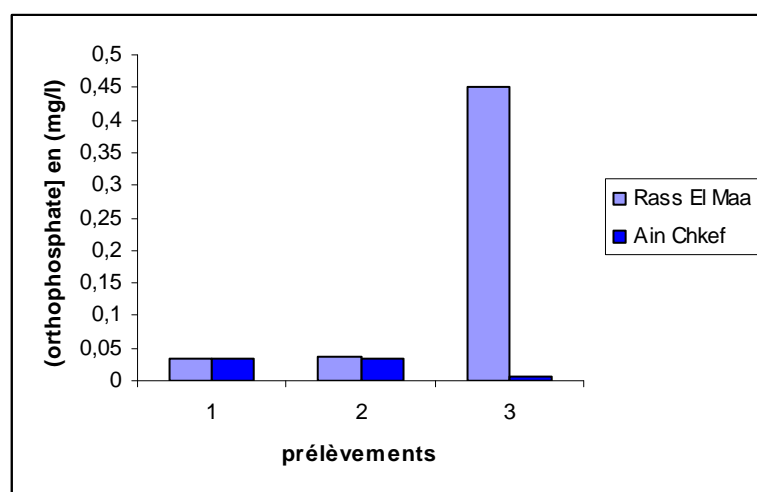


Fig8 : concentration en orthophosphate de la source Ain Chkef et du forage Rass El Maa en fonction des prélèvements effectués.

Interprétation :

Pour les deux premier prélèvement, la concentration en orthophosphate de la source Ain Chkef et du fourrage Rass El maa sont très rapproché.

Pour le troisième prélèvement la concentration orthophosphate dépasse largement celle du premier et deuxième prélèvement ceci peut être du à l'activité agricole en cette période.

Mais les valeurs obtenues pour les deux stations sont inférieures aux normes.

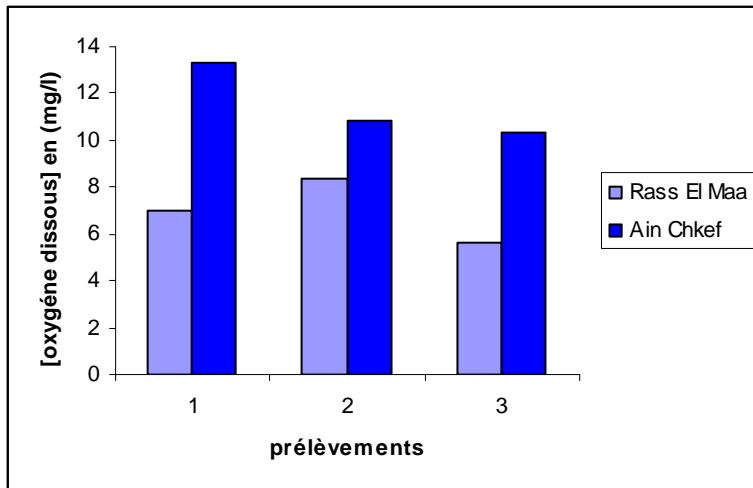


Fig9 : concentration en oxygène dissous de la source Ain Chkef et du forage Rass El Maa en fonction des prélèvements effectués.

Interprétation :

La source Ain Chkef représente des concentrations en oxygène dissous plus élevé que celle du forage Rass El Maa .cela est normale puisque le forage Rass El Maa est une station thermale .donc plus la température d'eau augmente plus la quantité d'oxygène dissous diminue.

La concentration de l'oxygène dissous dépasse les valeurs normes marocaines, au niveau de la source Ain Chkef, cela peut être en relation avec la détérioration de la qualité de cette eau.

Le forage Rass El Maa a des valeurs qui respectent les normes marocaines.

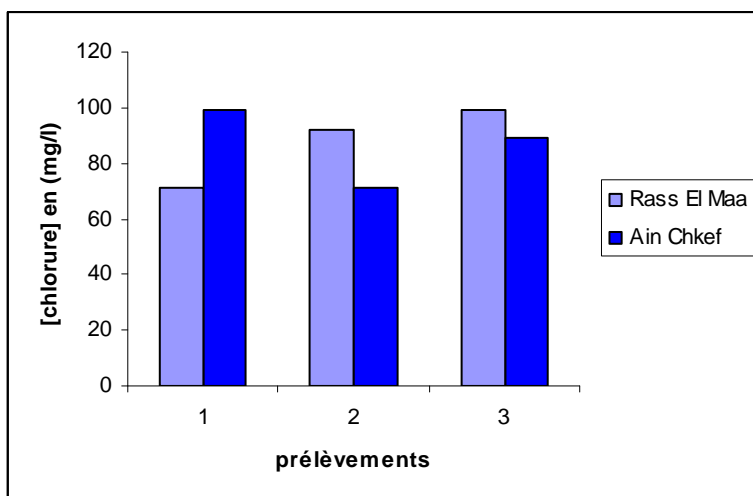


Fig10 : concentration en chlorure de la source Ain Chkef et du forage Rass El Maa en fonction des prélèvements effectués.

Interprétation :

La concentration en chlorure pour les deux stations Rass El Maa et Ain Chkef sont très rapproché et ils sont inférieure à la valeur limite des normes marocaines

Résultats des analyses bactériologiques :

- Pour la source Ain Chkef

Tableau 1 : résultats des analyses bactériologiques de la source Ain Chkef.

	1 ^{er} prélèvement	2 ^{ème} prélèvement	3 ^{ème} prélèvement	La moyenne
Coliformes totaux	4 colonies	15 colonies	2 colonies	7 colonies
Coliformes fécaux	2 colonies	3 colonies	1 colonies	2 colonies
Germes totaux	3 colonies	0 colonies	3 colonies	6colonies
Streptocoques	3 colonies	3 colonies	0 colonies	3 colonies

Les analyses bactériologiques ont montrés que l'eau de Ain Chkef contient des coliformes totaux, des coliformes fécaux, germes totaux, et des streptocoques), ce qui justifie qu'elle ne pourra pas donc être consommé par l'homme à cet état.

➤ Pour le forage Rass el Maa

Tableau 2 : résultats des analyses bactériologiques du forage Rass El Maa.

	1 ^{er} prélèvement	2 ^{ème} prélèvement	3 ^{ème} prélèvement	La moyenne
Coliformes totaux	0 colonies	0 colonies	0 colonies	0 colonies
Coliformes fécaux	0 colonies	0 colonies	0 colonies	0 colonies
Germes totaux	1 colonie	1 colonies	1 colonies	1 colonies
Streptocoques	0 colonies	0 colonies	0 colonies	0 colonies

Interprétation des résultats :

Les analyses bactériologiques ont montrés que l'eau du forage Rass El Maa ne contient pas de coliformes totaux, coliformes fécaux, et les streptocoques fécaux, le nombre des germes totaux est dans les normes, donc cette eau ne représente aucun risque sur la santé du consommateur et il peut être consommé à son état brute

Conclusion

La qualité physico-chimique des eaux des 2 sources est très satisfaisante.

La quasi-totalité des valeurs de paramètre physico-chimiques obtenus au cours de cette étude dans les deux sources ,sont soit comprises dans l'intervalle des valeurs de la norme ou sont légèrement inférieures aux valeurs maximales admissibles pour une eau destinées à la consommation humaine.

Les eaux de la source Ras El Maa ont des teneurs en oxygène dissous légèrement inférieures aux valeurs maximales admissibles

L'examen bactériologique pour les trois sorties révèle des contaminations par des bactéries fécales pour la source Ain Chkef.

La qualité bactériologique, des eaux de Rass El Maa répond aux normes marocaines de qualité pour les eaux destinées à la consommation humaines.

D'après les résultats obtenus on conclue que les eaux du forage Rass El Maa sont de bonnes qualité, en comparant avec ceux de Ain Chkef.

Références bibliographiques

Jean Rodier, Bernard Legube, Nicole Merlet et al. 2009 ; l'analyse de l'eau 9ème édition ; DUNOD

AFNOR, qualité de l'eau 1ère édition.

Génie chimique, lakhdar bahija, chabaane loubna, 2007, page40.

Bitton, G. 1999 wastewater microbiology. John Wiley & Sons, 578p. Tome 1N°4 1993.

AFNOR, Qualité de l'eau. Echantillonnage. Partie 2 : guide générale sur les techniques d'échantillonnage-1993.

AFNOR, Qualité de l'eau. Echantillonnage. Partie 3 : Lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau -2004

AFNOR, qualité de l'eau 1ère édition.

Lacour, B., Drücke, T.B., (2001), Eau et boissons. In Martin A., (Ed.), Apports nutritionnels conseillés pour la population française (pp.109-117). Paris : TEC&DOC

Baker, K.H., Hegarty, J.P., Redmond, B., Reed, N.A. et Herson, D.S. (2002). Effect of oxidizing disinfectants(chlorine, monochloramine, and ozone) on Helicobacter pylori. Appl. Environ. Microbiol., 68 : 981-984.

Hunter, P.J. (1997). Mycobacterial Disease. Dans : Waterborne Disease Epidemiology and Ecology. John Wiley and Sons. Chichester (Angleterre). p. 189-198.

Jackson, S.G., Goodbrand, R.B., Johnson, R.P., Odorico, V.G., Alves, D., Rahn, K., Wilson, J.B., Welch, M.K.. Escherichia coli O157:H7 diarrhoea associated with well water and infected cattle on an Ontario farm. Epidemiol. Infect., 120 : 17-20.

Olivier Hoedeman et Satoko Kishimoto, L'Eau, un bien public, janvier 2011, 322 p.

Erik Orsenna, L'Avenir de l'eau, Fayard, 2009