

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Kasdi Merbah Ouargla

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES



Département de : Génie Civil et Hydraulique

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de
Master, Filière: HYDRAULIQUE

C:.....

R:.....

Spécialité : RESSOURCES HYDRIQUE

Thème

**DETERMINATION LES CONDITIONS
OPTIMALES POUR L'ELIMINATION DE FER
EN SOLUTION PAR LA CHAUX**

Présenté par :

- ❖ Souigat Halla
- ❖ Gaid Messaouda

Soumis au jury composé de :

SEGGAI Sofiane	M.C.A	Université Ouargla	Président
GHERAIRI Fatiha	Docteur	Université Ouargla	Examineur
BAOUIA Kais	M.C.A	Université Ouargla	Encadreur
MEKHLOUFI Nabil	Doctorant	Université Ouargla	Co-Encadreur

Année Universitaire: 2019 / 2020

Remerciement

Je remercie dieu qui m'adonné la chance de vivre ces

Meilleurs moments

*Je tiens à remercier sincèrement Monsieur, **M. BAOUIA Kais***

*Qui en tant que encadreur de mémoire, et Assistant encadré **M.Mekhloufi Nabil** s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous.*

Merci aussi à tous mes enseignants.

Je leurs exprime ma profonde sympathie et leurs souhaite beaucoup de bien.

Tous les membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner ce mémoire et pour leur bienveillante attention.

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à
Mes très chers parents. Pour leurs soutiens, confiance et
Compréhension Dans les moments difficiles et grâce à eux que j'ai
Pu réussir dans mes études que dire me les
Préservent (qu'ALLAH les protègent)
A Ma chère sœurs : Loubna, Lamia, Rabia, Sabrina
A mes frères: Mohammed laid, Abdelkader, Adham
Et Les enfants de ma sœur: Aouis et Meriem
Beau-frère: Salim et Abderrahmane
A toute ma famille.
Mon assistant: Mohammed Oussama trabelsi
Et ma Binôme: Messaouda Gaid
Mes amies et collègues.*

Halla souigat

Dédicace

Je dédie ce mémoire Mes parents

*Ma mère «Salma », qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour,
Son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour
Toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce
Travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon
Éternelle gratitude.*

*Mon père «Abd El Ghani », qui peut être fier et trouver ici le résultat de
Longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer
Dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit,
Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu
De toi.*

Mes frères « Amara, Med Salah, et Younes »

*Mes sœurs « Zina, Mahnia, Hasna, Hanan, et Souad », j'espère qu'ils
Sont les meilleurs et toujours au plus haut niveau*

*Mes amis : « Nabila Benackeur , Maria Abassi , Rania Goual et ma
Binôme Halla Souigatte » qui m'ont soutenu et m'ont toujours
Accompagné.*

Messaouda Gaid

Sommer

Remerciement

Dédicace

Sommer

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé:

1.Introduction Générale 11

Partie théorique

Chapitre I Généralités sur l'eau potable

2. Introduction 14

3. Définition de l'eau potable 14

4. Le cycle de l'eau 15

5. Propriétés de l'eau 15

5.1 Propriétés physiques..... 16

5.1.a) Masse volumique 16

5.1.b)Propriétés thermiques..... 16

5.1.c) Viscosité 16

5.1.d) Tension superficielle 16

5.1.e) Propriétés électriques 16

5.1.f) Propriétés optiques 16

5.1.j) Impuretés dans l'eau 16

5.2. Propriétés chimiques 17

5.2.a) L'eau solvant 17

5.2.b) Ionisation..... 17

5.2.c) Oxydoréduction 17

6.Pollution de l'eau..... 17

6.1.Les différents types de pollution des eaux 18

6.1.a) La pollution biologique 18

6.1.b) La pollution physique..... 18

6.1.c) La pollution chimique 18

7. Normes de la qualité des eaux 18

8. L'eau potable et normes de potabilité..... 18

9. Définition d'une norme 19

Conclusion	20
------------------	----

Chapitre II Caractéristique physico-chimiques de fer

1.Introduction	22
2 .Le fer	22
3 .HISTOIR du Fer	22
4 .Le fer dans l'Environnement	23
5 .Le fer dans l'eau.....	23
6 .Biologie humaine et fer	24
7 .Teneur en fer des produits d'origine animale.....	25
8 .Teneur en fer des produits d'origine végétale.....	25
9. Besoins quotidiens	26
10 .Les effets de fer	26
11. Les propriétés physiques du fer	27
12. Les propriétés chimiques du fer	27
13. Utilisation	28
14. Utilisation humaine	29
15. Utilisation médicale	29
Conclusion	29

Chapitre III Procédés de défrisassions des eaux

1.Introduction	Error! Bookmark not defined.
2 .Défrisassions par échange d'ions	31
3 .Défrisassions par des procédés biologiques	31
4. Procédés de défrisassions :	32
5 .défrisassions par procédé de voie physico-chimique	32
6 .Procédés d'oxydation.....	33
6 -1 Procédé chimique :	33
6 - 1 a Oxydation par l'oxygène	33
6 -1 b Oxydation par le chlore	34
6 -1 c Oxydation par le permanganate de potassium	34
6 -1 d Oxydation par le dioxyde de chlore	35
6 - 1 e Oxydation par l'ozone:	35
6 - 2 Procédé physique	35
6 - 2 a Cascade d'aération	35
7 Installations des équipements de défrisassions	36
7-1 les installations sous pressions	36
7-2 les installations gravitaires	36

Conclusion	36
------------------	----

Partie Pratique

Chapitre IV Méthodes et Matérielles

1.Introduction	38
2. Balance laboratoire	38
3. La conductivité	38
4. La turbidité	39
5. Méthode dosage de fer	39
6. Agitateur.....	40
7. Préparation les échantillons	41
7. à) Préparation solution de chaux.....	41
7. b) préparation solution de $Fe^{+2}so_4^{-}$	41
Conclusion	Error! Bookmark not defined.

Chapitre V Résultats Et Discussions

1.Introduction	44
2. L'influence de la dose de chaux	44
3. L'influence de temps d agitations	47
4. L'influence de tours d'Agitations	47
Conclusion générale.....	51
Références bibliographiques	53

Liste des figures

Figure 1 la molécule d'eau (H ₂ O)	14
Figure 2 Cycle de l'eau [9].....	15
Figure 3 Coloration des eaux de rivière par la formation rouille due à l'oxydation des roches ferreuses	24
Figure 4 Cascade D'aération	36
Figure 5 balance de laboratoire.....	38
Figure 6 Instrument de mesure multi paramètre de terrain.....	39
Figure 7 turbidité mètre.....	39
Figure 8 Spectrophotomètre de paillasse DR 6000.....	40
Figure 9 Agitateur magnétique chauffant.....	41
Figure 10 Mesurer la quantité de la chaux	41
Figure 11 Mesurer la quantité de fer	42
Figure 12 mesure de ph et la conductivité.....	42
Figure 13 Diagramme des variations du Fer en termes de la chaux.....	48
Figure 14 Diagramme des variations du Turbidité en termes de la chaux.	49
Figure 15 Diagramme des variations du la conductivité en termes de temps.....	50
Figure 16 Diagramme des variations du la Turbidité en termes de Tours d'agitation.....	52
Figure 17 Diagramme des variations du le PH en termes de Tours d'agitation.....	53
Figure 18 Diagramme des variations du la Cfe en termes de Tours d'agitation.....	53

Liste des tableaux

Table 1 Les normes (algériennes et de l'OMS)	20
Table 2 Teneur en fer des produits d'origine animale	25
Table 3 Teneur en fer des produits d'origine végétale	25
Table 4 Besoins quotidiens	26
Table 5 propriétés physique de fer	27
Table 6 Optimales Conditions de développement des bactéries du Fer	32
Table 7 Éliment requis ou produits lors de l'oxydation par l'oxygène de 1mg /l de fer	33
Table 8 Éliment requis ou produits lors de l'oxydation par le chlore de 1mg/L de fer	34
Table 9 Éliment requis ou produits lors de l'oxydation par le chlore de 1mg/L de fer	34
Table 10 Éliment requis ou produits lors de l'oxydation par le chlore de 1mg/L de fer	35
Table 11 Evolution du fer par la chaux	44
Table 12 Résultat d'influence de temps d agitations.....	47
Table 13 Résultat d' l'influence de tours d'Agitations.....	47

Résumé

Le fer est le quatrième élément de la croûte terrestre, le deuxième métal le plus abondant dans la terre, et c'est un élément indésirable. Plusieurs méthodes de traitement sont développées dont les procédés les plus employés sont l'oxydation chimique par des oxydants plus ou moins forts (chlore, permanganate de potassium, l'oxygène et l'ozone) et des procédés biologiques.

Dans ce travail, nous avons utilisé la chaux pour éliminer le fer en solution, et déterminer les conditions et les facteurs influençant sur le rendement d'élimination de fer (la vitesse et le temps d'agitation lente, le pH optimale, la dose de la chaux, et le temps de décantation).

Mots clés : Le fer, Minéraux, la chaux, oxydation chimique, influencent .

Summary

Iron is the fourth element of the Earth's crust, the second most abundant metal in the earth, and it is an undesirable element. Several treatment methods are developed whose most commonly used processes are chemical oxidation by more or less strong oxidants (chlorine, potassium permanganate, oxygen and ozone) and biological processes. In this work, we used lime to eliminate iron in solution, and determine the conditions and factors influence the iron removal performance (slow agitation speed and time, optimal pH, lime dose, and settling time).

Key words: Iron. Metal, lime, chemical oxidation, influence.

المخلص

الحديد هو العنصر الرابع في قشرة الأرض، وثاني أكثر المعادن وفرة في الأرض، وهو عنصر غير مرغوب فيه تم تطوير العديد من طرق العلاج ، وأكثرها استخدامًا هي الأكسدة الكيميائية بواسطة المؤكسدات القوية (كالكلور،برمنجنات البوتاسيوم ، الأكسجين والأوزون) وبالطرق البيولوجية.

في هذا العمل ، استخدمنا الجير لإزالة الحديد المنحل في الماء ، وتحديد الظروف والشروط التي تؤثر على مردود إزالة الحديد (سرعة وزمن التحريك البطيء ، درجة الحموضة المثلى ، كمية الجير ووقت الترسيب).

الكلمات الدالة : الحديد, المعادن , الجير, الأكسدة الكيميائية, تأثير.

Introduction Générale

1. Introduction Générale

L'eau, est la source précieuse dans le monde elle joue un rôle principale dans le développement de l'humanité ; la vie humaine, animale, et végétale en dépendent.

Une eau potable doit satisfaire à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine. Les standards de ce point de vue sont extrêmement différents selon les usages et la situation.

L'augmentation des niveaux d'éléments provoquent des effets parasites sur l'environnement qui est indispensable à la vie humaine, le fer est présentable dans l'eau car les constituants géologiques de la région qui à causer ses quantités différentes de fer. Quand ses effets dépassent leurs niveaux, ils provoquent un goût métallique dans l'eau et ne sera pas dispensable à la vie humaine.

Le but de ce travail est de savoir comment faire face à ce problème et se débarrasser du fer avec de la chaux, au fur et à mesure des tests expérimentaux.

Ce travail est divisé en deux parties la première théorique parlé à l'importance et les aboutissants de l'eau, le fer et les risques, et la deuxième pratique, nous avons analysé 6 échantillons Pour connaître la meilleure dose de chaux ajoutée pour réduire la teneur en fer.

À la fin de ce travail, nous avons conclu que la chaux réduit la teneur en fer de l'eau. Le cinquième chapitre présente les résultats et l'interprétation.

Partie théorique

Chapitre I

Généralités Sur

l'eau potable

2. Introduction

L'eau est la source de la vie C'est un ingrédient naturel de la plus haute importance, et il est essentiel pour toutes les formes La vie, l'eau est une ressource nécessaire à toutes les activités humaines, c'est un facteur Critique pour le développement durable, La santé humaine est affectée Critique pour le développement durable, La santé humaine est affectée si l'eau Disponible est de mauvaise qualité ou s'il est contaminé par des agents pathogènes.

3. Définition de l'eau potable

La définition d'une eau potable repose sur des normes établies par une réglementation. Cette dernière varie d'une communauté économique ou d'un pays à l'autre et est évolutive.

L'eau est un simple composé chimique composé principalement d'oxygène et d'hydrogène, elle est donc appelée monoxyde d'hydrogène.

Il s'agit d'eau pure et douce qui n'est pas nocive pour la santé, convient à la consommation humaine et permet la survie des organismes et des activités humaines de base, ainsi que des substances potentiellement toxiques pour l'organisme vivant. C'est la raison pour laquelle l'eau doit subir de nombreux traitements avant d'être considérée comme potable. Par conséquent, elle est soumise à un traitement qui élimine les agents pathogènes, car les normes en matière d'eau potable diffèrent d'un pays à l'autre et selon l'Organisation mondiale de la santé. , Odeur, saveur, etc.) Les valeurs limites sont déterminées à ne pas dépasser [1].

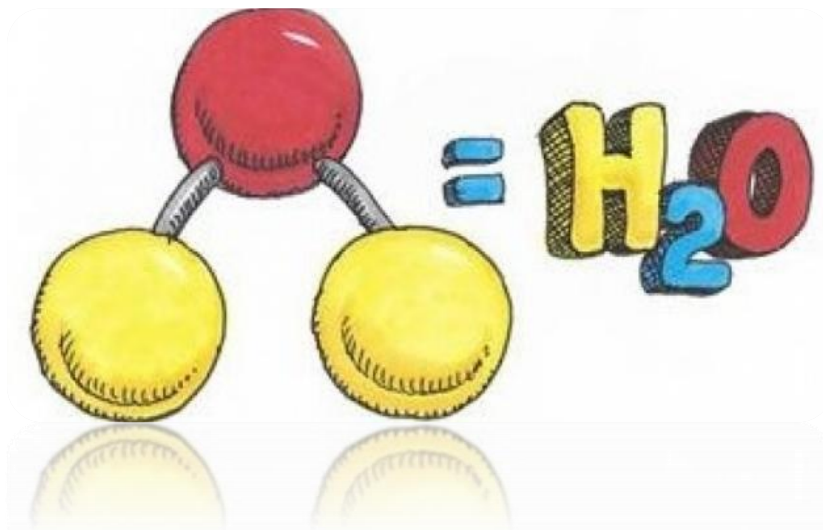


Figure (01) la molécule d'eau (H₂O)

4. Le cycle de l'eau

L'eau, élément sous trois formes (liquide, l'état gazeux et solide), parcourt un cycle éternel.

L'évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère, de nuages qui par condensation se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère c'est l'évapotranspiration. L'autre partie s'accumule dans le sous sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour peuvent former des sources émergentes à la surface du sol [2].

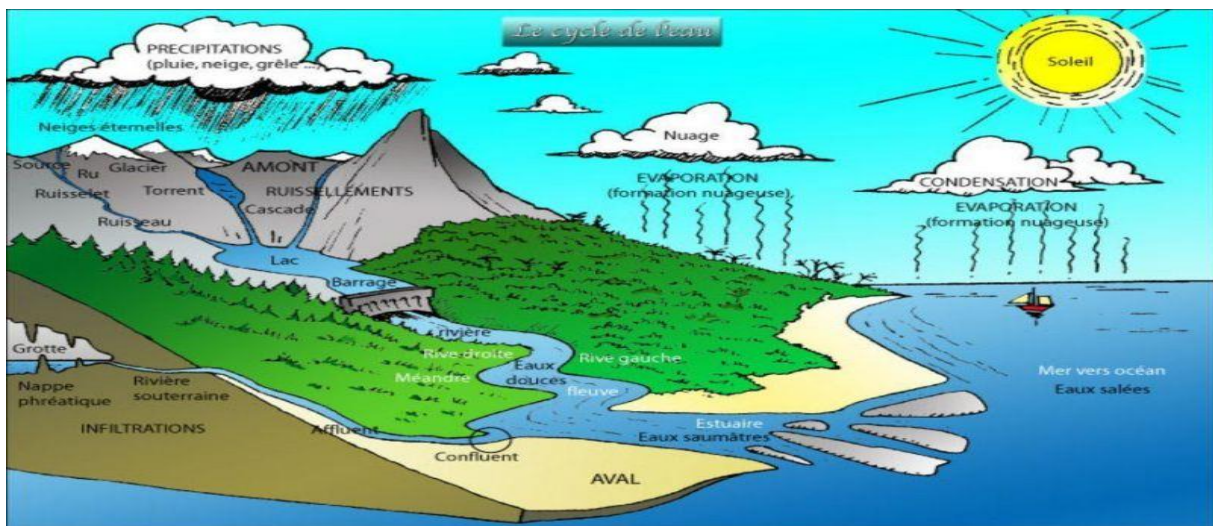


Figure (02) Cycle de l'eau [9]

5. Propriétés de l'eau

L'eau est complexe, anormale, mystérieuse, inexplicée, exotique, exceptionnelle, particulière, et aussi c'est un élément rebelle, souple, labile et versatile au regard des autres liquides ; il se contracte quand on le chauffe, devient moins visqueux quand on le comprime et sa densité augmente en passant de l'état liquide à l'état solide

L'eau a toujours été et continue d'être un mystère. Ses constantes mesurables sont en dehors du cadre habituel des composés chimiques.

L'eau est un élément flexible exceptionnel. Elle est exceptionnelle par rapport aux autres liquides. Sa densité varie en fonction de la température et de la pression lorsqu'elle est chauffée. Elle devient moins visqueuse.

5.1 Propriétés physiques

5.1.a) Masse volumique

La masse volumique varie avec la température et la pression, elle passe par un maximum à environ 4 °C. Cette propriété entraîne diverses conséquences, aussi bien dans la nature que dans les stations de traitement. L'eau est considérée comme un fluide incompressible. Mais, en fait, c'est un fluide légèrement élastique [5].

5.1.b) Propriétés thermiques

L'importance des propriétés thermiques comme la chaleur massique et les enthalpies fait que les grandes étendues d'eau à la surface de la terre constituent de véritables volants thermiques. C'est également la raison de l'utilisation de l'eau comme fluide caloporteur [5].

5.1.c) Viscosité

C'est la propriété que présente un fluide (liquide ou gaz) d'opposer une résistance aux divers mouvements soit internes (exemple : turbulence), soit globaux (exemple: écoulement) [5].

5.1.d) Tension superficielle

Elle caractérise une propriété des interfaces (surfaces limitant deux phases). Elle est définie comme une force de traction qui exerce à la surface du liquide en tendant toujours à réduire le plus possible l'étendue de cette surface. La tension superficielle diminue avec l'augmentation de la température, et aussi l'addition de sels dissous augmente généralement la tension superficielle.

Il existe d'autres corps qui la diminuent, ils sont appelés tensioactifs (exemple : détergents) [5].

5.1.e) Propriétés électriques

L'eau est légèrement conductrice. La conductivité de l'eau la plus pure que l'on ait obtenue est de 4,2 micros siemens par mètre à 20 °C (correspond à une résistivité de 23,8 mégohms-centimètres). Elle augmente lorsque des sels sont dissous dans l'eau et elle varie en fonction de la température [5].

5.1.f) Propriétés optiques

La transparence de l'eau dépend de la longueur d'onde de la lumière qui la traverse. Cette transparence est utilisée pour apprécier certaines formes de pollution et, en conséquence l'efficacité des traitements d'épuration [5].

5.1. Impuretés dans l'eau

Les impuretés présentes dans l'eau constituent deux catégories

Matières en suspension : matières minérales ou organiques qui restent en suspension du fait de la turbulence de l'eau ou de leur densité trop voisine de celle de l'eau, elles sont sans interférence importante avec l'eau qui les entoure.

Matières dissoutes : elles concernent des composés minéraux ou organiques, macromoléculaires, ainsi que des gaz souvent très solubles dans l'eau [5].

5.2. Propriétés chimiques

5.2.a) L'eau solvant

Le pouvoir solvant de l'eau provoque l'altération partielle ou complète de divers liens entre les atomes (dissociation) et dans les molécules (ionisation) et du corps à dissoudre pour les remplacer par de nouveaux liens avec ses molécules propres (hydratation). Une solvation complète est une dissociation [5].

5.2.b) Ionisation

Un composé minéral dissous dans l'eau se dissocie plus ou moins avec apparition d'ions chargés négativement (anions) et positivement (cations). Le corps dissous est appelé électrolyte ; il transporte le courant électrique [5].

5.2.c) Oxydoréduction

Les phénomènes d'oxydoréduction présentent une grande importance dans toutes les technologies de l'eau. L'eau elle-même peut participer, suivant des conditions expérimentales et selon certaines réactions chimiques comme un donneur d'électrons (elle est réductrice) ou un accepteur d'électrons [5].

6. Pollution de l'eau

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

"La pollution des eaux peut être définie comme une dégradation de celle-ci par les éléments qu'elle a accumulés de son utilisation. Ces éléments indésirables proviennent des excréments chimiques, des rejets provenant d'industries divers, du lessivage des terrains traversés. Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute l'un des aspects les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel "[14].

6.1. Les différents types de pollution des eaux**6.1.a) La pollution biologique**

Ce type de pollution est souvent le fait des rejets d'eaux d'égouts domestiques et de la Présence de matières fécales dans la nature. De nombreux microorganismes vivants Naturellement dans l'intestin de l'homme et des animaux peuvent survivre assez longtemps dans l'eau. Toutefois, l'eau peut abriter des bactéries, des mycètes, des protozoaires, des virus, etc. [14].

6.1.b) La pollution physique

C'est une pollution qui est due à la présence de matière en suspension parfois de Colloïdes. Elle se traduit par un trouble ou une coloration plus ou moins prononcée [14].

6.1.c) La pollution chimique

Elle est due à des substances en solution. Elle se traduit par un changement de saveur (eau salée ou saumâtre) parfois par l'apparition d'un caractère toxique lorsque le Corps dissout est un poison [5].

7. Normes de la qualité des eaux

Une eau de consommation ne doit pas contenir de germes des maladies à transport hydrique, de substances toxiques ni de quantité excessive de matières minérales et organiques. Elle doit Par ailleurs, être limpide, incolore et ne posséder aucun goût ou odeur désagréable. En outre l'eau potable doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence lui confère une saveur agréable à l'exclusion de ceux qui seraient l'indice d'une contamination ainsi que toute substance toxique

Au Mali, il n'existe pas de norme officielle pour la qualité de l'eau de boisson .Il convient de rappeler que pour l'instant sont pratiquées au Mali, les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (O M S) relatives à la qualité de l'eau de boisson.

Ainsi pour notre étude nous nous référons aux normes de l'OMS dans les tableaux qui suivent"[5].

8. L'eau potable et normes de potabilité

Une eau potable est une eau qui ne doit pas porter atteinte à la santé de celui qui la consomme.

Elle doit être exempte d'organismes pathogènes et ne doit pas contenir de substances nocives ou radioactives à une concentration jugée dangereuse pour la santé.

La qualité d'une eau peut être jugée par rapport à plusieurs types de paramètres par exemple

- Les paramètres organoleptiques ;
- Les paramètres physico-chimiques ;
- Les paramètres microbiologiques.

Les normes de qualité de l'eau potable sont très rigoureuses. Elles s'appuient en général sur les Travaux médicaux établissant les doses maximales admissibles (DMA), c'est-à-dire la quantité De telle ou telle substance qu'un individu peut absorber sans danger quotidiennement tout au long de sa vie. Tous les pays du monde ne suivent pas les mêmes normes. Certains édictent leurs propres normes. D'autres adoptent celles conseillées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable [11].

9. Définition d'une norme

Une norme est un critère de référence établi conformément à une réglementation ou Une référence minimale, moyenne ou supérieure. Elle permet de comparer une situation Par rapport à une valeur seuil et de définir des conditions acceptables par rapport à celle qui ne le serait pas

Table (01) Les normes (algériennes et de l'OMS)

Paramètres	Normes algériennes(2011)	Normes de l'OMS
Ph	6,5 – 9	6,5 - 9,5
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	2800	-
Température ($^{\circ}\text{C}$)	25	-
Oxygène dissous (mg / l)	-	-
Salinité (psu)	-	-
Turbidité (NTU)	5	5
Cuivre (mg /L)	02	02
Plomb (mg /L)	0,01	0,01
Cadmium (mg /L)	0,003	0,003
Les coliformes totaux	10	00
Les coliformes fécaux	00	00
Streptocoques fécaux	00	00
Clostridium sulfito-réducteur	00	00
Salmonelles	Absence / Présence	Absence / Présence

Conclusion

L'eau potable est une eau propre à la consommation humaine. Quand elle est pure, elle est inodore, pure et insipide. Elle peut contenir des polluants et nocifs pour la santé humaine et pour cette raison elle a besoin de protection et de traitement.

Chapitre II
Caractéristique
physico-chimiques
De Fer

1 .Introduction

Le fer est un des principaux minéraux de la croûte terrestre et l'un des éléments les plus répandus dans le monde.

Mais on le trouve aussi dans Réserves d'eau abondantes. Bien que le fer soit un ingrédient essentiel pour la santé humaine, il peut causer des problèmes lorsqu'il est présent Dans l'eau potable à une concentration élevée au-dessus d'un certain seuil au-dessus de la norme de l'OMS fixée à 0.2mg / L.

Dans ce chapitre présente une collection bibliographique de caractéristique chimie et physique du fer, son origine et Les besoins du corps humain et sa distribution dans l'environnement.

2 .Le fer

Est un élément chimique, de symbole Fe et de numéro atomique 26. Le noyau de l'atome de fer 56 est l'isotope le plus stable de tous les éléments chimiques, car il possède l'énergie de liaison par nucléon la plus élevée. . Le fer est classé au quatrième rang des éléments de la croûte terrestre par ordre d'abondance. (Pekkanen et al, 1992).

C'est le métal et le matériau ferromagnétique le plus courant dans la vie quotidienne, sous forme pure ou d'alliages. Le fer pur est un métal de transition ductile, mais l'adjonction de très faibles quantités d'éléments d'additions modifie considérablement ses propriétés mécaniques [6]. Allié au carbone et avec d'autres éléments d'additions il forme les aciers, dont la sensibilité aux traitements thermomécaniques permet de diversifier encore plus les propriétés du matériau. [2].

3 .HISTOIR du Fer

Tiré du sous-sol, le fer est le métal le plus commun sur terre. C'est aussi l'un des métaux les plus importants, ayant donné son nom à un âge de l'humanité. Le fer était connu dès le chalcolithique à travers les météorites ferreuses, et sa métallurgie demeura très confidentielle jusqu'au XIIe siècle av. J.-C., époque qui marque, précisément, le début de « l'Âge du fer » les Hittites, en Anatolie, avaient Développé une assez bonne maîtrise du travail du fer autour du XVe siècle av dont leur tradition Attribueait l'origine dans la région du Caucase, et cette technique semble également avoir été connue assez tôt en Inde du nord, notamment dans l'Uttar Prades. Jusqu'au Moyen Âge, l'Europe raffina le fer au moyen de bas fourneaux, qui ne produisent pas de fonte ; la technique du haut fourneau, qui, elle, produit de la fonte brute à partir de charbon de bois et de minerai de fer, a été mise au point en Chine au milieu du Ve siècle av. J.-C. et a donc mis plus d'un millier d'années à diffuser jusqu'en Occident.

Ainsi l'écart des températures de fusion le fer (1536 °C) justifie leur ordre d'entrée en scène. Le fer est l'un des métaux les plus abondants de la croûte terrestre. On le trouve un peu partout, combiné à de nombreux autres éléments, sous forme de minerai [15].

4 .Le fer dans l Enivrement

À des concentrations dans lesquelles il est retrouvé généralement dans le milieu naturel, le fer ne présente pas de problèmes de santé particuliers, ni pour l'environnement mais apporte cependant, des désagréments d'ordre esthétique et surtout gustatif. En effet, le fer donne une coloration de rouille à l'eau qui peut tâcher le linge, les sanitaires ou bien encore les produits issus de l'industrie agro-alimentaire.

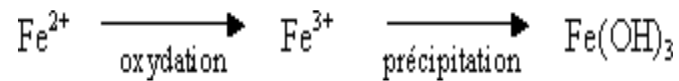
5 .Le fer dans l eau

Sa présence dans l'eau peut avoir diverses origines : lessivage des terrains avec dissolution des roches et des minerais contenus dans le sous-sol, rejets industriels (pollutions minières, métallurgiques, sidérurgiques), corrosion des canalisations métalliques et existence de dépôts antérieurs. Par ailleurs, le fer existe en solution dans les eaux privées d'oxygène. Suivant les cas, il peut être présent à l'état colloïdal, c'est-à-dire sous formes de complexes organiques ou minéraux.

En effet, l'eau souterraine riche en fer soluble, est claire. Mais lorsqu'elle est exposée à l'air, elle devient trouble par oxydation, suivie d'une précipitation des substances minérales. Le fer est un oligoélément essentiel à la vie. Toute fois, il est considéré à des concentrations supérieures à 0,2 mg/l comme indésirable, il est alors dit organoleptique et modifie certaines caractéristiques des eaux : goût, saveur, coloration. En raison de sa présence dans la roche mère, des problèmes liés à son accumulation peuvent apparaître et conduire à la pollution des eaux souterraines et superficielles [15].

Le fer donne aussi un goût métallique à l'eau rendant désagréable sa consommation. Il peut également être à l'origine de la corrosion des matériaux et, dissous, il permet le développement de micro-organismes qui rendront l'eau impropre à la consommation La concentration en fer peut varier d'un endroit à un autre et en fonction de la profondeur pour une même nappe souterraine. La forme sous laquelle se trouve le fer peut également varier. En effet, lorsque la matière organique colloïdale est présente dans l'eau souterraine, elle peut former avec ce métal des complexes et son élimination devient alors liée à l'élimination de la matière organique. En absence de matière organique, le fer est sous forme d'ions bivalents (Fe^{2+}) à cause de l'absence d'oxygène dans l'eau souterraine et du pH qui est proche de la

neutralité. Dans les eaux bien aérées, le potentiel redox du milieu est tel qu'il permet une oxydation du fer ferreux en fer ferrique qui se précipite ensuite sous forme d'hydroxyde de fer $\text{Fe}(\text{OH})_3$, permettant une élimination naturelle du fer dissous.



Cependant, les eaux souterraines sont peu aérées. Le fer reste donc en solution et il est nécessaire de l'éliminer afin de respecter les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) dans l'eau potable (la concentration en fer ne doit pas dépasser 0.2mg/l)



Figure (03) Coloration des eaux de rivière par la formation rouille due à l'oxydation des roches ferreuses

6. Biologie humaine et fer

Le fer, comme le calcium, est un élément qui est indispensable au corps humain. Durant toute la vie de l'Homme, de ses premières à ses dernières années, les besoins en fer restent importants et si elles ne sont pas respectées, des carences peuvent apparaître et donner naissance à des anémies ferriprives. Mais tout est poison selon la dose, le fer en surdosage est

Nocif pour la santé et augmente le risque d'hépatite, de cancer mais on suppose également qu'il est impliqué dans la maladie de Parkinson.

7 .Teneur en fer des produits d'origine animale

Fer trouvé dans les produits animaux avec des concentrations différentes sont indiquées dans le tableau suivant

Table (02) Teneur en fer des produits d'origine animale [22]

produit portion 100 g	teneur en fer en mg par portion
Epaule d'agneau cuite	2,2 mg
Œuf cuit	2.6 mg
Sardine en boîte	2.7 mg
Rosbif cuit	3.1 mg
Canard rôti	3.4mg
Bœuf braisé	5.9 mg
Rognon de bœuf cuit	7.6mg
Foie de poulet cuit	12.2mg

8 .Teneur en fer des produits d'origine végétale

Fer trouvé dans les produits végétaux avec différentes concentrations sont indiquées dans le tableau suivant

Table (03) Teneur en fer des produits d'origine végétale [22]

produit portion g	teneur en fer en mg par portion
Haricot vert cuit, bette cuite (100g)	2.2 à 2.3 mg
Haricot rouge cuit(100 g)	2.3 mg
Haricot blanc cuit (60 g)	3 mg
Pignon de pin, noix de cajou (100 g)	4.6 à 5 mg
Lentilles (60 g)	6,4 mg
Flocons d'avoine (30 g)	1,1 mg
Epinards (120 g)	3,2 mg
Petits pois (120 g)	2,3 mg

9. Besoins quotidiens

Le fer un élément très important pour le corps humain car il a besoin tout les jours varier selon les espèces et les catégories, comme indiqué dans le tableau suivant

Table (04) Besoins quotidiens [22]

Âge (Homme Femme)	Référence nutritionnelle en fer en mg par jour (1)
Enfants de 6 mois à 9 ans	7 mg
Adolescents de 10 à 12 ans	8mg
Adolescentes de 13 à 19 ans	14mg
Adolescents de 13 à 19 ans	12mg
Femmes réglées	11 mg si les pertes menstruelles sont faibles ; 16 mg si les pertes menstruelles sont élevées.
Hommes	11 mg
Femmes enceintes	25 à 35mg
Femmes allaitantes	10mg
Personnes âgées de plus de 75 ans	10mg

10 .Les effets de fer

On peut trouver du fer dans la viande, les produits complets (pain...), les pommes de terre et les légumes. Le corps humain absorbe le fer des produits animaux plus vite que le fer provenant des plantes.

Le fer est une part importante de l'hémoglobine: c'est l'agent colorant rouge du sang qui transporte l'oxygène dans notre corps.

Il peut causer des conjonctivites, des problèmes de rétines s'il est en contact et reste dans les tissus. L'inhalation chronique de concentrations excessives de vapeurs d'oxyde de fer peut avoir comme conséquence le développement d'une pneumoconiose bénigne, appelé la sidérose, qui est observable lorsqu'il y a changement de rayon X. Les fonctions des poumons ne sont pas affaiblies avec la sidérose L'inhalation de concentrations excessives d'oxyde de fer peut augmenter le risque de développement de cancer du poumon, particulièrement pour les ouvriers exposés. LD50 (oral, rat) = 30 mg/kg. (LD50. Dose mortelle 50, dose unique d'une substance qui cause la mort de 50% d'une population animale exposée à la substance par

n'importe quel itinéraire autre que l'inhalation. Habituellement exprimé en milligrammes ou en grammes de matériel par kilogramme de poids animal (mg/kg ou g/kg.)

11. Les propriétés physiques du fer

Le fer un métal qui, en fonction de la température, se présente sous plusieurs formes allotropiques. Dans les conditions normales de pression et de température, c'est un solide cristallin de structure cubique centré (fer α ou ferrite) ; à partir de 912 °C, il devient cubique à faces centrées (fer γ ou austénite) au-delà de 1 394 °C, il redevient cubique centré (fer δ) ; la transformation en fer ϵ (structure hexagonale compacte) se produit à température ambiante à 130 kilo bars[4].

Le fer est ferromagnétique : les moments magnétiques des atomes s'alignent sous l'influence d'un champ magnétique extérieur et conservent leur nouvelle orientation après la disparition de ce champ. Des courants de convection dans la couche externe du noyau terrestre (noyau externe), de « l'alliage » liquide principalement fer-nickel, sont supposés être à l'origine du champ magnétique terrestre [20].

Table (05) propriétés physique de fer [21]

Etat ordinaire	Solide ferromagnétique
Point de fusion	1538°C
Point d'ébullition	2861°C
Energie de vaporisation	349.6 kJ mol ⁻¹
Volume molaire	7.09 10 ⁻⁶ m ³ mol ⁻¹
Pression de vapeur	7.05 Pa
Vitesse de son	4910 ms ⁻¹ à 20° C

12. Les propriétés chimiques du fer

- Le fer, combiné à l'oxygène, s'oxyde, suivant les conditions en trois oxydes de fer
- l'oxyde de fer(II) FeO (oxyde ferreux)
- l'oxyde de fer(III) Fe₂O₃ (oxyde ferrique)
- l'oxyde de fer (II, III) Fe₃O₄ (oxyde magnétique).

- À l'air libre en présence d'humidité, il se corrode en formant de la rouille, constituée d'oxydes et d'oxyhydroxy des ferriques hydratés, qu'on peut écrire $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$
- En solution aqueuse, l'élément chimique fer est présent sous forme ionique avec deux valences principales :
- Fe^{2+} (l'ion fer(II), anciennement appelé ferreux) la solution est stable pour les pH inférieurs à 6. Pour un pH supérieur à cette valeur, l'hydroxyde de fer(II) $Fe(OH)_2$ précipite
- Fe^{3+} (l'ion fer(III), anciennement appelé ferrique). Les solutions de chlorure de fer(III) sont orange, et celle de nitrate de fer(III) sont incolores. Ces solutions doivent avoir un pH inférieur à 2 car l'hydroxyde de fer(III) $Fe(OH)_3$ est peu soluble
- Un certain nombre d'ions conduisent à la précipitation des ions du fer en solution. L'ion hydroxyde OH^- est de ceux-là (voir ci-dessus). L'ion sulfure S^{2-} permet de former le sulfure de fer(II) FeS le sulfure de fer(III) et Fe_2S_3 pour des pH pas trop acides [9].

13. Utilisation

Le fer est un métal essentiel, qui entre dans la composition de nombreux alliages dont les aciers inoxydables. Il est utilisé dans les machines ainsi que dans les infrastructures du monde moderne.

Le fer n'est pratiquement pas utilisé à l'état pur (hormis pour résoudre certains problèmes de soudabilité, notamment sur aciers inoxydables) [16].

Le fer métallique et ses oxydes sont utilisés depuis des décennies pour fixer des informations analogiques ou numériques sur des supports appropriés (bandes magnétiques, cassettes audio et vidéo, disquettes) [6].

C'est également le métal le plus utile sous forme d'acier. L'acier est obtenu à partir de la fonte liquide. Cet acier carboné renferme au maximum 2 % de carbone. Existe également l'acier 15 allié où d'autres éléments métalliques sont incorporés lors de son élaboration afin d'en modifier les propriétés. En fonction de leur dureté, ils sont choisis comme matériaux pour outillages ou de construction [20].

Dans l'industrie il est utilisé : traitement de l'eau :

Chlorure ferrique/manganèse

Traitement par liqueur dense

Engrais/pesticides : manganèse/magnétite

Catalyse : magnétite/hématite/manganèse

Peinture : oxyde de fer, baryte

Agent oxydant : manganèse

Le fer est un oligo-élément et fait partie des sels minéraux indispensables qu'on retrouve dans les aliments, mais peut être toxique sous certaines formes (saturnisme par exemple).

14. Utilisation humaine

En plus de son intérêt technologique, le fer est nécessaire à toute vie humaine et animale, notamment en assurant le transport de l'oxygène dans le sang sous forme de myoglobine et d'hémoglobine. On le trouve aussi dans les cytochromes qui transportent les électrons dans les chaînes respiratoires et dans certaines enzymes. Dans un humain de 60 kilogrammes, on trouve 4 grammes de fer, dont 2,5 grammes correspondent à l'hémoglobine.

15. Utilisation médicale

Le fer est utilisé en tant que médicament. Il est utilisé dans les cas de carences en fer (dites carence martiale) pouvant provoquer une asthénie, voire une anémie ferriprive. Il peut être donné par voie orale ou en injection.

Conclusion

Le fer est l'un des métaux les plus anciens découverts. Le fer se distingue également des autres minéraux en étant le plus abondant

Le fer se retrouve dans l'eau et se caractérise par plusieurs propriétés physiques et chimiques. L'importance principale du fer réside également dans la croissance du corps et le maintien du renforcement de la santé publique, et en raison du faible coût de production du fer et de sa résistance, son utilisation est devenue indispensable dans plusieurs domaines (génie industriel, médical)

Chapitre III

Procédés de défrisassions des eaux

1. Introduction

Élimination du fer de l'eau En oxydant plusieurs facteurs qui oxydent le fer (II) en fer (III) afin de faciliter l'élimination de lui. Où il y a du fer dans l'eau en différentes quantités selon les formations géologiques De la zone et des composants chimiques du cours d'eau. Lorsqu'il dépasse la limite autorisée, cela pose des problèmes L'eau, qui affecte la potabilité de l'eau et montre un goût métallique dans l'eau et change la couleur de l'eau Et il forme des composés organiques complexes, car il réduit l'efficacité du chlore utilisé pour la stérilisation.

Dans ce chapitre présente les méthodes de procédés de défrisassions des eaux.

2 .Défrisassions par échange d ions

Dans certains types d'eau, un échangeur de sodium est utilisé pour éliminer le fer dissous.

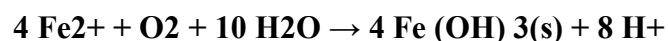
L'élimination du cation fer est similaire et coïncide avec l'élimination du calcium. Éviter Dépôts dans le lit de l'échangeur avec des hydroxydes précipités, tous deux de Fer et à l'état dissous, l'air doit être évité de l'adhérence et du contact avec l'échangeur de Sodium Cationique à tout moment. Le bicarbonate, le carbonate de fer et le sulfate peuvent Egalement être éliminés avec un échangeur Hydrogène dans le cadre du système de dessalement).

Par contre, le volume de résine nécessaire à l'échange d'ions fait en sorte que ce type de procédé est surtout intéressant pour les petits systèmes et qu'il est difficile de le mettre en application pour les grandes usines de potabilisation de l'eau.

3 .Défrisassions par des procédés biologiques

La défrisassions par voie biologique est un phénomène en milieu aérobie, qui induit une Oxydation du fer permettant de combiner les phases d'oxydation et de filtration en même temps.

Les bactéries du fer permettent l'oxydation du fer (II) pour le faire précipiter sous forme de fer(III) Les Ferro bactéries spécifiques tirent leur énergie de l'oxydation du fer pour leur développement. Pour cela toutes les conditions doivent être réunies : teneur en oxygène, pH, température de l'eau, potentiel redox... Ces bactéries sont autotrophes, c'est à dire que leur source de carbone est minérale ($\text{HCO}_3^- - \text{CO}_2$) selon la réaction ci-contre.



Cette défrisassions est réalisée dans des filtres à sable, dont le média est colonisé par les souches bactériennes spécifiques du fer. Un apport d'oxygène, plus ou moins important en fonction du pH, est réalisé en amont du filtre, afin de favoriser le développement des bactéries, et en aval, pour revenir à un taux d'oxygène normal dans l'eau après consommation par les bactéries.

Table (06) Optimales Conditions de développement des bactéries du Fer [3]

Métaux de transition	Fer
Teneurs en Oxygène dissous	0,2 à 3 mg/l
Potentiel d'oxydoréduction	100 à 600 mV
pH	5,5 à 7,2

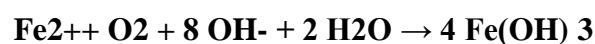
4. Procédés de défrisassions

Les procédés de défrisassions consistent à faire passer le fer existant sous la forme Dissoute Fe^{2+} à une forme oxydée insoluble grâce à une réaction d'oxydoréduction ou par Une oxydation biologique qui sera suivie d'une filtration sur les lits granulaires pour les éliminer facilement.

Cette filtration permet à l'eau de percoler à travers un lit filtrant constitué D'un ou plusieurs matériaux granulaires pour retenir les hydroxydes en fer.

5 .défrisassions par procédé de voie physico-chimique

Le fer dissous est présent sous forme de fer ferreux. Il suffit de l'oxyder en fer ferrique pour qu'il précipite. Cette oxydation est possible en réalisant une simple aération, selon la réaction ci-contre avec un $pH > 4$.



La réaction d'oxydation est d'autant plus rapide à des pH plus élevé et avec une saturation en oxygène

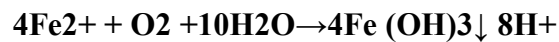
6 .Procédés d'oxydation

Le fer peuvent être oxydés par différents produits chimiques .Le fer bivalent .Fe²⁺ est alors transformé en fer trivalent. Fe³⁺.Ces métaux ont alors fortement tendance à se combiner à d'autres substances et à précipiter .Les principaux produits qui permettent d'oxyder ces métaux sont l'oxygène, le chlore, le permanganate de potassium, le dioxyde de chlore et l'ozone.

6- 1 Procédé chimique

6- 1- a Oxydation par l'oxygène

Les principales réactions qui ont lieu lors de l'oxydation du fer par l'oxygène sont les suivantes



Une analyse stœchiométrique de ces équations permet d'obtenir le tableau (07) ,dans lequel on remarque que la quantité d'oxygène requise est deux est fois plus élevée pour l'oxydation du manganèse que pour celle du fer .Par ailleurs ,lors de ces réaction .il y a production d'ions hydrogène ,ce que a tendance , lorsque l'alcalinité est faible, à abaisser le ph et par le fait même , à réduire la vitesse de réaction .[3]

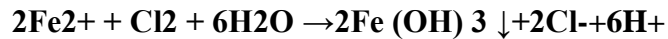
Table (07) Éliment requise ou produits lors de l'oxydation par l'oxygène de 1mg /l de fer [3]

Elément	fer
O ₂ requis (mg/L)	0.14
H ⁺ produit (mg/L)	0.036
Alcalinité consommée (mg/L de CaCO ₃)	1.8

Stumm et Lee (1961)ont en effet montré que la cinétique de l'oxydation du fer par l'oxygène était fonction du ph au dessus de 7.A 'titre d'exemple .signalons que l'oxydation du fer par l'oxygène a lieu environ 4 fois plus rapidement à un ph de 7,25 qu' à un ph de 6,50 .La cinétique d'oxydation du manganèse par l'oxygène est également fonction du ph ainsi ,lorsque le ph est inférieur à 9,1 la vitesse de réaction est pratiquement nulle :il faut un ph supérieur à 9,5 pour obtenir une vitesse de réaction adéquate .Soulignons enfin que l'oxydation du manganèse est plus lente que celle du fer ,et ce quel que soit l'oxydant utilisé.[3]

6 -1- b Oxydation par le chlore

Les principales réactions qui ont lieu lors de l'oxydation du fer par le chlore sont les suivantes



Une analyse stœchiométrique de ces équations permet d'obtenir le tableau 8. Dans lequel on remarque que les réactions d'oxydation par le chlore libèrent des ions hydrogène, ce qui a tendance à abaisser le pH. De plus, ces réactions exercent une importante influence sur l'alcalinité, surtout dans le cas de l'oxydation du manganèse. Il existe peu de travaux relatifs aux cinétiques d'oxydation du fer par le chlore. Selon White (1972). L'oxydation du fer (complexes inorganiques) est pratiquement instantanée lorsque le pH oscille entre 4 et 10. Par contre, lorsque le fer forme des complexes chimiques avec des substances humiques l'oxydation est beaucoup plus lente. [3]

Table (08) Éléments requis ou produits lors de l'oxydation par le chlore de 1mg/L de fer [3].

Elément	fer
Cl ₂ requis (mg/L)	0.64
H ⁺ produit (mg/L)	0.054
Alcalinité consommée (mg/L de CaCO ₃)	2.70

6 -1- c Oxydation par le permanganate de potassium

Les principales réactions qui ont lieu lors de l'oxydation du fer par le permanganate de potassium sont les suivantes



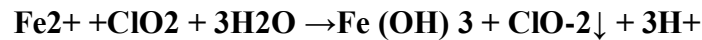
Une analyse stœchiométrique de ces équations permet d'obtenir le tableau 9. En pratique, les quantités de KMnO₄ requis pour oxyder le fer sont en général plus faibles que celles calculées stœchiométriquement. On explique ce phénomène par la formation de MnO₂, lequel agit probablement comme catalyseur. Lorsque le pH oscille entre 6 et 9, la vitesse de réaction est plus rapide que pour l'oxydation par le chlore [3]

Table (09) Éléments requis ou produits lors de l'oxydation par le chlore de 1mg/L de fer [3].

Elément	fer
KMnO ₄ requis (mg/L)	0.94
H ⁺ produit (mg/L)	0.030
Alcalinité consommée (mg/L de CaCO ₃)	1.5

6 -1 - d Oxydation par le dioxyde de chlore

Les principales réactions qui ont lieu lors de l'oxydation du fer par le dioxyde de chlore sont les suivantes



Le dioxyde de chlore réagit plus rapidement que le chlore avec le fer e dissous Les principales réactions qui ont lieu lors de l'oxydation du fer par le dioxyde de chlore sont les suivantes. [3]

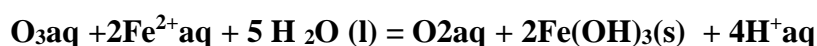
Table (10) Éléments requis ou produits lors de l'oxydation par le chlore de 1mg/L de fer [3].

Elément	fer
ClO ₂ requis (mg/L)	1.21
H ⁺ produit (mg/L)	0.054
Alcalinité consommée (mg/L de CaCO ₃)	2.69

6 - 1- e Oxydation par l'ozone

L'ozone est un oxydant puissant qu'on peut utiliser pour oxyder le fer, en tenant cependant compte des effets secondaires indésirables qui en découlent. L'oxydation du fer entraîne en effet la formation d'un précipité qui peut adhérer aux bulles d'air ozoné, ce qui produit de l'écume à la surface de l'eau.

Les principales réactions qui ont lieu lors de l'oxydation du fer par l'ozone sont les suivantes

**6 - 2 Procédé physique****6 - 2- a Cascade d'aération**

Ces cascades a pour but d'oxyder le fer. Et pour à faire passer l'eau en contact avec l'air atmosphérique. L'évaluation des charges se fera en considérant le cas de chargement maximal. Les cascades d'aération sont composées d'un bassin de dissipation sera de forme rectangulaire, sa fonction est de diminuer la vitesse du fluide.

D'une suite de cascades et d'un canal de répartition Ce canal a pour but principal de faire la répartition de l'eau dans les filtres qui disposent de deux entrées chacun. Au niveau de chaque cascade, seront disposés des créneaux. Ces créneaux sont des éléments métalliques montés en tête de cascade. Ils sont en forme de scie et leur but principal est de bien répartir le débit et de favoriser ainsi l'aération. [10]



Cascade Aerator



Cascade Aerator

Figure (04) CASCADE D'AERATION

7. Installations des équipements de défrisassions

Il existe deux types d'installations de défrisassions biologiques, les installations sous pression et les installations gravitaires

7- 1 les installations sous pressions

Caractérisée s par l'injection d'air si nécessaire et par le filtrage à sable sous pression sont préconisées que pour des débits à traiter rarement élevés.

7-2 les installations gravitaires

Sont caractérisées par l'aération intensive et le filtrage à sable gravitaire. Elles sont recommandées que pour des débits élevés.

Le procédé biologique est très utilisé et présente de nombreux avantages par rapport au procédé physico-chimique.

En défrisassions biologique, les lignes de traitement sont simplifiées, la tour d'oxydation et le bassin de contact entre l'aération et la filtration sont supprimés, tout comme l'ajout d'oxydant fort. Enfin, le coût de ce type de station est moindre, il représente 60 % du prix d'une station physicochimique. Cependant, le traitement simultané du fer et du nécessite avoir deux étages de filtration. [11]

Conclusion

Dans ce chapitre, les méthodes d'oxydation sont expliquées, à savoir l'oxydation au chlore et l'oxydation à l'air, ainsi que l'oxydation par l'ozone, l'oxydation par le permanganate de potassium, l'oxydation par le dioxyde de chlore et les Défrisassions par des procédés biologiques afin de parvenir à de meilleures méthodes de traitement pour fournir de l'eau potable pure. Ils ne présentent aucun danger pour l'homme.

Chapitre IV

Méthodes et

Matérielles

1. Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation des différents réactifs utilisés de l'appareillage et de la méthodologie expérimentale adoptée nous avons présenté comment préparer une solution mère

2. Balance laboratoire

La balance électronique est l'un des critères précis de l'unité de mesure par rapport aux balances mécaniques et la possibilité d'y associer des fonctions de calcul car elle augmente les fonctions supplémentaires pour rendre le poids supplément



Figure (05) balance de laboratoire

3. La conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Cette notion est inversement proportionnelle à celle de résistivité électrique. L'unité de mesure utilisée est le Siemens par mètre (S/m). La conductivité d'une solution dépend de la nature des ions présents et de leurs concentrations. Plus la concentration en ions dans la solution sera importante, plus la conductivité sera élevée.



Figure (06) Instrument de mesure multi paramètre de terrain

4. La turbidité

La mesure de la turbidité permet de donner les informations visuelles sur l'eau.

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspensions, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. La turbidité peut être évaluée par un certains nombre de méthodes qui sont pratiquées sur le terrain ou au laboratoire

- Remplir une cuvette de mesure bien précisée
- Essuyer avec du papier hygiénique
- Appuies sur la flèche
- Effectuer directement de la mesure



Figure (07) turbidité mètre

5. Méthode dosage de fer

Le dosage en fer dissous est déterminé comme suite

- Sélectionner le programme correspondant (Figure) à la mesure du fer gamme haute à l'aide des touches.

- Dans une cuvette, verser 10 ml de l'échantillon à tester.
- Après l'avoir soigneusement essuyée, placer cette cuvette dans le logement prévu à cet effet en respectant l'ergot d'alignement.
- Appuyer sur la touche ZERO, un message «SIP» apparaît.
- Après quelques secondes, l'instrument indiquera 0,0 indiquant qu'il est prêt pour la mesure.
- Ajouter un sachet de réactif puis agiter jusqu'à dilution.
- Placer la cuvette soigneusement essuyée dans le logement prévu à cet effet en respectant l'ergot d'alignement.
- Appuyer sur la touche READ TIMED l'instrument décomptera automatiquement 3 mn.

Un message «SIP» apparaît, suivi de l'affichage de la concentration en mg/l de fer. [3]



Figure (08) Spectrophotomètre de paillasse DR 6000

6. Agitateur

Cet appareil, en général de petites dimensions, est constitué, quelque soit le modèle, d'un moteur électrique

L'agitateur magnétique est un appareil d'agitation possédant une fonction de chauffage. Il permet de mettre en équilibre thermique des substances placées dans des récipients sur la plaque chauffante, positionnée sur le dessus



Figure (09) Agitateur magnétique chauffant

7. Préparation les échantillons

7. à) Préparation solution de chaux

Dans notre travail, nous préparons une solution mère composée de (500 ml d'eau distillée) en plus de (5 g chaux) et la mettons dans l'agitation pendant une heure pour mélanger la solution

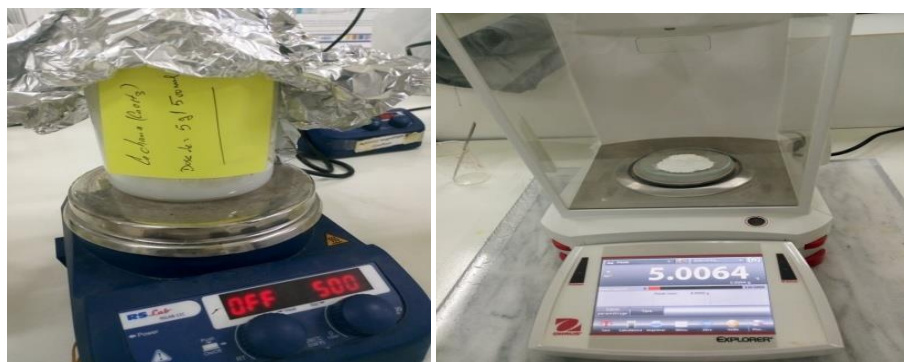


Figure (10) Mesurer la quantité de la chaux

7. b) préparation solution de $\text{Fe}+2\text{so}_4^-$

Préparons une seconde solution mère en dissolvant (1g de fer so_4^-) dans (500 ml eaux distillée) et en le plaçant également dans l'inducteur pour mélanger la solution on suite non prenons un échantillon de (2.5 ml de solution mère fer so_4^- dans (1L eaux distillée)

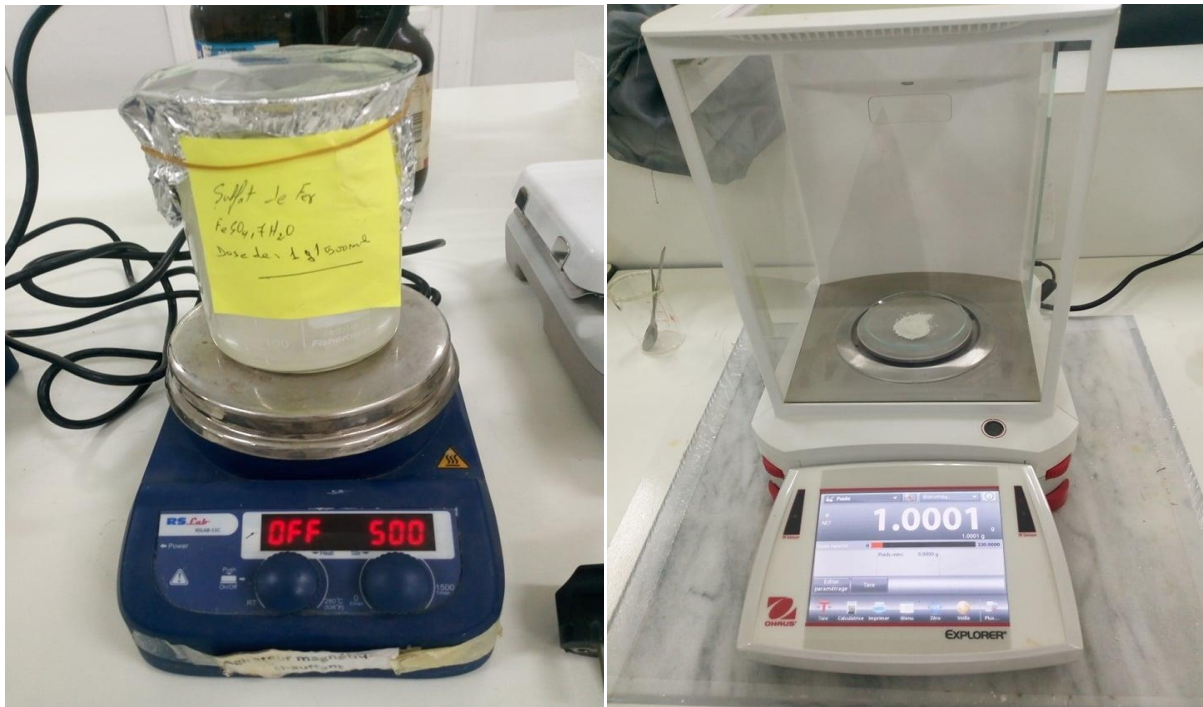


Figure (11) Mesurer la quantité de fer

Nous mesurons les propriétés initiales de la solution mère (ph, conductivité, Tur, CF_e).

Afin de déterminer le pourcentage de fer qui correspond aux conditions initiales de l'expérience (CF_e: 3.41)



Figure (12) mesure de ph et la conductivité

Chapitre V

Résultats Et

Discussion

1. Introduction

Dans cette partie appliquée, que nous avons réalisée en laboratoire pour connaître la relation entre le fer et la chaux et les masses ajoutées dans chaque échantillon d'expériences pour éliminer le fer selon les critères donnés, les résultats sont présentés dans le tableau et les courbes.

2. L'influence de la dose de chaux

Cette méthode est basée sur l'ajout d'augmentation des différentes quantités de chaux pour trouver la relation entre la masse de la chaux et la teneur en fer pour réduire sa présence.

Dans cette étape, nous préparons (06) échantillons dans chaque bécher d'une capacité de 250 ml, nous mettons une quantité d'eau distillée de 250 ml et ajoutons 2 ml de la solution mère de sulfate de fer et nous changeons la quantité de la chaux dans chaque bécher (10 mg, 15 mg, 25 mg, 50 mg 75 mg / 100 mg) chaque bécher que nous mettons sur le mélangeur à des temps variables (5min, 10 min, 15 min, 20 min, 25 min, 30 min) après chaque période de rotation nous prélevons un échantillon à mesurer (ph ,conductivité,Tur,C Fe)

Table (111) Evolution du fer par la chaux

N° échantillons	1	2	3	4	5	6
Cfer	0.96	0.15	0.14	0.36	1.28	1.83
Turb	0.43	0.86	1.19	4.44	13.72	17.48
R (%)	71.85	95.60	95.89	89.44	62.46	46.33

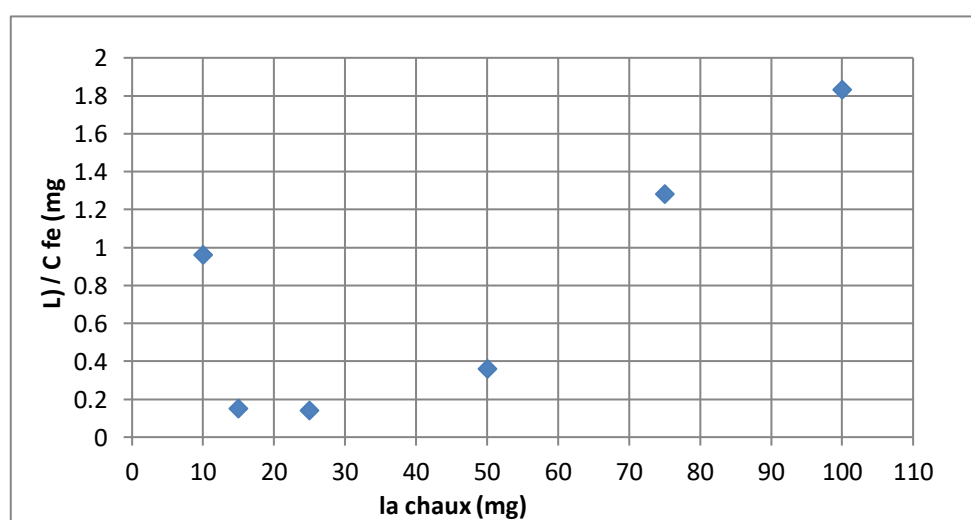
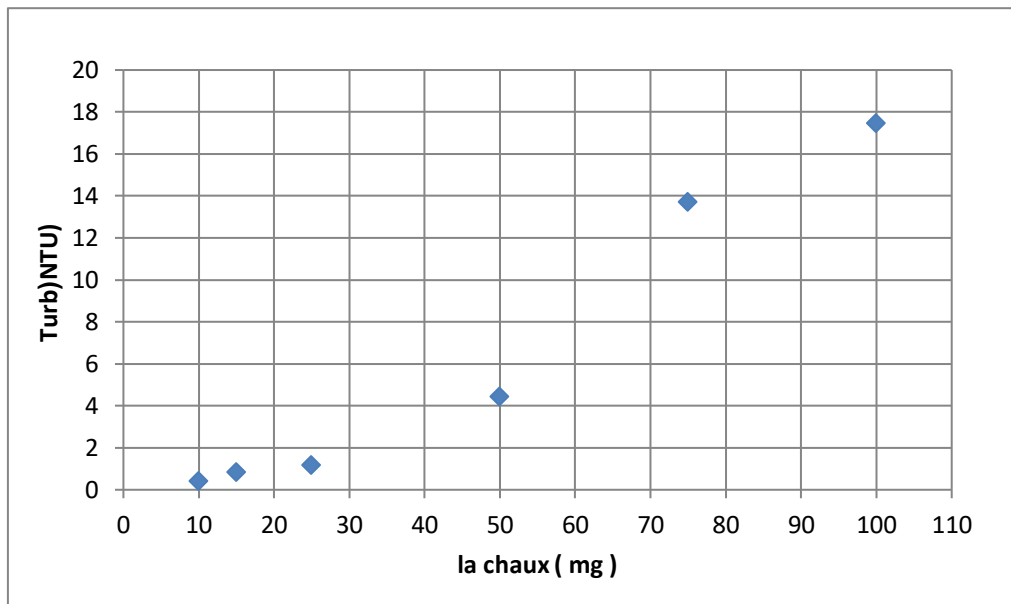


Diagramme (01) Evolution du fer

On remarque bien que le fer diminue de 0,96 mg/l à l'état initial à 0,14mg/l dans le Bûcher 1, cette diminution est bien liée avec la concentration de la chaux ajoutée,

Puis il a augmenté progressivement lors de l'ajout de 100 mg On peut conclure que la valeur de concentration la plus basse de fer l'atteint lors de l'ajout de 25 mg de chaux on peut dire là que chaux élimine le fer plus que la dureté.



Diagramme(02) Evolution la Turb

On remarque que la turbidité passe de 0,43 NTU dans le cas initial à 1,19 NTU dans des proportions proches, lors de l'ajout de 25 mg de chaux, puis augmente significativement lors de l'ajout de 100 mg de chaux.

Toute relation positive. En deux qualité asque filtré ou non filtré.

Les résultats affichés ont été interprétés comme étant plus le Matière en suspension dans l'eau, plus le taux de turbidité est élevé.

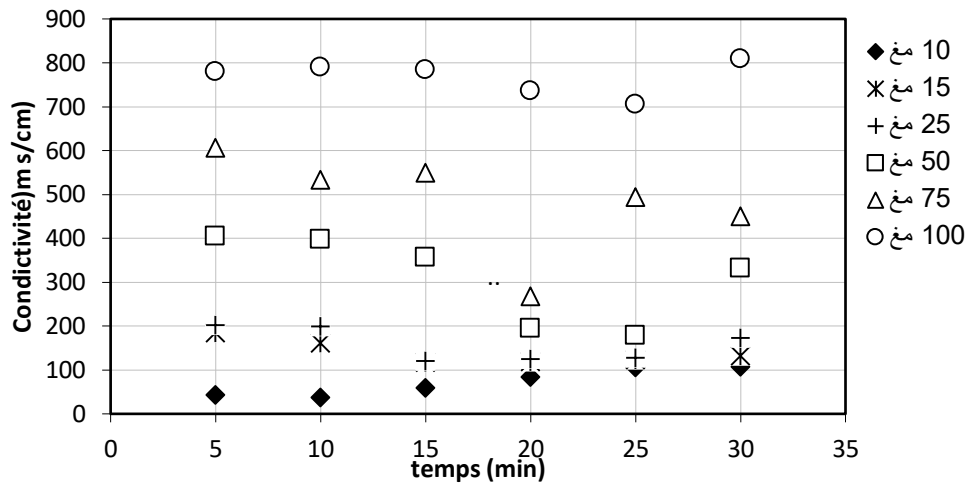
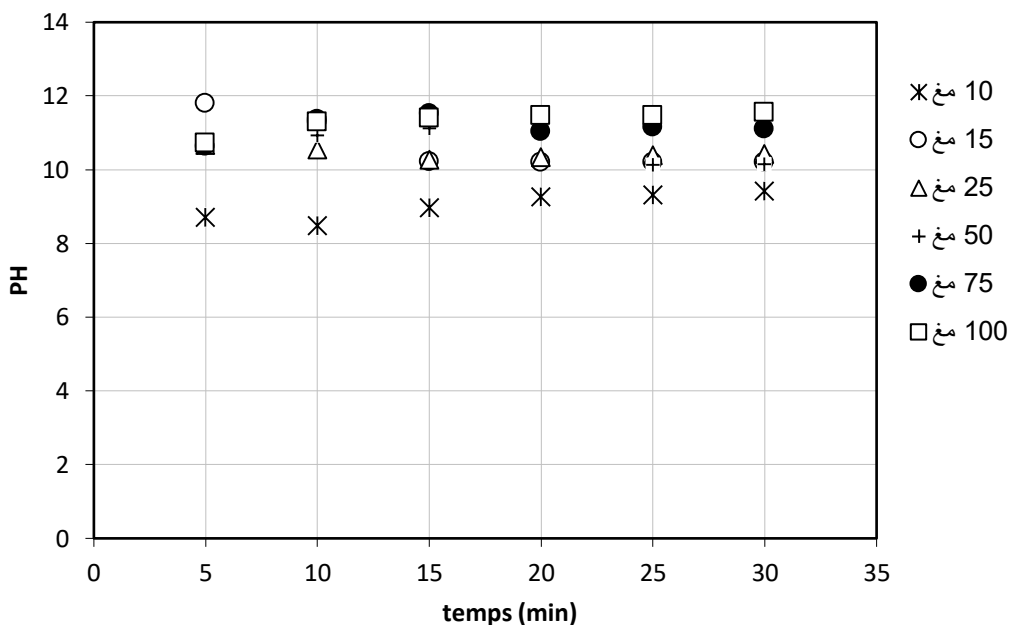


Diagramme (03) Evolution de la conductivité

On remarque que la conductivité électrique au début de la réaction augmente puis diminue progressivement pour se fixer à un temps de 20 minutes, puis elle revient à augmenter, et de là on en conclut que le temps de réaction est de 20 minutes, ce qui signifie que toutes les réactions sont fixes à ce moment.



Diagramme(04) Evolution du PH

On remarque au début que le pH augmente progressivement avec le temps, jusqu'à se stabiliser à un moment de 20 minutes après avoir changé la quantité de chaux ajoutée pour toutes les réactions.

3. L'influence de temps d agitations

Dans la deuxième étape, nous préparons 6 échantillons, dans chaque bécher d'une capacité de 250 ml, nous mettons 250 ml d'eau distillée et ajoutons 2 ml de la solution mère de sulfate de fer .Nous mettons également 25 mg de chaux dissoute dans l'eau, dont la quantité a été déterminée dans la première étape, changez le temps de rotation par bécher (5min, 10min, 15min, 20min, 25min, 30min) et après chaque période on prélève un échantillon pour la mesure (ph ,conductivité,Tur,CFe).

Table (12) Résultat d'influence de temps d agitations

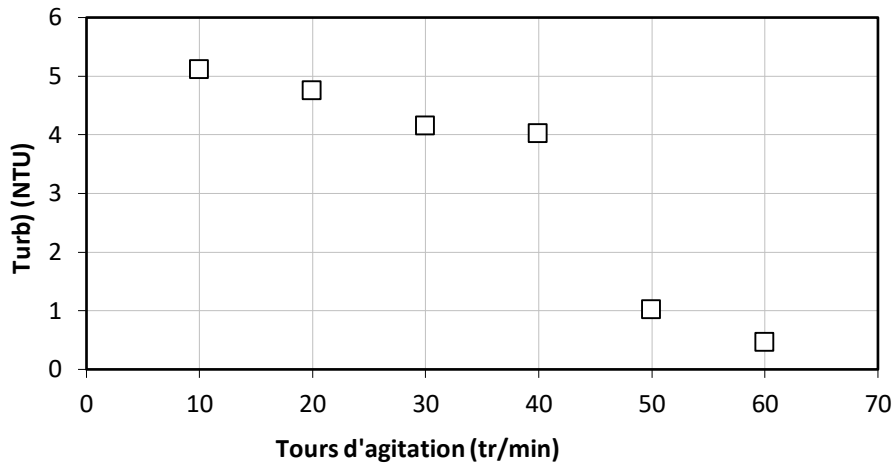
Les échantillons	1	2	3	4	5	6
Temps d'agitation (min)	5	10	15	20	25	30
Cfer	0,18	0,14	0,17	0,13	0,17	0,15
Turb	4,84	4,17	5,4	3,67	4,68	2,72
R (%)	94,72	95,89	95,01	96,19	95,01	95,60

4. L'influence de tours d'Agitations

Dans cette étape, après avoir réglé le temps de rotation de (20) minutes, nous préparons (06) échantillons dans une capacité de (250) ml de bécher. Chaque échantillon contient (250) ml d'eau distillée, (02) ml de solution de sulfate de fer et (25) mg de chaux pour chaque bécher. Nous mettons les échantillons au niveau du mélangeur pendant (20) minutes avec La différence de vitesse de rotation de chaque bécher (10 min, 20 min, 30 min, 40 min, 50 min, 60 min) après la fin de la période de rotation, prélever un échantillon de chaque bécher pour mesurer(ph, conductivité, T° ,Tur,Cfe)

Table (13) Résultat d' l'influence de tours d'Agitations

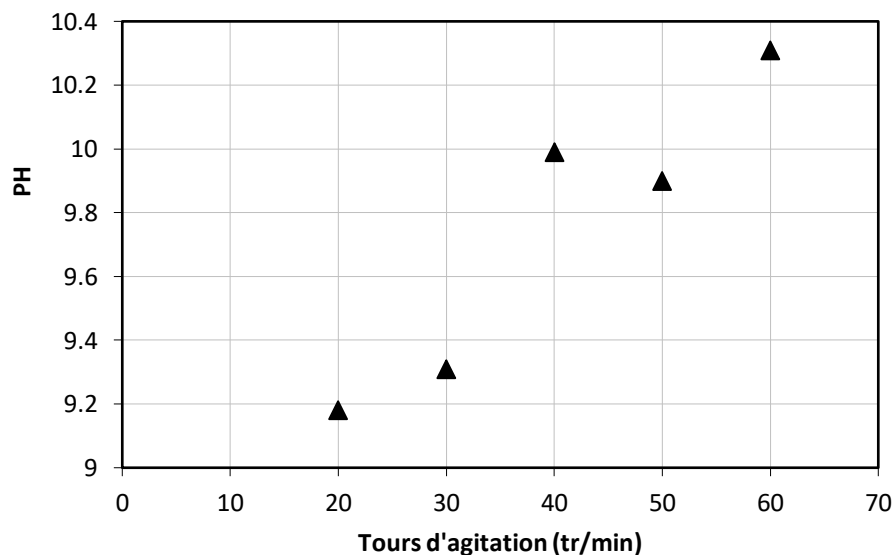
Les échantillons	1	2	3	4	5	6
Cfer	0,28	0,26	0,17	0,15	0,13	0,03
Turb	5,11	4,75	4,15	4,02	1,02	0,46
R (%)	91,79(%)	92,38(%)	95,01(%)	95,60(%)	96,19(%)	99,12(%)



Diagramme(05) Evolution du Turb

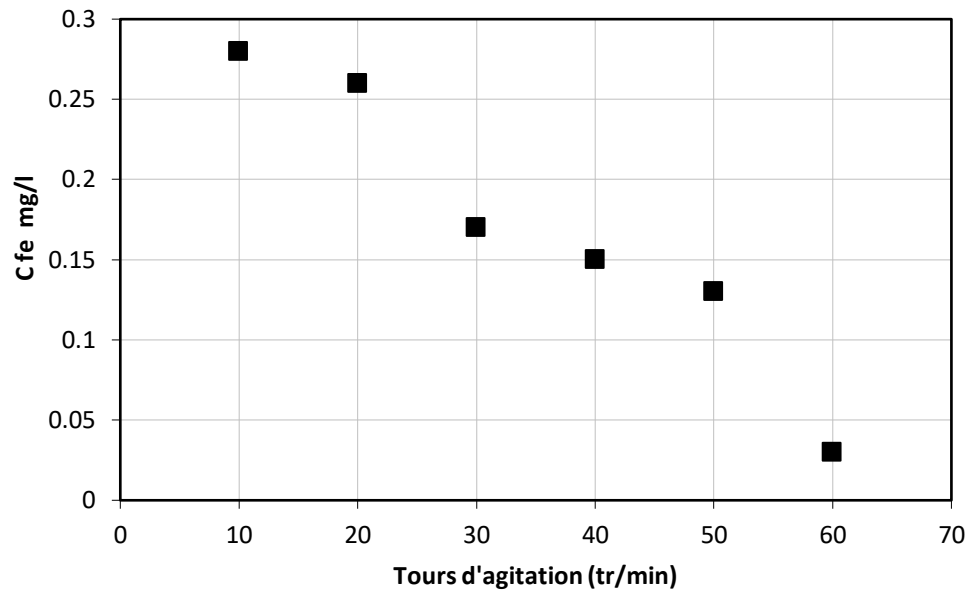
On remarque que la turbidité augmente au début de la réaction puis diminue progressivement jusqu'à atteindre la valeur la plus basse de (0,46) NTU ce qui signifie que plus la vitesse de rotation n'est élevée, moins la turbidité est importante

Nous expliquons les résultats montrés par la vitesse de rotation, d'autant plus qu'elle empêche la sédimentation des substances en suspension dans l'eau, ce qui conduit à une diminution du taux de turbidité



Diagramme(06) Evolution du PH

On remarque que le niveau de pH augmente à mesure que la vitesse de rotation augmente



Diagramme(07) Evolution du C Fe

On remarque au début de la réaction que la concentration en Fer augmente, puis diminue progressivement, à mesure que la vitesse de rotation augmente jusqu'à atteindre une valeur minimale de (0,03) NTU Nous concluons que plus la vitesse de rotation est élevée, plus la concentration en Fer est élevée.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le fer est l'un des éléments les plus gênants de l'approvisionnement en eau, en particulier les eaux souterraines. Le fer est inclus dans l'eau potable. Selon les normes internationales secondaires, la concentration de fer dans l'eau potable ne doit pas dépasser "(0,3) milligramme par litre". Le fer contenu dans l'eau potable n'a aucun effet nocif sur la santé humaine, en particulier lorsque Les concentrations sont faibles et si la concentration de l'élément dépasse la limite de sécurité, cela entraînera un changement du goût, de la couleur et de l'odeur de l'eau, de sorte que le fer doit être éliminé par les méthodes mentionnées dans notre étude précédemment.

Le fer est impliqué dans de nombreux domaines, y compris ce qui suit, il est utilisé dans la fabrication de l'acier, le génie civil, l'architecture, le béton armé, les outils chirurgicaux et les bijoux.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] **ARAB Lynda, OUDAFAL Nassima** ,Mémoire de fin d'étude ,Evaluation de la qualité Physico-chimique et bactériologique des eaux brutes et traitées du barrage de TAKSEBT de la ville de Tiziouzou Pp [20]
- [2] **Base de données Chemical Abstracts** interrogée via SciFinder Web 2009 (résultats de la recherche)
- [3]**Benhellal ImadHanedSalem**2017L'élimination du fer en solution par la chaux Mémoire de fin d'étude master Pp [18 - 21].
- [4]**Beatriz Cordero, Veronica Gómez**, Ana E. Platero-Parts, Marc Rêvés, Jorge Echeverria, Eduard Cremades, Flavia Barragán ET Santiago Alvarez, « Covalent radiirevisited », Dalton Transactions, 2008, p. 2832 – 2838
- [5]**COULIBALY K**, 2005 ; « Etude de la qualité physico- chimique et bactériologique de L'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako ». Thèse de doctorat, Université De Bamako. Pp [19 - 20].
- [6] **David R. Lide**, CRC Handbook of Chemistry and Physics, CRC PressInc, 2009, 90^eéd.,Relié, 2804 p. (ISBN 978-1-420-09084-0)
- [7]**DEVILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C. (2005)**.Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface. Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, observation des données de l'environnement L'IBGE : "l'eau à Bruxelles. Fiche 2.
- [8]**FATIMA ZAHRA TOUNSI**, 2015 ; «Etude expérimentale sur les différents procédés d'analyses de l'eau de mer de Souk Tlata » Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master, Université de TLEMCEN. Pp [5 – 7 - 11].
- [9]**Fer [archive]** dans la base de données de produits chimiques Reptox de la CSST (organisme québécois responsable de la sécurité et de la santé au travail), consulté 2009
- [10]**François Marie Paul sambou** ,2001, Etude de faisabilité D'une station de deferrisationa Kolda Pp 36
- [11] **Hadj-Sadok, Z. M.**, 1999 Modélisation et estimation dans les bioréacteurs ; prise en compte des incertitudes : application au traitement de l'eau. -Thèse : Faculté des sciences de l'ingénieur, Université de Nice – Sophia Antipolis, France

- [12] **LIFERKI Mohammed** ,2016 Mémento technique de l'eau. Etude des propriétés physico-chimiques et Bactériologiques de l'eau du barrage Sidi M'hamed BenTaiba. Pp [3 – 4]
- [13] **Livre L'Analyse de l'eau (Jean RODIER)** 9e édition Entièrement mise à jour Dunod, Paris, 2009 Dunod Paris, 1959, pour la 1re édition
- [14] **LOUNNAS A**, 2009 ; Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hadi-Kroma de Skikda, Mémoire de Magister, Université du 20 Août 1955 Skikda. Pp [18 - 21].
- [15] **LASSANCE W.**, La métallurgie à travers les âges et le Fourneau Saint-Michel. Trois mille ans de l'histoire du fer, Andenne : Rémy Magermans, 1973.
- [16] **Metals handbook**, vol. 10: Materials characterisation, ASM International, 1986, 1310 p. (ISBN 0-87170-007-7), p. 343
- [17] **Nabila Djouhri, Lynda chelli**, 2013 Analyses des eaux de réseau de la ville de Bejaiaet évaluation de leur pouvoir entartrant Pp 19-20
- [18] **OMS (1994)**. Directives de qualité pour les eaux de boisson; Volume 1Recommandation. Organisation mondiale de la santé 2e édition.
- [19] **Règlement sur l'eau potable**, (1984) 116 G.O. II, 2123 Centre Saint-Laurent .1996. Rapport-synthèse sur l'état du Saint-Laurent.
- [20] **Thomas R. Dulski**, A manual for the chemicalanalysis of metals, vol. 25, ASTM International, 1996, 251 p. (ISBN 0803120664, lire en ligne [archive]), p. 71
- [21] **Zaouatine farida**, caracterisation structurale **par diffraction des rayons de nouveaux composes hybride a base de 4- dimethylaminopyridine** Pp [13]
- [22] https://www.doctissimo.fr/html/nutrition/vitamines_mineraux/fer.htm