



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم  
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem  
كلية العلوم و التكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES



N° d'ordre : M2...../GPE/2022

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES  
DE MASTER ACADEMIQUE**

**Filière : Génie des procédés de l'environnement**

**Option: Génie des procédés de l'environnement**

**Thème**

**Etude et Comparaison entre trois coagulants**

Présenté par

1-Melle Latreche Manal

2-Melle Zitouni Imene .

Soutenu le 20/06 2022 devant le jury composé de :

Président :	Mme KHELADI M	Grade : MCB	Université de Mostaganem
Examineur :	Mme SOLTANE K.	Grade : MAA	Université de Mostaganem
Rapporteur :	Mr MEKHATRIA D.	Grade : MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2022/2023

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé au laboratoire de station de traitement des eaux « SIDI LADJEL » à Oued Elkhier, sous la supervision du département de Génie des Procédés de la Faculté des Sciences et de la Technologie de l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

الحمد لله و الشكر لله على هذه النعمة

Nous tenons à exprimer nos remerciements à Mme KHELADI pour avoir accepté de présider ce jury et d'avoir consenti à le juger.

Nos remerciements s'adressent aussi à Mme SOLTANE pour avoir accepté de juger ce travail et de faire partie de ce jury.

Que Mr MEKHATRIA trouve en ces termes l'expression d'une reconnaissance pour nous avoir encadré et guider durant ce travail.

Que l'ensemble de nos enseignants ainsi le personnel du département GP trouvent ici l'expression de notre reconnaissance pour nous avoir permis d'accéder au niveau que nous avons aujourd'hui.

Nos remerciements s'adressent aussi à l'ensemble du personnel de SEOR et de manière particulière au personnel du laboratoire.

Milles reconnaissance et milles merci à nos parents pour les sacrifices qu'ils ont fait pour nous et notre éducation

Nous n'oublions pas nos camarades et nos amis avec qui nous avons passé d'excellent moment à étudier.

Que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la finalisation de ce travail trouve ici l'expression d'une profonde reconnaissance

## ***Dédicace***

*Tout d'abord, louange à « Allah » qui m'a guidé sur le chemin droit tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.*

*A nos chers parents, en reconnaissance de tous leurs sacrifices et leur soutien en toutes circonstances,*

*Que Dieu vous bénisse, vous protège, et vous accorde santé et longue vie.*

*A nos sœurs et nos chers frères*

*A nos amies, nos copines et mes fidèles compagnes dans les moments les plus délicats.*

## Liste de figure :

Figure 1: les trois états de l'eau .....	4
Figure 2: Société de SEOR .....	6
Figure 4: ouvrage d'entrée d'eau brute .....	9
Figure 3: Débourbeur .....	9
Figure 5: cascade d'aération .....	10
Figure 6: Agitateur rapide (coagulation).....	12
Figure 7: solution de sulfate d'alumine .....	13
Figure 8: sulfate ferreux .....	14
Figure 9: Agitateur lent ( flocculation).....	15
Figure 10: Densadeg .....	16
Figure 11: salle de contrôle .....	18
Figure 12: PH mètre .....	21
Figure 13: spectrophotomètre .....	22
Figure 14: conductimètre .....	22
Figure 15: taille des floccs .....	27

### *Liste de Tableaux :*

Tableau 1-2 :traitement de clarification.....	13
Tableau 3:résultats de la variation de turbidité (pour eau turbide 112NTU) en fonction de la quantité de S.A.....	29
Tableau 4: résultats de la variation de la turbidité (turbidité moyenne 27.7NTU) à pH= 08. ....	30
Tableau 5: résultats de la variation de la turbidité (turbidité moyenne 27.7NTU) à pH= 07. ....	31
Tableau 6: résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité moyenne 27.7NTU) :.....	31
Tableau 7: résultats de la variation de la turbidité (pH : 08 turbidité haute 112NTU) : .....	32
Tableau 8: résultats de la variation de la turbidité (pH : 07 turbidité haute 112NTU) : .....	32
Tableau 9: résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité haute 112NTU) : .....	33
Tableau 10: Résultat de la variation de % de clarification en fonction de la concentration sulfate d'alumine ainsi que le pH.....	33
Tableau 11: Résultat de la variation de % de clarification en fonction de la concentration sulfate d'alumine .....	34
<b>Tableau 12:</b> résultats de la variation de % de clarification en fonction de la concentration chlorure ferrique ainsi que le pH.....	36
Tableau 13: résultats de la variation de % de clarification en fonction de la concentration chlorure ferrique ainsi que le pH. ....	37
Tableau 14: résultats de la variation de la turbidité (pH : 08 turbidité moyenne 27.7NTU) :.....	38
Tableau 15: résultats de la variation de la turbidité (pH : 07 turbidité moyenne 27.7NTU) :.....	38

Tableau 16: résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité moyenne 27.7NTU) :.....	39
Tableau 17: résultats de la variation de la turbidité (pH : 08 turbidité haute 112NTU) : .....	39
Tableau 18: résultats de la variation de la turbidité (pH : 07 turbidité haute 112NTU) : .....	40
Tableau 19: résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité haute 112NTU) : .....	40
Tableau 20: résultats de la variation de % de clarification en fonction de la concentration chlorure ferrique ainsi que le pH.....	41
Tableau 21: résultats de la variation de % de clarification en fonction de la concentration chlorure ferrique ainsi que le pH.....	42
Tableau 22: résultats de la variation de % de la clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux ainsi que le pH.....	43
Tableau 23: résultats de la variation de la turbidité (pH : 08 turbidité moyenne 27.7NTU) :.....	44
Tableau 24: résultats de la variation de la turbidité (pH : 07 turbidité moyenne 27.7NTU) :.....	45
Tableau 25: résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité moyenne 27.7NTU) :.....	45
Tableau 26: résultats de la variation de la turbidité (pH : 08 turbidité haute 112NTU) : .....	46
Tableau 27: résultats de la variation de la turbidité (pH : 07 turbidité haute 112NTU) : .....	46
Tableau 28: résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité haute 112NTU) : .....	47
Tableau 29: résultats de la variation de % de clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux ainsi que le pH.....	47

Tableau 30: résultats de la variation du % de clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux ainsi que le pH..... 48

## *Liste de Graphes :*

Graphe 1 : variation du % de la clarification en fonction du coagulant (Sulfate Alumine).....	28
Graphe 2:: variation du % de la clarification en fonction du coagulant (Sulfate Alumine).....	29
Graphe 3: variation du % de la clarification en fonction du coagulant (Sulfate Alumine).....	34
Graphe 4: variation du % de clarification en fonction du coagulant (sulfate d'alumine) .....	35
Graphe 5: variation du % de clarification en fonction du coagulant (chlorure ferrique). .....	36
Graphe 6 : variation de % de clarification en fonction de chlorure ferrique .....	37
Graphe 7: variation de % de clarification en fonction de [chlorure ferrique] .....	41
Graphe 8: variation de % de clarification en fonction de [chlorure ferrique] .....	42
Graphe 9: variation de % de la clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux .....	43
Graphe 10:variation de % de clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux.....	48
Graphe 11:variation de % de clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux .....	49



## Liste d'abréviation :

**M.A.O:** Mostaganem, Arzew et Oran

**MES :** matière en suspension

**MO :** matière organique

**TA :** titre alcalimétrique

**TAC :** taux d'alcalinité complet

**TH :** taux hydrotimétrique (la dureté)

**TDS :** taux de sels dessous

**RS :** résidu sec

**EB :** eau brute

**ET :** eau traitée

**EDTA :** Éthyènediaminetétra acétique

**pH :** potentiel hydrogène

**C :** concentration

**BG :** base gamme

**HG :** haute gamme

**FT :** forte turbidité

**MT :** moyenne turbidité

**FT :** faible turbidité

**Clr :** chlore résiduel

**Clt :** chlore totale

## Les unités :

**DA** : Dinar Algérien

**km** : kilomètre

**m** : mètre

**m<sup>2</sup>** : mètre carré

**m<sup>3</sup>** : mètre cube

**hm<sup>3</sup>** : hectomètre cube

**m<sup>3</sup>/j** : mètre cube par jour

**l** : litre

**ml** : millilitre

**l/s** : litre par second

**g/l** : gramme par litre

**mg/l** : milligramme par litre

**mol/l** : mole par litre

**mmol/l** : milli -mole par litre

**N** : normalité

**min** : minute

**°C** : degré Celsius

**°Cl** : degré en chlore

**°F** : degré français

**NTU** : Néphélogétrie Turbidité Unit

## Sommaire :

### REMERCIEMENTS

*Dédicace*

Liste de figure :

Liste d'abréviation :

Les unités :

Résumé : .....	
<b>Introduction Général : .....</b>	<b>1</b>
Généralité : .....	4
<b>Chapitre 02 : Processus de traitement de l'eau .....</b>	<b>7</b>
<b>Introduction :.....</b>	<b>8</b>
<b>5-Traitement de clarification : .....</b>	<b>9</b>
<b>5-4 Filtration :.....</b>	<b>14</b>
<b>6- Réservoir d'eau traitée : .....</b>	<b>14</b>
<b>7-Traitement des boues :.....</b>	<b>15</b>
<b>Système de contrôle :.....</b>	<b>15</b>
<b>Chapitre 03 : Analyses et échantillonnages .....</b>	<b>17</b>
<b>Introduction :.....</b>	<b>18</b>
<b>1- Echantillonnage et prélèvements :.....</b>	<b>18</b>
<b>2- Appareils et matériels utilisées : .....</b>	<b>19</b>
<b>3- Analyses physico-chimiques :.....</b>	<b>20</b>
<b>4- Les paramètres de la pollution : .....</b>	<b>22</b>
<b>Chapitre 04 : étude de la coagulation.....</b>	<b>25</b>

<b>1-Etude de la coagulation floculation par jar-test :</b> .....	26
<b>Coagulation avec le chlorure ferrique :</b> .....	36
<b>Coagulant le Sulfate ferreux :</b> .....	43
<b>Conclusion :</b> .....	50
<b>Bibliographie :</b> .....	52

## ملخص:

يعتبر الماء عنصر ضروري لجميع الكائنات الحية بما في ذلك البشر.

يجب على المناطق الحضرية والريفية على حد سواء تطوير إنتاج المياه لأن بلدنا غني بموارد المياه غير المنتظمة والتي لا يمكن السيطرة عليها.

من أجل التحكم في جودة المياه ، يستلزم إجراء تحليلات التي تظهر وجود ملوثات بصفة مفرطة أو غير مرغوب فيها.

من خلال هذه المرحلة التي تم تنفيذها داخل مختبر محطة سيدي العجال (SEOR) تمكنا من تحسين خطوة التخثر والتلبد و التي تعتبر مرحلة أساسية من مراحل تحليل المياه الخام.

### Résumé :

L'eau est considérée une nécessité pour tous les êtres vivants, y compris les humains.

Les zones urbaines et rurales doivent développer la production d'eau parce que notre nation est riche en ressources en eau erratiques et incontrôlables.

Afin de contrôler la qualité de l'eau, il est plus courant d'effectuer des analyses qui montrent la présence de contaminants excessifs et/ou indésirables.

Grâce à cette étape qui a été réalisée au sein du laboratoire de la station Sidi Lahdjel (SEOR), nous avons pu améliorer l'étape de coagulation-floculation.

### Abstract :

Water is seen as a necessity for all living things including humans.

Urban and rural areas alike must develop water production because our nation is rich in erratic and uncontrollable water resources.

In order to control the quality of the water it is more common to carry out analyses that show the presence of excessive and/or undesirable contaminants.

Through this stage which was carried out within the Sidi Lahdjel Station Laboratory (SEOR) we was able to improve the coagulation-flocculation step.

## Introduction Général :

L'eau contient des substances ou des micro-organismes qui par leur nature et leur concentration peuvent être indispensables, acceptables, indésirables, voire toxiques ou dangereux. L'eau prélevée dans le milieu naturel n'est généralement pas utilisable directement pour la consommation humaine car des éléments liés à l'activité de l'homme peuvent s'y trouver (nitrates, matières organiques pesticides, matières en suspension, micro-organismes...).

La qualité des eaux de surface, souvent polluées, est très variable et ne peut être traitée qu'au cas par cas par des traitements appropriés à sa nature et à son degré de pollution. L'élimination des matières en suspension et la réduction de la matière organique sont des objectifs souvent assurés au cours du procédé conventionnel de la clarification. La coagulation-floculation conditionnera le reste du traitement. Les coagulants les plus couramment employés sont les sels d'aluminium et de fer. Leur utilisation fait partie des procédés de purification des eaux depuis quelques décennies (1).

Au début des années 2000, l'approvisionnement, le traitement et la distribution de l'eau deviennent si critiques dans le pays, que les autorités algériennes veulent mettre en place de procédé de traitement des eaux. La ville d'Oran et sa région font partie des zones prioritaires.

La station de traitement de l'eau « **Sidi Lahdjel** » a comme rôle principale de traiter les eaux de barrages de **Chlef** et **Kherrada** pour produire une eau potable pour la consommation humaine.

Sa chaîne de traitement comprend plusieurs opérations. Parmi elle la coagulation par ajout de coagulants, le plus souvent chimiques. Dans cette étape on procède à l'élimination des matières colloïdales.

A la station de **Sidi Lahdjel**, la logique de produire une eau potable de bonne qualité est visée. On y utilise à cette fin des substances chimiques coagulantes diverses. A ce niveau une question, non des moindres, surgit :

Quel coagulant on peut utiliser pour que la chaîne du traitement arrive à donner de l'eau potable de bonne qualité sans que les résidus du coagulant n'y subsistent ?

Pour répondre à cette question, le présent travail sera divisé en quatre chapitre les trois premiers chapitres concernent l'entreprise où le stage s'est d

éroulé. Tandis que le dernier chapitre sera consacré aux expérimentions menées pour répondre a cette problématique.

# **Chapitre 01 : les eaux de surface et leur potabilisation.**



## 1- Généralité :

L'eau, l'élément indispensable à la vie, est une partie essentielle du patrimoine mondial. Elle est aussi utile aux activités humaines (agricoles, industrielles, domestiques).

C'est parmi les composés pouvant se trouver dans les trois états de la matière, (solide, liquide, ou gazeux), aux températures ordinaires. C'est un élément incolore, inodore et insipide, constituant, ainsi, un élément fondamental dans la vie de tous les êtres vivants

### 1-1- Définition et structure de l'eau :

L'eau, molécule chimique, est composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Indispensable pour tous les organismes vivants connus, l'eau est un composé ubiquitaire sur la terre. C'est un solvant efficace pour la plupart des solides, il prend, donc, souvent le nom de : « solvant universel ». Désigné aussi comme un composé chimique simple, il est liquide à température et pression ambiantes, gazeux au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C à pression ambiante. Constitué de deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène, on peut l'appeler aussi oxyde de dihydrogène (2).

C'est un composé chimique simple avec des propriétés complexes à cause de sa polarisation.



Figure 1-1 : les trois états de l'eau

### 1-2- Les différentes ressources en eau :

L'eau, en traversant divers milieux, tire de ces derniers ses caractéristiques physico-chimiques. Elle dissout les éléments chimiques qu'elle rencontre.

On peut citer quatre principales sources d'eau :

- ***Eaux de pluie :***

Ce sont des eaux de bonne qualité. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous.

- ***Eaux de surface :***

Ce sont celles qui se trouvent sur la terre et qui sont au contact de l'atmosphère (en surface). Pour les identifier facilement, on peut dire que les eaux de surface sont celles qu'on peut voir facilement et on en distingue trois catégories :

1. **Eaux de rivières :**

Une rivière est un cours d'eau d'une certaine importance, inférieure subjectivement à celle d'un fleuve.

2. **Eaux de lac :**

Ce sont les eaux de lac, de retenues etc. Il y a une décantation naturelle qui s'effectue et de là, on obtient une qualité d'eau qui change d'un niveau à un autre. Celle qui a la meilleure qualité est celle qui se trouve à la surface.

- **Les eaux souterraines :**

Elles proviennent du sous-sol (aquifères ou roches réservoirs) captées par sources naturelles ou par forages.

- ***Eaux de mer et océan :***

La salinité observée dans les différents océans ou mers du globe résulte d'un équilibre entre évaporation, pluies et apports des fleuves (salinité faible) d'une part et d'échange d'eau avec les autres mers ou océans auxquels ils sont reliés d'autre part.

Au niveau de la wilaya de Mostaganem il existe plusieurs stations de traitements des eaux et ces dernières diffèrent selon la source d'eau à traiter. Parmi ces stations on cite la station de traitement d'eau sidi LADJEL.

***Présentation de la station de traitement d'eau sidi LADJEL :***

SEOR, société de l'eau et de l'assainissement d'Oran, est une entreprise de droit algérien et c'est une société par action. La station de SIDI LADJEL est l'une de ses antennes implantée à Mostaganem dont les actionnaires sont l'ADE et l'ONA avec une capitale sociale de 1000.000.000 DA, partagé en part égale entre l'ADE et l'ONA (7).

À partir de l'an 2000, Oran et ses environs ont été privées d'une eau de qualité. Pour l'Agence Nationale des Barrages et Transferts avec son partenaire SUEZ, ont participé à l'un

des grands projets hydrologiques du pays ; le développement, la réalisation et l'exploitation de la station d'eau potable de Sidi Lahdjel. Le deuxième plus important site d'Algérie, il approvisionne plusieurs régions, dont Mostaganem, Arzew et Oran (MAO) (4).



**Figure1- 2:Société de SEOR**

L'unité de Sidi Lahdjel utilise une station de débouillage que l'équipe SUEZ a conçue pour traiter les eaux brutes du barrage de Oued Chélif. Ensuite, la clarification, la filtration et l'aération sont appliquées avec un débit de 820 800 m<sup>3</sup>/j avant la désinfection finale. SUEZ a fourni à la station de Sidi Lahdjel l'ensemble du procédé, y compris les 18 filtres à sable à usage unique Aquazur d'une surface de 151,4 m<sup>2</sup>.

# **Chapitre 02 : Processus de traitement de l'eau**

### ***Introduction :***

Pour obtenir de l'eau potable, l'eau douce puisée doit subir un traitement définis par les normes de potabilité l'OMS. Elle doit être débarrassée des impuretés, des bactéries et de certains minéraux pour être potable.

Ce traitement s'effectue en plusieurs étapes qui sont :

#### **1- Le Débourbeur :**

Il sépare et stock les matières lourdes (sable, gravier, boues, etc.) pour abaisser le taux de MES a un niveau compatible avec le fonctionnement des décanteurs et du séparateur à graisses et d'hydrocarbure positionnés en amont.

L'installation comprend 8 débourbeurs, 7 en marche et 1 a l'arrêt pour servir en cas de besoin. Son diamètre est de 50 m pour une surface unitaire de 1962,5 m<sup>2</sup>. Son volume est de 8400 m<sup>3</sup> (3).



**Figure1-2: Débourbeur**

#### **2- L'Ouvrage d'entrée d'eau brute :**

C'est l'endroit où l'eau brute est collectée avant d'être acheminé vers la station



**Figure2-2: ouvrage d'entrée d'eau brute**

### **3- La chambre d'arrivée :**

La tuyauterie de la chambre d'arrivée d'eau brute est équipée d'un débitmètre électromagnétique DN 2000 d'une précision de 1%.

### **4- La Cascade d'aération :**

L'aération de l'eau consiste à mettre en contact de façon optimal l'eau et l'air. Les objectifs de l'aération sont:

- Eliminer les gaz en excès.
- Lutter contre les odeurs indésirables.
- Introduire l'oxygène afin d'assurer l'oxydation de certains composés réducteurs, tel que le fer ou le manganèse.



Figure 3-2: cascade d'aération

### **5- Traitement de clarification :**

#### **5-1- Coagulation :**

##### **a- Principe :**

La coagulation est un mécanisme permettant l'agglutination de différentes particules qui vont se transformer en bloc, appelé floc, plus ou moins compact. Ces particules sont toutes chargées négativement et, donc, se repoussent.

La coagulation, ajout d'un agent chimique appelé coagulant, élimine les charges des particules et facilite leur agglomération.



**Figure 4-2: Agitateur rapide (coagulation)**

Pour être efficace, elle est réalisée sous agitation énergique pour disperser uniformément et correctement le coagulant et favoriser les collisions entre les particules. Un mélangeage excessif n'affecte pas la coagulation, mais s'il est insuffisant, il rendra cette étape incomplète.

Les coagulants utilisés sont des sels trivalents chargés positivement. Parmi eux :

- **Sels d'aluminiums :**

- Sulfate d'alumine :  $Al_2(SO_4)_3, 14H_2O$
- Chlorure d'aluminiums :  $AlCl_3, 6H_2O$
- Polychlorure d'aluminium (WAC)
- Polychlorure basique d'aluminium (PCBA)

- **Sels de fer :**

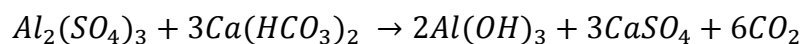
- chlorure ferrique :  $FeCl_3, 6H_2O$
- sulfate ferrique :  $Fe_2(SO_4)_3, 9H_2O$
- sulfate ferreux :  $FeSO_4, 7H_2O$

### **B- Les produits coagulants utilisés à la coagulation :**

Il existe de nombreux agents coagulants dont le point commun est la charge opposée à celle des matières en suspension. Ce sont souvent des sels inorganiques d'aluminium ou de fer. Parmi eux, le sulfate d'aluminium, le sulfate ferreux, et le chlorure ferrique

#### **5-1-1 Sulfate d'Alumine :**

Le sulfate d'alumine tient sa force de sa polyvalence. Il est par ailleurs le produit chimique le plus utilisé.



On le retrouve dans les deux cycles de l'eau :

- Dans les eaux usées pour garantir la clarification et l'élimination du phosphore
- Dans les lacs et les étangs pour éliminer les nutriments en excès, tels les phosphates qui contribuent à la croissance des algues.

On le retrouve également dans plusieurs industries :

- L'industrie de traitement du papier
- l'industrie du textile pour fixer les teintures aux tissus sans en altérer la qualité.

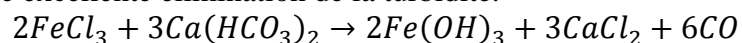
L'alun est le coagulant le plus utilisé dans les applications de l'eau potable et des eaux usées. Combiné au processus de floculation, il élimine les MES, la DBO, la turbidité et le carbone organique total.



Figure 5-2: solution de sulfate d'alumine

### 5-1-2 Chlorure ferrique :

Le chlorure ferrique est le coagulant de choix pour de nombreuses applications de traitement des eaux usées industrielles et sanitaires, en raison de sa grande efficacité dans la clarification et de son utilité en tant qu'agent de déshydratation des boues. Bien qu'il laisse une légère couleur résiduelle, cet agent chimique offre une excellente élimination de la turbidité.



On le retrouve dans de nombreuses applications, aussi bien biologique (élimination du sang) qu'environnemental (traitements des eaux usées industrielles et sanitaires, déshydratation des boues, précipitation des métaux, etc.)

Il est disponible sous forme liquide et possède une odeur légèrement âcre. La couleur est rougeâtre et son pH est inférieur à 1, il est donc très acide.





Figure 5-2: chlorure ferrique

### 5-1-3 Sulfate ferreux :

Le sulfate de fer ou sulfate ferreux est un sel de fer (II). C'est un solide cristallin anhydre à température et pression ambiante, composé des anions sulfate et des cations ferreux. Pur, il se présente sous forme de cristaux blancs orthorhombiques. Exposé à l'air, il s'oxyde en se couvrant d'oxyde de fer orangé.



Figure 6-2: sulfate ferreux

### 5-2 Flocculation :

La flocculation est un processus principalement mécanique, visant à rassembler des amas de matières en suspensions, coagulé au préalable. La flocculation nécessite, en amont, une coagulation pour pouvoir fonctionner. Après la flocculation, on obtient la formation de grandes masses appelées floccs (amas de matières liées les uns aux autres). À terme, ces floccs vont se changer en précipité et rejoindre le fond pour sédimenter. C'est ce procédé qu'on retrouve pour la filtration des particules dans les stations de traitement de l'eau. Les flocculants utilisés, généralement, sont des polymères. Le mélangeage doit être lent afin d'assurer le contact entre les floccs engendrés par la coagulation et éviter le risque de les briser, sa durée se situe entre 10 et 60 minutes.

### 5-3 Clarification :

Les solides floculés entrent dans la zone de décantation en passant au-



Figure 7-2: Agitateur lent (floculation)

Dessus d'un mur déversoir submergé. Les matières en suspension plus denses s'y déposent au fond du décanteur ; c'est la séparation par gravité des matières solides sédimentables dont la densité est supérieure à celle de l'eau, qui, clarifiée, se sépare de la boue descendante et remonte à travers des tubes de décantation inclinés.

La boue décantée est progressivement épaissie à la base du décanteur au moyen d'un racleur équipé d'une herse. Une partie de ces boues est recerclée vers le réacteur de mélange. L'eau clarifiée est uniformément recueillie dans des goulottes d'eau décantée situées au-dessus des modules tabulaires de décantation.

Tableau 1-2 :traitement de clarification

Diamètre de la particule (mm)	Type de particule	Temps de décantation naturelle par mètre de chute
10	Gravier	1 seconde
1	Sable	10 secondes
0.1	Sable fin	2 minutes
0.01	Argile	2 heures
0.001	Bactérie	8 jours
0.0001	Particule colloïdale	2 ans
0.00001	Particule colloïdale	20 ans

Le Densadeg est un bassin dans lequel s'effectuent la coagulation la floculation et le clarification. Il est utilisé pour l'élimination des matières en suspension, les particules colloïdales et les carbonates (adoucissement). Il associe le principe de la décantation lamellaire à un épaisseur de boues intégré.

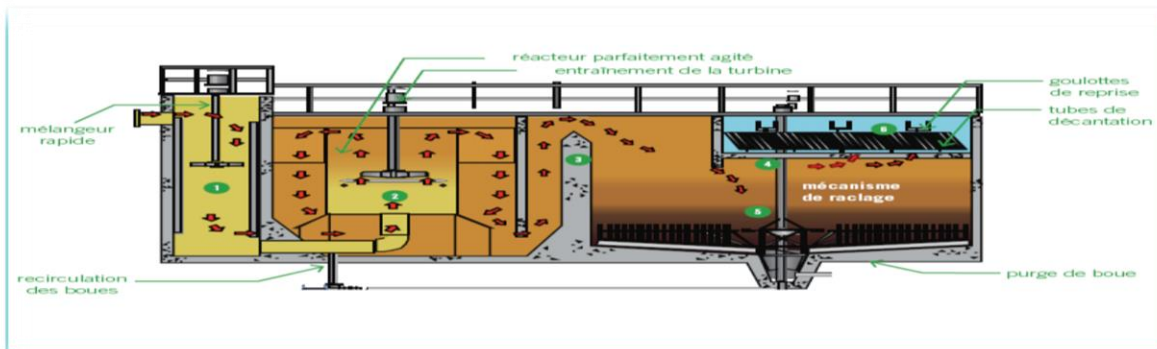


Figure 8-2: Densadeg

## 5-4 Filtration :

La filtration est un procédé de séparation solide/liquide qui utilise le passage à travers un milieu poreux (filtre, le plus courant est le sable) qui retient les particules en suspension dans l'eau brute ou l'eau prétraitée (floculée et décantée). A mesure que les particules solides atteignent la couche filtrante, elles se déposent et absorbent les matières minérales ou organiques qui arrivent ultérieurement.

On distingue deux grands types de filtration qui se différencient par la vitesse de filtration,

le filtre utilisé à la station est un filtre à sable qui nécessite un lavage, comme opération d'entretien, après chaque cycle de fonctionnement.

## 5-5 Lavage des filtres :

Le filtre utilisé admet une hauteur de sable de 1 m à 2 m ; il conserve une pression positive sur toute la hauteur du sable durant tout le cycle de filtration.

Le lavage s'effectue en trois phases :

- Phase 1 : jet de l'air seul pour délasser la couche filtrante.
- Phase 2 : jet d'air et d'eau, pour brasser le matériau filtrant et le dépourvoir des impuretés qui se sont adhérees.
- Phase 3 : jet d'eau uniquement, pour le rinçage.

## 6- Réservoir d'eau traitée :

Ces réservoirs sont destinés aux stockages de l'eau traitée. Il est formé de deux Compartiments équipés de deux vannes murales et d'un trop plein de vidanges et de transmetteur de niveau d'eau. Le volume total du réservoir est 10.000m<sup>3</sup>.

La soude, le chlore gazeux Cl<sub>2</sub> ainsi que l'eau de javel (NaClO) sont injectés pour réaliser les réactions suivantes :

- Réaction du chlore gazeux :  $(Cl_2 + H_2O \rightarrow HOCl + Cl^- + H^+)$

## **7- Traitement des boues :**

Les boues résultant du traitement des eaux destinées à l'alimentation proviennent des extractions ou des purges effectuées au stade de la décantation, si elle existe, et du lavage des filtres, éventuellement du rétro lavage des membranes de clarification.

Les boues d'épuration sont traitées pour :

- Pour réduire leur volume en vue de limiter les quantités à stocker (l'épandage notamment).
- Pour les stabiliser en vue d'améliorer leur composition chimique et leur consistance pour réduire leur biodégradation

En effet, avant d'être stabilisées, les boues sont très riches en eau, et leur forte teneur en matières organiques fraîches les rend particulièrement fermentescibles, ce qui a pour conséquence de générer de mauvaises odeurs sur de larges périmètres. Ainsi, la stabilisation permet de produire des boues à forte siccité (taux de matière sèche) limitant considérablement ces types de nuisances pour l'environnement.

### **Système de contrôle :**

#### **a- Contrôle :**

Chaque jour les contrôleurs procèdent aux travaux suivants :

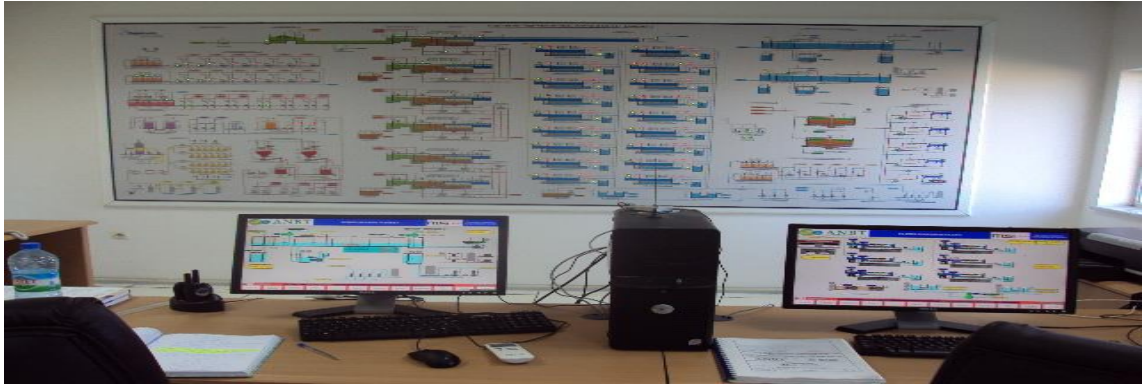
- Vérifier l'absence de défaut sur le coffrés des groupes.
- Vérifier les pressions d'enclenchement et de déclenchement des pompes.
- Vérifier que la pression lue est bien comprise entre les pressions de consigne et enregistrée toute anomalie pour informer le chef de quart.

#### **b- Cahier de suivie d'exploitation :**

Le cahier de suivi est un document dans lequel un certain nombre d'informations sont inscrite à intervalles réguliers. Ces information concernent :

- Date et heure.
- Etats de compteur de marche.
- Valeurs de consigne de pression.

Tout événements se produisant durant l'exploitation doit être reporté sur le cahier et tout disfonctionnement, tel que valeurs analogiques anormales ou inhabituelles ou des fautes d'équipement, doit être investigué par l'équipe d'exploitation de quart et l'équipe de maintenance.



**Figure 9-2 : salle de contrôle**

# **Chapitre 03 : Analyses et échantillonnages**

## **Introduction :**

L'eau est une source vitale pour l'humanité. De multiples usages font appel à ce milieu complexe et fragile: besoins alimentaires, utilisations domestiques, industrielles et agricoles. La croissance démographique et une gestion souvent incontrôlée des ressources en eau conduisent néanmoins à une situation inquiétante, non seulement du point de vue de la quantité, mais encore et davantage, du point de vue de la qualité. Ainsi, les activités humaines produisent des eaux usées contenant des micro-organismes fécaux et divers contaminants (matières organiques, azote, phosphore, micropolluants minéraux et organiques...) dont la charge dépasse souvent le pouvoir auto-épurateur des eaux réceptrices (cours d'eau, lacs et océans). Ceci induit un risque pour la santé des êtres vivants et les écosystèmes variés. Les nappes aquifères (eaux souterraines) n'échappent pas à cette contamination, liée dans ce cas à l'utilisation par l'agriculture de nitrates et de pesticides (5). Il apparaît donc qu'un cercle vicieux s'amorce dans lequel le besoin et l'usage de l'eau douce croissent, tandis que, par rétroaction, la pollution de l'eau s'aggrave sérieusement. Il s'agit en fait en premier de réaliser des analyses jugées primordiales pour la détermination des paramètres physico-chimiques de l'eau et le suivi de sa qualité.

### **1- Echantillonnage et prélèvements :**

L'échantillonnage c'est obtenir des prélèvements représentatifs de l'eau brute à analyser. Il peut s'agir d'échantillon :

- ponctuel ou instantané (pris au hasard dans la journée).
- composite ou proportionnel (deux ou plusieurs échantillons mélangés dans des proportions connues et adaptées à partir duquel il est possible d'obtenir une valeur moyenne) par rapport au temps, au débit ou à toute autre unité.

Au niveau du laboratoire de SEOR il existe 6 robinets d'échantillonnages qui sont :

- a- Eau brute (E.B).
- b- Eau décantée.
- c- Eau filtrée.
- d- Eau traitée (E.T).
- e- Réservoir A.
- f- Réservoir B.

Les échantillons de six robinets sont traités avec les appareils suivants pour déterminer les paramètres physiques et chimiques des eaux.

## 2- Appareils et matériels utilisés :

Pour la partie pratique, le matériel courant de laboratoire est utilisé. Il s'agit de fioles, béchers, agitateur magnétique, balance analytique, étuve, dessiccateur, bain marie et l'appareillage suivant.

### a- pH mètre :

Le pH-mètre utilisé est du type terrain, monobloc à électrode intégrée.



Figure 1-3: pH mètre

### b- Spectrophotomètre :

Le spectrophotomètre utilisé est un appareil de la gamme visible (400nm-800nm) de marque HACH LANG et du type DR 5000. Les mesures ont été effectuées à 450 nm pour permettre de mesurer la quantité de la lumière absorbée ou transmise par une solution, ce qui permet de déterminer la concentration d'une substance dans la solution à une longueur d'onde donnée (chlore libre et chlore résiduel total, Couleur... etc.).



Figure 2-3: spectrophotomètre

### c- Conductimètre :

Un conductimètre mesure la conductivité électrique d'une solution, qui est directement liée à la concentration des ions dans la solution.





Figure 3-3: conductimètre

#### **d- Turbidimètre :**

L'appareil utilisé est du type universel ; il analyse, en mesurant la quantité de lumière diffusée par les particules, la quantité de MES, la température, la salinité et le taux de TDS.

### **3- Analyses physico-chimiques :**

#### **3-1 La matière organique :**

##### **Mode opératoire :**

Pour cette analyse le mode opératoire opéré est le suivant :

- Prendre 100 ml d'un échantillon (eau brute, eau traitée)
- Ajouter 10 ml  $\text{KMnO}_4$
- Ajouter 5 ml d'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- chauffer l'échantillon pendant 10minute encore puis on refroidi
- Ajouter 10ml de sels de mohr.

##### **Remarque :**

La couleur change et devient transparente puis on titre avec la solution de  $\text{KMnO}_4$ . A l'équivalence, la couleur vire vers le rose

#### **3-2 La dureté totale :**

##### **Mode opératoire :**

- Prendre 100 ml d'un échantillon.
- Ajouter 1 ml solution tampon.
- Ajouter 1 goutte de NET.

### **Remarque :**

On titre avec EDTA jusqu'à obtenu la couleur bleu, on pris le volume versé.

$$[\text{TH}] = \text{Volume de EDTA versé} \times 10 \text{ (}^\circ\text{F)}.$$

### **3-3 La dureté calcique :**

#### **Mode opératoire :**

- Prendre 100 ml d'un échantillon.
- Ajouter 1 ml de NaOH.
- Ajouter quelque gramme du réactif « muraux ».
- Titrer avec la solution d'EDTA jusqu'à le violet. Soit v le volume d'EDTA à l'équivalence.

Le titre et la concentration du calcium en solution s'obtiennent:

$$[\text{TCa}^{+2}] = \text{volume EDTA verse} \quad (^\circ\text{F})$$

$$[\text{Ca}^{+2}] = [\text{TCa}^{+2}] \times 4.008 \quad (\text{mg/l})$$

### **3-4 Le titre du magnésium $\text{Mg}^{+2}$ :**

La concentration en magnésium est déterminé par :

$$[\text{TH}] = [\text{TCa}^{+2}] + \text{TMg}^{+2}$$

$$\text{Donne: } [\text{Mg}^{+2}] = ([\text{TH}] - [\text{TCa}^{+2}]) \times 2.431$$

### **3-5 Titre alcalimétrique (TAC) :**

#### **Mode opératoire :**

- Prendre 100 ml de l'échantillon.
- Ajouter 2 gouttes méthyle orange.
- Titrer par l'acide sulfurique jusqu'au virage de l'indicateur.

Le TAC s'obtient :

$$[\text{TAC}] = V(\text{H}_2\text{SO}_4) \times 2$$

### **3-6 Titre de $\text{HCO}_3^-$ :**

La quantité de  $\text{HCO}_3^-$  s'obtient :

$$[\text{HCO}_3^-] = [\text{TAC}] \times 12,2$$

Avec :

12,2 : facteur de conversion du degré français au mg/L en  $\text{HCO}_3^-$   
(1 °F =  $10^{-4}$  mol/l).

### **3-7 Titre en Chlorure :**

Les chlorures selon le mode opératoire suivant :

- A 100 ml d'un échantillon, ajouter 2 gouttes ( $\text{K}_2\text{CrO}_7$ ).
- titre par  $\text{AgNO}_3$  jusqu'à obtenu la couleur rouge brique, ont pris le volume versé.

La quantité de chlorure est déterminée par :

$$\text{Cl}^- = \text{Volume versé} \times 35,5$$

Avec:

35,5 : Masse molaire du chlore.

## **4- Les paramètres de la pollution :**

### **4-1- Dosage des nitrates par spectrophotomètre :**

Le dosage de nitrate par spectrophotométrie est une méthode courante qui utilise la réduction des nitrates en nitrites, puis la réaction des nitrites avec un réactif pour former un composé coloré qui peut être mesuré à l'aide de spectrophotomètre à 450 nm (6).

#### **Mode opératoire :**

On prend 10 ml d'un échantillon (EB, ET), on ajoute du nitrite LR réactif, on agite, puis on attend 20 minutes (temps de réaction). Mettre en place le programme préprogrammé (371.N.Nitrite LR PP), ajuster le zéro avec l'échantillon (eau), insérer le flacon et lire le résultat (mg/L) fourni par le spectrophotomètre.

### **4-2- Dosage du phosphate :**

Les phosphates sont dosés par spectrophotométrie à 450 nm.

Le phosphate réagit avec le molybdate d'ammonium pour former un composé de coloration rose appelé molybdate de phosphore qui peut être mesuré par un spectrophotomètre à 450nm.

### **Mode opératoire :**

10 ml d'un échantillon (EB, ET) sont prélevés, le phosphate réactif version 3 est ajouté, agité et laissé reposer pendant 2 minutes (temps de réaction). Réglez le programme enregistré (490.P.React.PV) et réglez le zéro dans l'appareil avec l'échantillon (EB), insérez le flacon et lisez le résultat (mg/l) fourni par le spectrophotomètre.

#### **4-3- Détermination de l'aluminium (Al<sup>3+</sup>) :**

- Une dose d'acide ascorbique et une dose de réactif d'aluminium sont ajoutées à 50 ml de l'échantillon : solution A.
- Prélever 10 ml de la solution A et les mélanger avec une dose de blanchiment ; c'est le témoin.
- Laisse réagir pendant 15 min.
- Sélectionner le programme « utilisateur » 10 Aluminium Alumine.
- Régler le zéro absorbance de l'appareil.
- Remplir la cuve du spectrophotomètre avec 10ml de la solution A et lire la concentration de l'aluminium en mg/L.

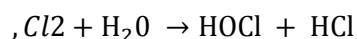
#### **4-4- Détermination du Fer total :**

- Régler le programme « utilisateur : 265 Iron., Ferrover ».
- Remplir la cuve avec 10 ml d'échantillon.
- Ajouter une dose de réactif Ferrover Iron. reagent dans la cellule puis agité pour mélanger (une couleur orange se formera si le fer est présent), Et en laisse l'échantillon réagir pendant 3 min.
- En remplir un deuxième appel d'échantillon carré avec 10 ml d'échantillon, lorsque la minuterie expire, insérez le blanc dans le porte cuve avec la ligne de remplissage face à l'utilisateur et appuyez sur 0 (l'écran affichera 0.00 mg/l Fe).
- Et finalement placez l'échantillon préparé dans le porte cuve et lire la résultat.

#### **4-5- Demande en chlore :**

C'est la quantité de chlore à rajouter pour la désinfection.

Le chlore ajouté se dissous dans l'eau et forme de l'acide hypochloreux (HOCl) qui s'ionise selon l'équation :



**A- Réactif utilisée :**

- Thiosulfate de sodium N/35.5
- Solution d'eau de javel commerciale
- Acide acétique glacial
- Solution d'iodure de potassium (KI) à 100 g/L

**B- Protocole :**

a- Dosage du chlore contenu dans l'eau de javel :

- Prendre 10 ml de la solution commerciale d'eau de javel.
- Diluer avec l'eau du réseau (eau au robinet) à 100 ml: C'est la solution S1.
- Prendre ensuite 10 ml de la solution S1 et étendre à 100 ml avec l'eau de réseau. C'est la solution S2, c'est-à-dire la solution commerciale d'eau de javel diluée de 100 fois.
- Dans une fiole jaugée de 250 ml mettre :
  - 10 ml de la solution S2
  - 10 gouttes d'acide acétique glacial
  - 20 ml de la solution iodure de potassium à 100 g/l
- Titrer par le thiosulfate de sodium jusqu'au virage jaune clair.
- Ajouter 1 ml d'empois d'amidon ().
- Continuer à titrer par le thiosulfate de sodium jusqu'à l'apparition de la coloration bleue.
- Soit  $v_1$  le volume de la solution de thiosulfate à l'équivalence.

Le titre de la solution commerciale d'eau de javel est

$$[Cl_2 \text{ g/l}] = 10 \cdot V_1$$

Détermination de la **Demande en chlore**

- Prendre 1 litre d'échantillon.
- Ajouter de l'eau de javel correspondant à 10 mg/l de chlore. C'est la solution S2.
- Laisser réagir pendant 2h.
- Doser le chlore résiduel comme décrit précédemment. Soit  $V_1$  le volume de thiosulfate à l'équivalence.

Le titre en chlore résiduel total est

$$[Cl_2 \text{ mg/l}] = (10 - V_1)$$

## ***Chapitre 04 : étude de la coagulation***

Dans cette section, nous avons effectué une comparaison entre trois coagulants ; le sulfate d'aluminium, le chlorure ferrique et le sulfate ferreux. L'échantillon est de l'eau brute préparée au laboratoire dont la turbidité et les pH sont variables.

Pour atteindre cet objectif, la technique expérimentale de test en bécher, décrite précédemment, a été choisie. Le but de cette technique est de déterminer les paramètres optimaux de la quantité et de la qualité du coagulant par le biais du jar-test.

## **1- Etude de la coagulation floculation par jar-test :**

### **1-1- Définition :**

La coagulation-floculation est une méthode de traitement physico-chimique utilisée dans le processus de potabilisation. Sa prémisses fondamentale est la difficulté de certaines particules (les colloïdes) à se désintégrer naturellement.

### **1-2- Le but :**

Etablir le rapport idéal de réactifs à ajouter à l'eau brute afin d'obtenir une bonne coagulation et floculation.

### **1-3- Les Réactifs :**

Les réactifs utilisés :

1. Le sulfate d'aluminium  $Al_2(SO_4)_3$  (10 g/L) est produit par dilution d'une solution mère à concentration de 60 g/L.
2. Le chlorure ferrique  $FeCl_3$  (10 g/L) est fabriqué à partir d'une solution mère concentrée de 596 g/L.
3. Polymère (0,1 g/L) : Ajouter 0,1 g à 100 mL.

### **1-4- Protocole opératoire:**

#### **1- La Coagulation :**

- Remplit six pots avec 1 L d'eau brute ou d'eau trouble (eau plus bulles), on agite rapidement le mélange pendant trois minutes à une vitesse de 150 tours par minute, puis on ajoute des doses croissantes du coagulant « [Sulfate d'aluminium] = 10 g/L ou la concentration chlorure ferrique = 10 g/L » ou la concentration sulfate ferreux 10g/L.

Après 3 minutes, l'agitation ralentit à 40 tours par minute, le flocculateur est éteint après 17 minutes et 15 minutes sont autorisées à passer.

#### **2- Floculation :**

- On remplit six béchers avec un litre d'eau brute, on remue rapidement le mélange (à une vitesse de 160 tours par minute pendant trois minutes), puis on ajoute la première portion du coagulant, « sulfate d'aluminium ou chlorure ferrique ou sulfate ferreux »

Après 3 minutes, l'agitation ralentit à 40 tours par minute, puis des doses incrémentielles du floculant « [Polymère] = 0,1 g / L » sont ajoutées, On arrête le floculateur après 17 minutes et on compte à rebours pendant 15 minutes. Puis on mesure la conductivité, de la couleur et de la turbidité.

### A- Résultats expérimentaux :

Dans cette partie, 2 valeurs de turbidité (moyenne et haute) et 3 valeurs de pH (milieu acide, neutre et basique) ont été choisies. Pour chaque valeur fixe de ces paramètres, on a étudié la coagulation en fonction de la quantité du coagulant

#### A-1- Etude de la coagulation au Sulfate d'alumine :

Les essais réalisés ont été menés à l'aide du jar test dans de l'eau brute. La quantité de sulfate d'aluminium et de polymère injectées, respectivement, sont de : 10 g/l et 0,1 g/L.

Des floccs apparaissent et leurs tailles sont estimées par comparaison avec la figure 20.

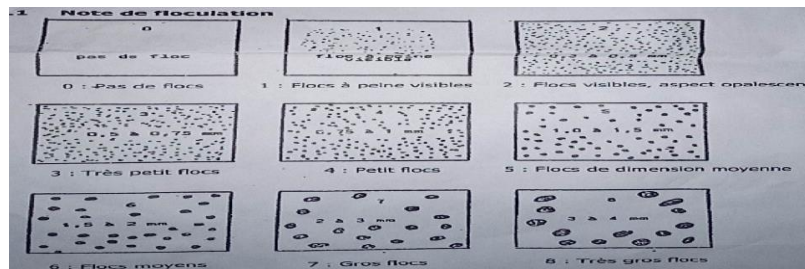


Figure 1-4 : taille des floccs

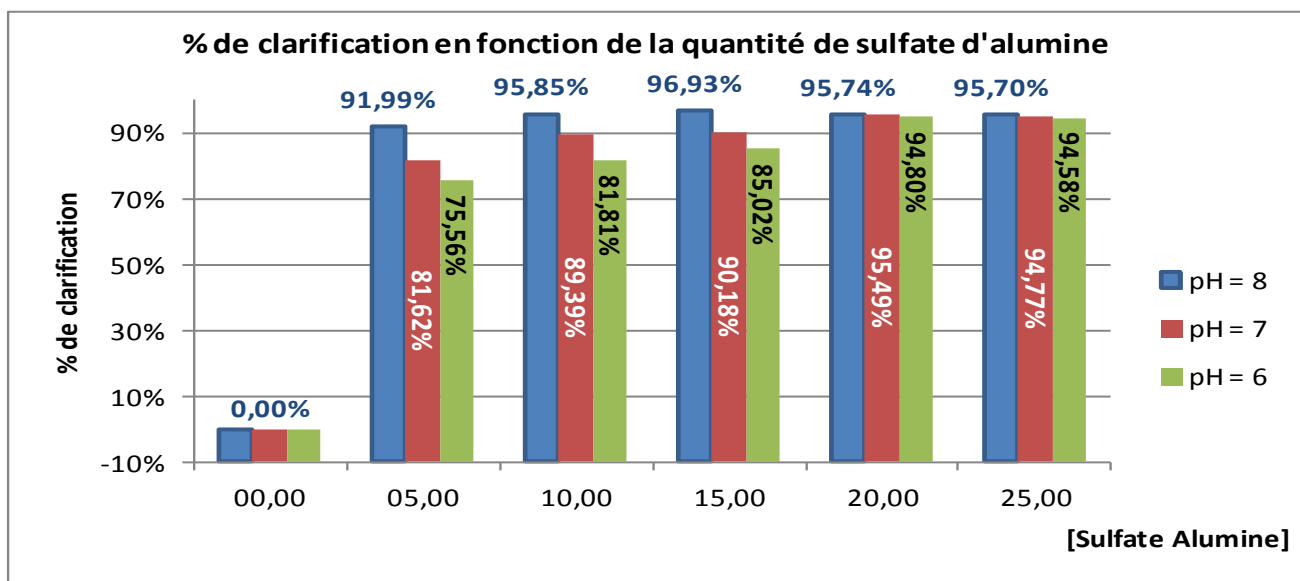
Les résultats sont présentés aux tableaux et aux graphes suivants

### Etude de la turbidité moyenne (27,7NTU) en fonction de la concentration de sulfate d'alumine

Tableau 1-4 : résultats de la variation de turbidité (pour eau moyen turbide 27.7NTU) en fonction de la quantité de S.A

Paramètres		[S. A] (ppm)	00,00	05,00	10,00	15,00	20,00	25,00
		pH = 8	Turbidité(NTU)	27,70	02,22	01,15	00,85	01,18
% de clarification	0,00%		91,99%	95,85%	96,93%	95,74%	95,70%	
pH = 7	Turbidité(NTU)	27,70	05,09	02,94	02,72	01,25	01,45	
	% de clarification	0,00%	81,62%	89,39%	90,18%	95,49%	94,77%	
pH = 6	Turbidité(NTU)	27,70	06,77	05,04	04,15	01,44	01,50	
	% de clarification	0,00%	75,56%	81,81%	85,02%	94,80%	94,58%	





**Graphe 1-4 : variation du % de la clarification en fonction du coagulant (Sulfate Alumine)**

Le taux de clarification représente la clarté de l'eau. Il est directement proportionnel à la turbidité.

On constate, selon les résultats présentés au Tableau et au Graphe 1, que le pourcentage de clarification varie en fonction de la quantité de sulfate d'alumine injectée et en fonction du pH.

C'est-à-dire que la turbidité est proportionnelle à la quantité de coagulant et, donc, l'eau est plus claire

On remarque aussi que la quantité optimale de sulfate d'alumine est fonction du pH du milieu et qu'elle est optimale pour un pH =8.

Le meilleur taux de clarification est obtenu avec les paramètres suivants :

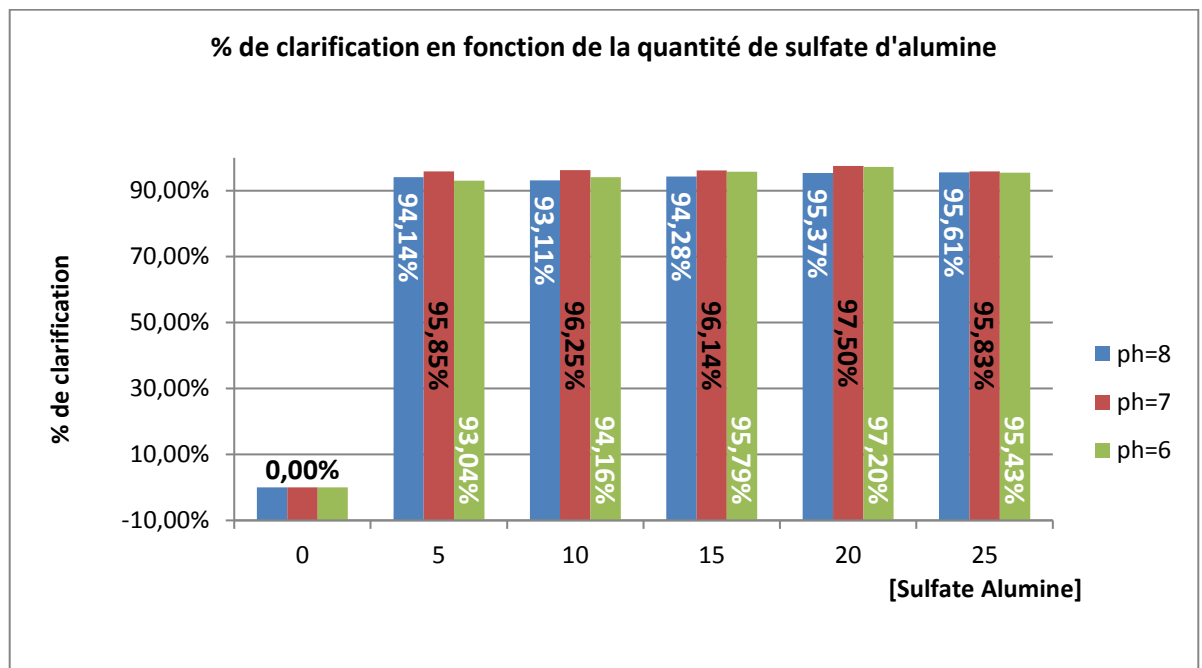
1. la concentration sulfate d'alumine = 15 ppm.
2. pH= 8.

## Etude de la turbidité haute (112NTU) en fonction de la concentration de sulfate d'alumine

Les résultats sont dans le Tableau 2 :

**Tableau 2: résultats de la variation de turbidité (pour eau turbide 112NTU) en fonction de la quantité de S.A**

Paramètres	[S. A] (ppm)	0	5	10	15	20	25
	<b>pH=8</b>	Turbidité(NTU)	112	6,56	7,72	6,41	5,19
	% de clarification	0,00%	94,14%	93,11%	94,28%	95,37%	95,61%
<b>pH=7</b>	Turbidité(NTU)	112	4,65	4,2	4,32	2,8	4,67
	% de clarification	0,00%	95,85%	96,25%	96,14%	97,50%	95,83%
<b>pH=6</b>	Turbidité(NTU)	112	7,8	6,54	4,72	3,14	5,12
	% de clarification	0,00%	93,04%	94,16%	95,79%	97,20%	95,43%



**Graph 2:: variation du % de la clarification en fonction du coagulant (Sulfate Alumine)**

On constate, selon les résultats présentés, que le pourcentage de clarification varie toujours en fonction de la quantité de sulfate d'alumine injectée ainsi que le pH. Plus la quantité de coagulant augmente, plus la turbidité diminue et plus l'eau devient claire

On remarque aussi que la quantité optimale de sulfate d'alumine est fonction du pH du milieu. Ce dernier est de : pH =7.

Le meilleur taux de clarification est obtenu avec les paramètres suivants :

1. la concentration sulfate d'alumine = 20 ppm.
2. pH=7.

### **Etude de la coagulation au sulfate d'alumine en présence de polymère.**

Cette partie est consacrée à l'étude du taux de clarification en fonction de la quantité de polymère. Pour ce faire, on a fixé la quantité de sulfate d'alumine à la quantité optimale pour les deux valeurs de turbidité (moyenne et haute) en fonction la quantité de polymère. Le pH du milieu est aussi considéré et varie de 8 à 6 passant par 7.

a) Etude de la quantité de polymère à Turbidité moyenne, à pH=8

**Tableau 3: résultats de la variation de la turbidité (turbidité moyenne 27.7NTU) à pH= 08.**

<i>Dosage de S.A (ppm)</i>		<i>0</i>	<i>15.0</i>	<i>15.0</i>	<i>15.0</i>	<i>15.0</i>	<i>15.0</i>
<i>Dosage de Poly (ppm)</i>		<i>0</i>	<i>0.05</i>	<i>0.10</i>	<i>0.15</i>	<i>0.20</i>	<i>0.25</i>
<i>Turbidité(NTU)</i>		<i>27.7</i>	<i>1.86</i>	<i>1.5</i>	<i>1.81</i>	<i>2.11</i>	<i>1.27</i>
<i>Couleur</i>		<i>79</i>	<i>15</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>11</i>
<i>Taille des floccs</i>		<i>0</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Turbidité après filtration</i>		<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>0.80</i>
<i>Conductivité</i>		<i>2060</i>	<i>2030</i>	<i>1995</i>	<i>2050</i>	<i>2100</i>	<i>2040</i>
<i>Test d'Aluminium m Al<sup>3+</sup></i>	<i>avant filtration</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>0.233</i>
	<i>après filtration</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>0.047</i>

b) Etude de la quantité de polymère (Turbidité moyenne) à pH=7.

**Tableau 4: résultats de la variation de la turbidité (turbidité moyenne 27.7NTU) à pH= 07.**

<i>Numéro de bécher</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Dosage de S.A (ppm)</i>	<i>0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>
<i>Dosage de Poly (ppm)</i>	<i>0</i>	<i>0.05</i>	<i>0.10</i>	<i>0.15</i>	<i>0.20</i>	<i>0.25</i>
<i>Turbidité(NTU)</i>	<i>27.7</i>	<i>1.6</i>	<i>1.3</i>	<i>0.97</i>	<i>1.34</i>	<i>1.03</i>
<i>couleur</i>	<i>79</i>	<i>31</i>	<i>16</i>	<i>8</i>	<i>16</i>	<i>12</i>
<i>Taille des floccs</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
<i>Al<sup>3+</sup> avant filtration</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>0.178</i>	<i>/</i>
<i>Al<sup>3+</sup> après filtration</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>0.044</i>	<i>/</i>
<i>Turbidité après filtration</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>0.75</i>	<i>/</i>
<i>conductivité</i>	<i>2060</i>	<i>2020</i>	<i>1979</i>	<i>1980</i>	<i>1984</i>	<i>1979</i>

a) Etude de la quantité de polymère (Turbidité moyenne) à pH=6

**Tableau 5: résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité moyenne 27.7NTU) :**

<i>Dosage de S.A (ppm)</i>	<i>0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>
<i>Dosage de Poly (ppm)</i>	<i>0</i>	<i>0.05</i>	<i>0.10</i>	<i>0.15</i>	<i>0.20</i>	<i>0.25</i>
<i>Turbidité(NTU)</i>	<i>27.7</i>	<i>1.78</i>	<i>1.66</i>	<i>1.88</i>	<i>1.92</i>	<i>1.78</i>
<i>couleur</i>	<i>79</i>	<i>20</i>	<i>16</i>	<i>14</i>	<i>11</i>	<i>17</i>
<i>Taille des floccs</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>5-6</i>
<i>Al<sup>3+</sup> avant filtration</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>0.320</i>	<i>/</i>
<i>Al<sup>3+</sup> après filtration</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>0.137</i>	<i>/</i>
<i>Turbidité après filtration</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>/</i>	<i>0.95</i>	<i>/</i>
<i>Conductivité (µS/m)</i>	<i>2060</i>	<i>2000</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1998</i>	<i>2000</i>

c) Etude de la quantité de polymère (Turbidité haute) à pH=8

**Tableau 6: résultats de la variation de la turbidité (pH : 08 turbidité haute 112NTU) :**

<i>Dosage de S.A (ppm)</i>	<b>0</b>	<b>25.0</b>	<b>25.0</b>	<b>25.0</b>	<b>25.0</b>	<b>25.0</b>
<i>Dosage de Poly (ppm)</i>	0	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
<i>Turbidité(NTU)</i>	112	1.45	1.78	1.24	2.34	2.20
<i>couleur</i>	269	2	8	6	18	12
<i>Taille des floccs</i>	0	3	3	4	4	5
<i>Al<sup>3+</sup> avant filtration</i>	/	/	/	/	0.34	/
<i>Al<sup>3+</sup> après filtration</i>	/	/	/	/	0.0	/
<i>Turbidité après filtration</i>	/	/	/	/	0.87	/
<i>conductivité</i>	2060	2020	1973	1980	1998	2000

d) Etude de la quantité de polymère (Turbidité haute) à pH=7

**Tableau 7: résultats de la variation de la turbidité (pH : 07 turbidité haute 112NTU) :**

<i>Dosage de S.A (ppm)</i>	<b>0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>
<i>Dosage de Poly (ppm)</i>	0	0.05	0.1	0.15	0.20	0.25
<i>Turbidité(NTU)</i>	112	2.42	1.62	1.88	1.74	1.06
<i>couleur</i>	269	20	23	20	16	15
<i>Taille des floccs</i>	0	2	3	3	4	4
<i>Al<sup>3+</sup> avant filtration</i>	/	/	/	/	/	0.108
<i>Al<sup>3+</sup> après filtration</i>	/	/	/	/	/	0.016
<i>Turbidité après filtration</i>	/	/	/	/	/	0.64
<i>conductivité</i>	2060	2060	2000	2030	1998	1980

e) Etude de la quantité de polymère (Turbidité moyenne) à pH=6

**Tableau 8: résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité haute 112NTU) :**

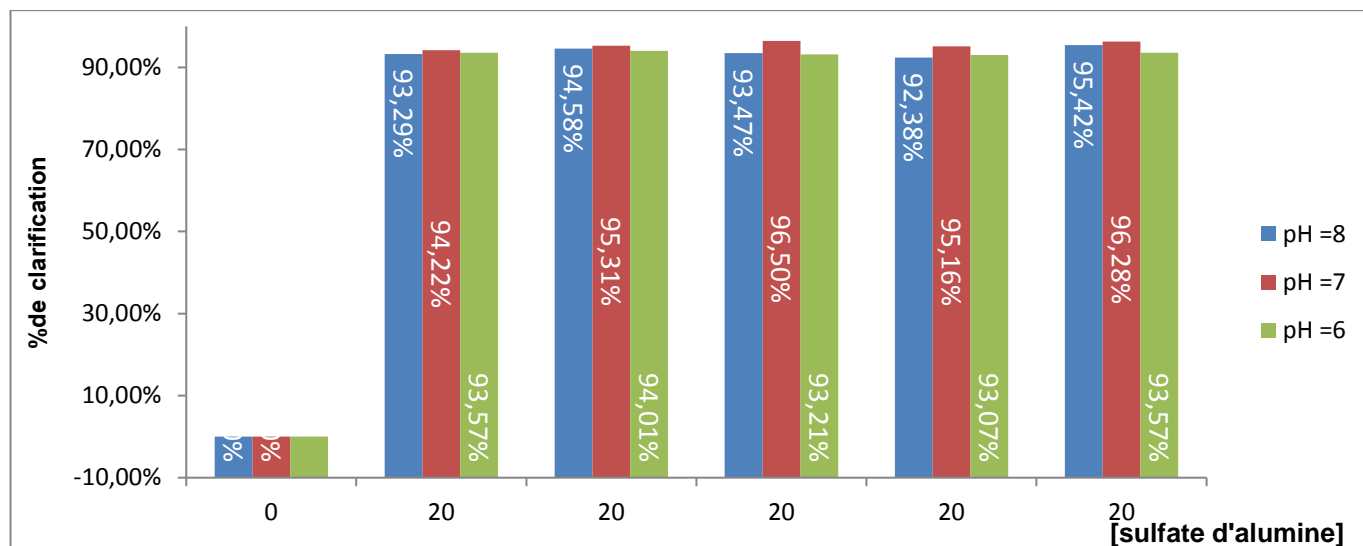
<i>Dosage de S.A (ppm)</i>	<i>0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>	<i>20.0</i>
<i>Dosage de Poly (ppm)</i>	0	0.05	0.1	0.15	0.20	0.25
<i>Turbidité(NTU)</i>	112	5.50	4.77	6.23	5.60	6.54
<i>couleur</i>	269	44	12	32	33	46
<i>Taille des floccs</i>	0	2	3	3	4	4
<i>Al<sup>3+</sup> avant filtration</i>	/	/	0.35	/	/	/
<i>Al<sup>3+</sup> après filtration</i>	/	/	0.049	/	/	/
<i>Turbidité après filtration</i>	/	/	1.32	/	/	/
<i>conductivité</i>	2060	2020	1996	1989	1998	2010

L'objectif des résultats présentés dans les tableaux précédents est la détermination de l'influence de la quantité de polymère en fonction du pH sur le pourcentage de clarification de l'eau. Cette dernière est résumée aux Tableau 9.

Tableau 10, au Graphe 3 et au Graphe 4

**Tableau 9: Résultat de la variation de % de clarification en fonction de la concentration sulfate d'alumine ainsi que le pH.**

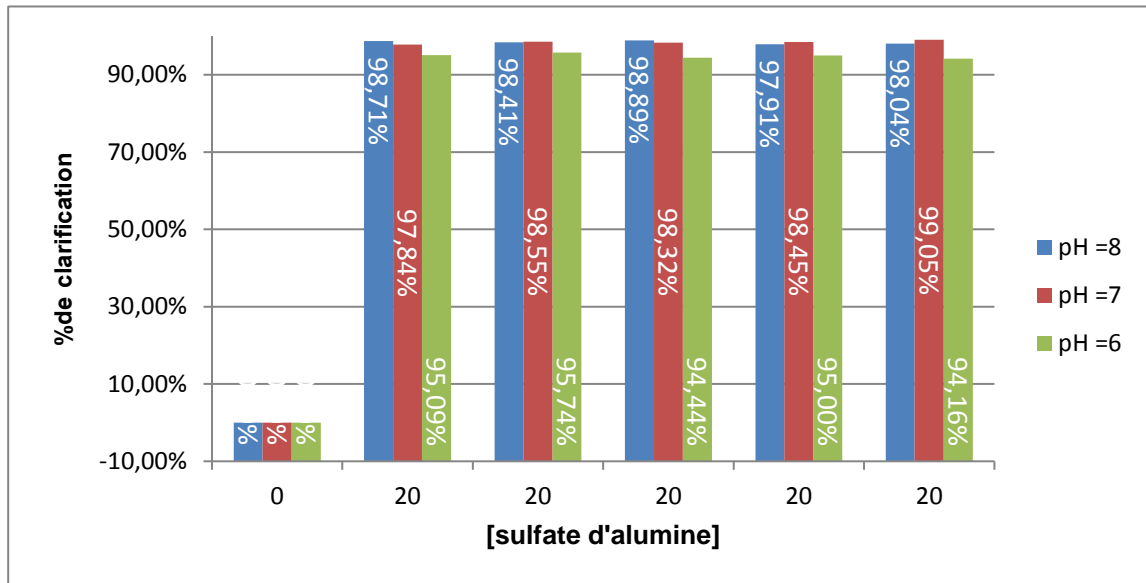
pH	paramètres	Quantité					
pH =8	Dosage de S,A (ppm)	<i>0</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>
	% clarification	0,00%	93,29%	94,58%	93,47%	92,38%	95,42%
pH =7	Dosage de S,A (ppm)	<i>0</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>20</i>
	% clarification	0,00%	94,22%	95,31%	96,50%	95,16%	96,28%
pH =6	Dosage de S,A (ppm)	<i>0</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>20</i>
	% clarification	0,00%	93,57%	94,01%	93,21%	93,07%	93,57%



Graph 3: variation du % de la clarification en fonction du coagulant (Sulfate Alumine).

**Tableau 10: Résultat de la variation de % de clarification en fonction de la concentration sulfate d'alumine**

pH	paramètre	Quantité					
		0	25	25	25	25	25
pH = 8	Dosage de S,A (ppm)	0	25	25	25	25	25
	% clarification	0,00%	98,71%	98,41%	98,89%	97,91%	98,04%
pH = 7	Dosage de S,A (ppm)	0	20	20	20	20	20
	% clarification	0,00%	97,84%	98,55%	98,32%	98,45%	99,05%
pH = 6	Dosage de S,A (ppm)	0	20	20	20	20	20
	% clarification	0,00%	95,09%	95,74%	94,44%	95,00%	94,16%



Graph 4: variation du % de clarification en fonction du coagulant (sulfate d'alumine)

Pour ce qui est de la turbidité de l'eau, les résultats sont :

a) Turbidité moyenne :

Le taux de clarification est presque constant avec l'ajout du polymère pour les trois valeurs de pH. C'est-à-dire que la variation de la quantité de polymère reste sans effet sur la clarification de l'eau.

b) Turbidité haute :

L'effet de la variation de la quantité du polymère sur la clarification reste le même que précédemment. Toute fois, on remarque que la clarification pour la turbidité moyenne est meilleures que celle de la haute turbidité.

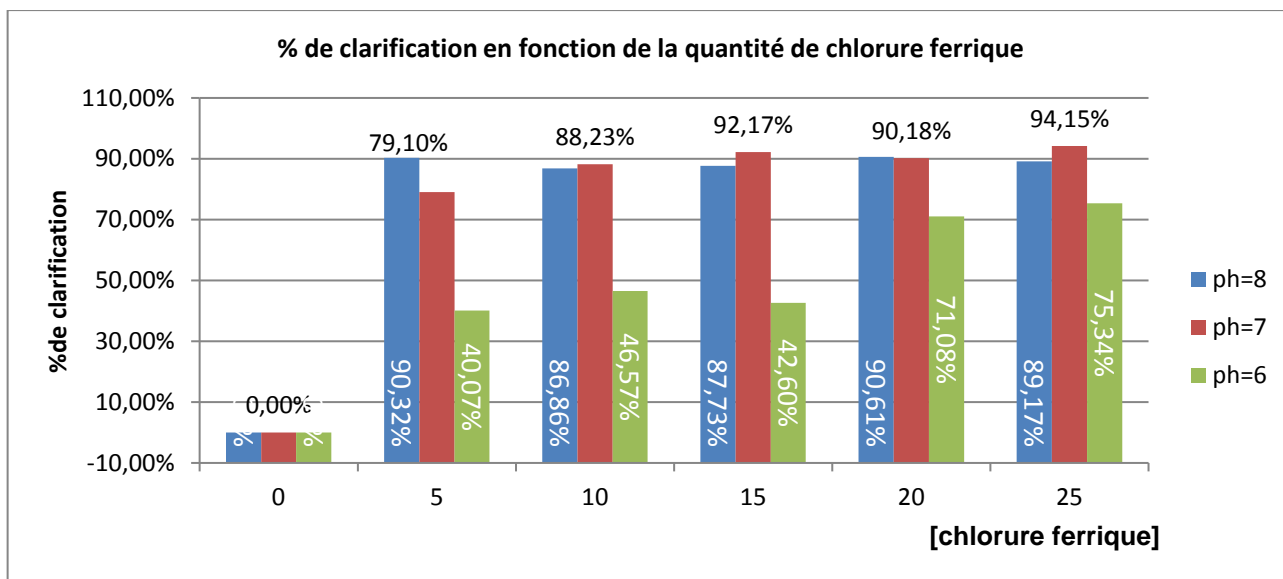


### Coagulation avec le chlorure ferrique :

Les résultats sont regroupés aux tableaux.

**Tableau 11:** résultats de la variation de % de clarification en fonction de la concentration chlorure ferrique ainsi que le pH.

pH	Dosage de C,F (ppm)	0	5	10	15	20	25
pH=8	Turbidité(NTU)	27,7	2,68	3,64	3,4	2,6	3
	% clarification	0,00%	90,32%	86,86%	87,73%	90,61%	89,17%
pH=7	Turbidité(NTU)	27,7	5,79	3,26	2,17	2,72	1,62
	% clarification	0,00%	79,10%	88,23%	92,17%	90,18%	94,15%
pH=6	Turbidité(NTU)	27,7	16,6	14,8	15,9	8,01	6,83
	% clarification	0,00%	40,07%	46,57%	42,60%	71,08%	75,34%



**Graphe 5:** variation du % de clarification en fonction du coagulant (chlorure ferrique).

On constate, selon les résultats présentés au **Tableau 11** et **Graphe 5**, que le pourcentage de clarification varie en fonction de la quantité de chlorure ferrique injectée ainsi que en fonction du pH.

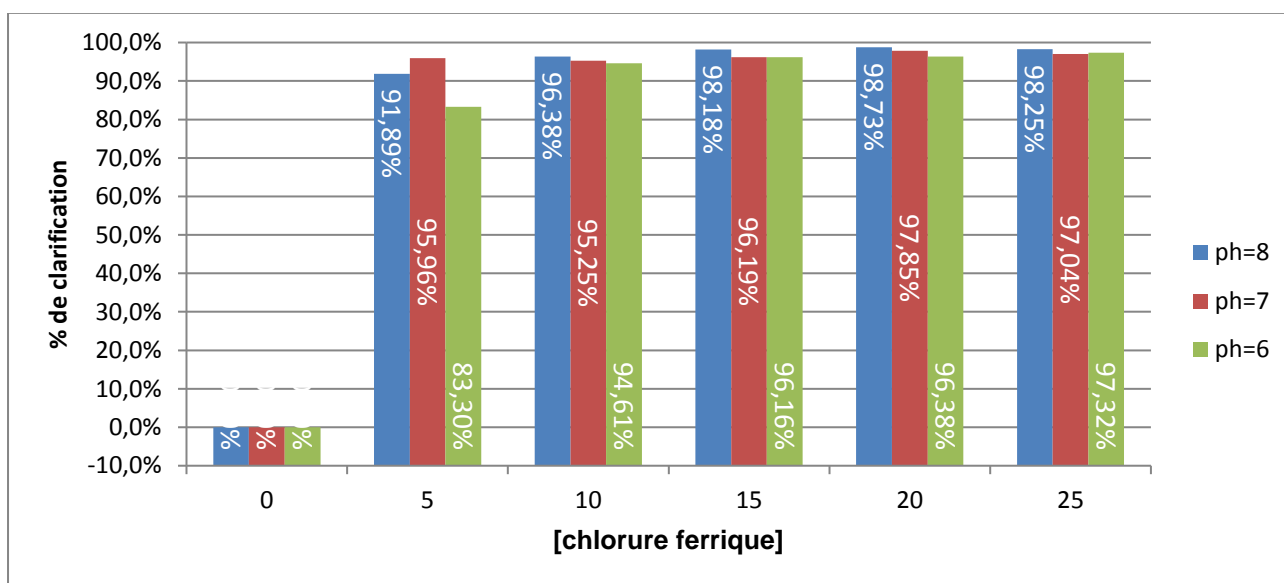
On remarque aussi que la quantité optimale de chlorure ferrique est fonction du pH du milieu et qu'elle est optimale pour un pH =8.

Le meilleur taux de clarification est obtenu avec les paramètres suivants :

1. la concentration chlorure ferrique = 20 ppm.
2. pH=8.

**Tableau 12:** résultats de la variation de % de clarification en fonction de la concentration chlorure ferrique ainsi que le pH.

	Dosage de C, F (ppm)	0	5	10	15	20	25
pH=8	Turbidité(NTU)	112	9,08	4,06	2,04	1,42	1,96
	% clarification	0,00%	91,89%	96,38%	98,18%	98,73%	98,25%
pH=7	Turbidité(NTU)	112	4,53	5,32	4,27	2,41	3,32
	% clarification	0,00%	95,96%	95,25%	96,19%	97,85%	97,04%
pH=6	Turbidité(NTU)	112	18,7	6,04	4,3	4,06	3
	% clarification	0,00%	83,30%	94,61%	96,16%	96,38%	97,32%



**Graphe 6 :** variation de % de clarification en fonction de chlorure ferrique

Les résultats présentés au **Tableau 12** et **Graphe 6**, montrent que le pourcentage de clarification varie en fonction de la quantité de chlorure ferrique injectée ainsi que celui du pH. On remarque aussi que la quantité optimale de chlorure ferrique est fonction du pH du milieu et qu'elle est optimale pour un pH =8.

Le meilleur taux de clarification est obtenu avec les paramètres suivants :

1. la concentration chlorure ferrique = 20 ppm.
  2. pH=8.
- a- Etude de la quantité de polymère (Turbidité moyenne) à pH=8

**Tableau 13:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 08 turbidité moyenne 27.7NTU) :

<b>Dosage de C.F (ppm)</b>	<b>0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>
<b>Dosage de Poly (ppm)</b>	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
<b>Turbidité(NTU)</b>	27.7	4.25	5.02	2.86	3.54	2.29
<b>Couleur</b>	74	31	38	31	33	22
<b>Taille des floccs</b>	0	2	2	3	4	4
<b>Fe<sup>3+</sup> avant filtration</b>	/	/	/	/	/	0.74
<b>Fe<sup>3+</sup> après filtration</b>	/	/	/	/	/	0.31
<b>Turbidité après filtration</b>	/	/	/	/	/	0.05
<b>Conductivité</b>	2040	2020	1972	2010	2010	2000

b) Etude de la quantité de polymère (Turbidité moyenne) à pH=7

**Tableau 14:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 07 turbidité moyenne 27.7NTU) :

<b>Dosage de C.F (ppm)</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<b>Dosage de Poly (ppm)</b>	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
<b>Turbidité (NTU)</b>	27.7	4.57	4.98	2.86	3.35	1.69
<b>couleur</b>	74	52	31	15	20	12
<b>Taille des floccs</b>	0	2	3	4	4	5
<b>Fe<sup>+</sup> avant filtration</b>	/	/	/	/	/	0.65
<b>Fe<sup>+</sup> après filtration</b>	/	/	/	/	/	0.051
<b>Turbidité après filtration</b>	/	/	/	/	/	0.79
<b>Conductivité</b>	2020	1998	1998	2000	1996	1998

c- Etude de la quantité de polymère (Turbidité moyenne) à pH=6

**Tableau 15:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité moyenne 27.7NTU) :

<i>Dosage de C.F (ppm)</i>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<i>Dosage de Poly (ppm)</i>	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
<i>Turbidité (NTU)</i>	27.7	4.07	4.15	3.38	1.39	1.23
<i>couleur</i>	74	37	47	9	22	17
<i>Taille des floccs</i>	0	2	3	2	4	4
<i>Fe<sup>+</sup> avant filtration</i>	/	/	/	/	/	0.57
<i>Fe<sup>+</sup> après filtration</i>	/	/	/	/	/	0.102
<i>Turbidités après filtration</i>	/	/	/	/	/	0.55
<i>Conductivité</i>	2020	2000	1997	1998	2000	2020

f) Etude de la quantité de polymère (Turbidité haute) à pH=8

**Tableau 16:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 08 turbidité haute 112NTU) :

<i>Dosage de CF (ppm)</i>	<b>0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>
<i>Dosage de Poly (ppm)</i>	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
<i>Turbidité(NTU)</i>	112	2.8	2.23	2.01	1.11	1.30
<i>Couleur</i>	269	13	26	31	21	17
<i>Taille des floccs</i>	0	2	2	3	3	3
<i>Fe<sup>3+</sup> avant filtration</i>	/	/	/	/	0.27	/
<i>Fe<sup>3+</sup> après filtration</i>	/	/	/	/	0.07	/
<i>Turbidité après filtration</i>	/	/	/	/	0.92	/
<i>Conductivité</i>	2020	2020	2000	2080	1998	2000

g) Etude de la quantité de polymère (Turbidité haute) à pH=7

**Tableau 17:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 07 turbidité haute 112NTU) :

<b>Dosage de C.F (ppm)</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b>Dosage de Poly (ppm)</b>	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
<b>Turbidité (NTU)</b>	112	17.7	9.42	5.18	3.19	1.76
<b>couleur</b>	269	119	53	16	14	12
<b>Taille des floccs</b>	0	2	3	3	4	5
<b>Fe<sup>+</sup> avant filtration</b>	/	/	/	/	/	0.64
<b>Fe<sup>+</sup> après filtration</b>	/	/	/	/	/	0.031
<b>Turbidités après filtration</b>	/	/	/	/	/	0.91
<b>Conductivité</b>	2020	1998	2000	1987	2010	2000

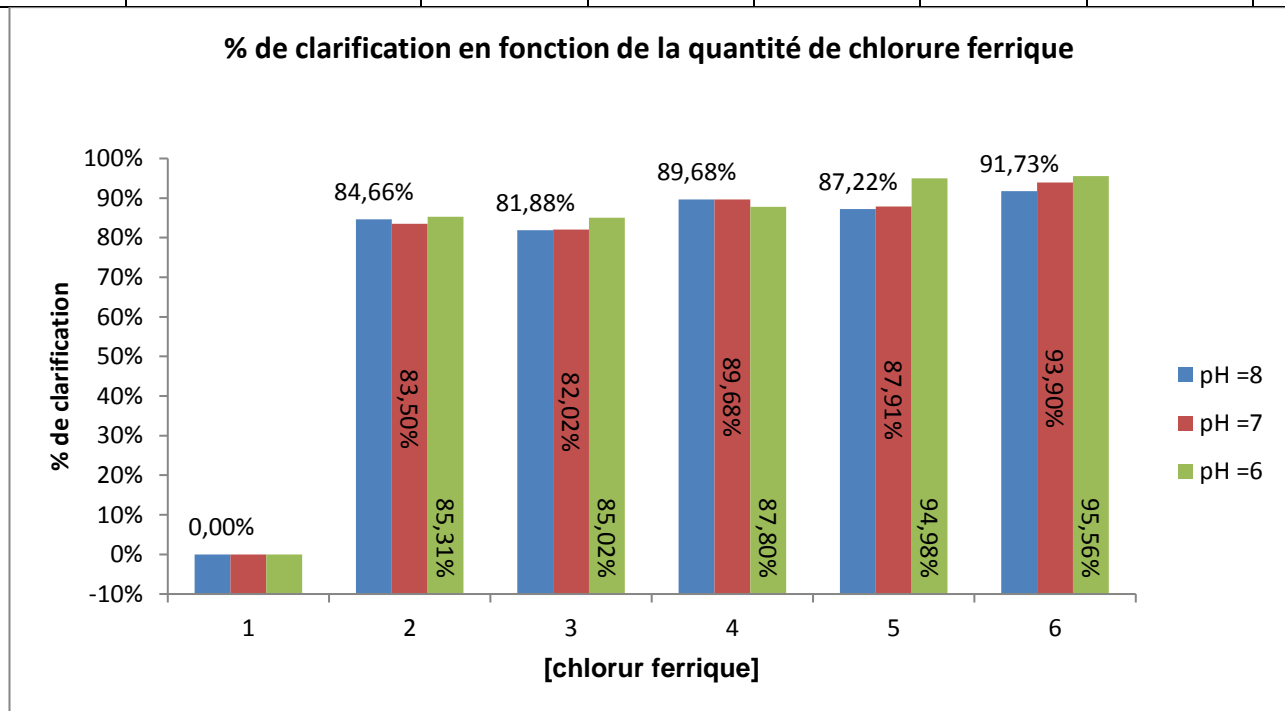
h) Etude de la quantité de polymère (Turbidité haute) à pH=6

**Tableau 18:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité haute 112NTU) :

<b>Dosage de C.F (ppm)</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b>Dosage de Poly (ppm)</b>	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
<b>Turbidité (NTU)</b>	112	5.87	5.23	3.04	2.55	3.72
<b>couleur</b>	269	64	52	41	36	39
<b>Taille des floccs</b>	0	2	2	2	3	3
<b>Fe<sup>+</sup> avant filtration</b>	/	/	/	/	0.65	/
<b>Fe<sup>+</sup> après filtration</b>	/	/	/	/	0.21	/
<b>Turbidités après filtration</b>	/	/	/	/	1.06	/
<b>Conductivité</b>	2020	2010	2000	1998	2000	2000

**Tableau 19:** résultats de la variation de % de clarification en fonction de la concentration chlorure ferrique ainsi que le pH.

pH	paramètre	Quantité					
		0	20	20	20	20	20
pH =8	<i>Dosage de C.F (ppm)</i>	0	20	20	20	20	20
	<i>% clarification</i>	0,00%	84,66%	81,88%	89,68%	87,22%	91,73%
pH =7	<i>Dosage de C.F (ppm)</i>	0	25	25	25	25	25
	<i>% clarification</i>	0,00%	83,50%	82,02%	89,68%	87,91%	93,90%
pH =6	<i>Dosage de C.F (ppm)</i>	0	25	25	25	25	25
	<i>% clarification</i>	0,00%	85,31%	85,02%	87,80%	94,98%	95,56%

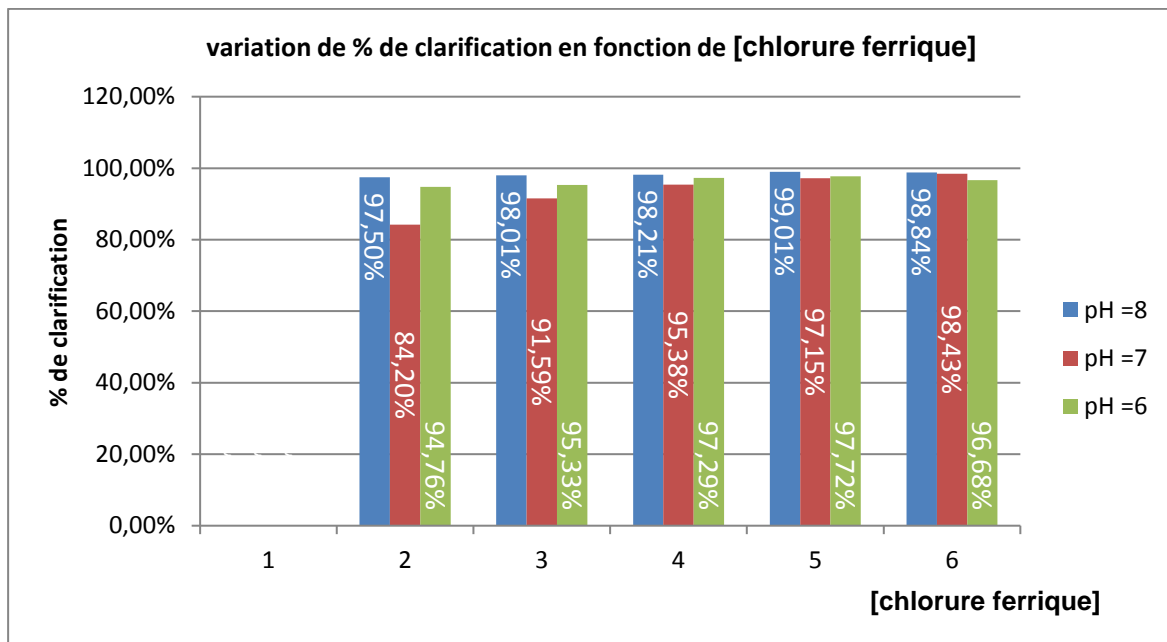


**Graph 7: variation de % de clarification en fonction de [chlorure ferrique]**

Ces résultats montrent que la coagulation n'a pas la même efficacité si on fait varier la turbidité et le pH de l'eau. En comparant ces résultats avec ceux du sulfate d'alumine on trouve que ce dernier donne un meilleur résultat par rapport au chlorure ferrique ; donc la coagulation au sulfate d'alumine est plus efficace.

**Tableau 20:** résultats de la variation de % de clarification en fonction de la concentration chlorure ferrique ainsi que le pH.

pH	paramètre	quantité					
		0	20	20	20	20	20
pH =8	Dosage de C.F (ppm)	0	20	20	20	20	20
	% clarification	0,00%	97,50%	98,01%	98,21%	99,01%	98,84%
pH =7	Dosage de C.F (ppm)	0	15	15	15	15	15
	% clarification	0,00%	84,20%	91,59%	95,38%	97,15%	98,43%
pH =6	Dosage de C.F (ppm)	0	15	15	15	15	15
	% clarification	0,00%	94,76%	95,33%	97,29%	97,72%	96,68%



**Graph 8: variation de % de clarification en fonction de [chlorure ferrique]**

Ces résultats sont obtenus avec le chlorure ferrique comme coagulant. Ils sont regroupés ci-après :

a. Turbidité moyenne :

Le taux de clarification est presque constant avec l'ajout du polymère pour les trois valeurs de pH. C'est-à-dire que la variation de la quantité de polymère reste sans effet sur la clarification de l'eau.

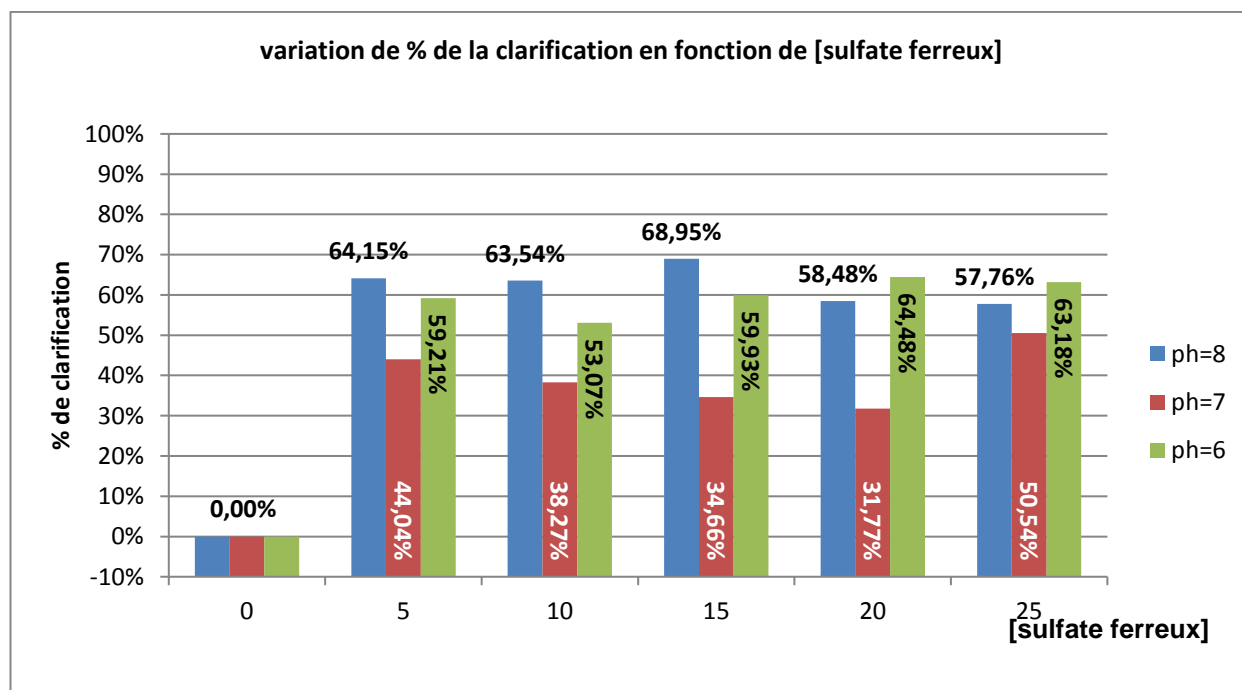
b. Turbidité haute :

L'effet de la variation de la quantité du polymère sur la clarification reste le même que précédemment. Toute fois, on remarque que la clarification pour la turbidité moyenne est meilleures que celle de la haute turbidité.

**Coagulant le Sulfate ferreux :**

**Tableau 21:** résultats de la variation de % de la clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux ainsi que le pH.

pH	Dosage de S.F (ppm)	0	5	10	15	20	25
pH=8	Turbidité(NTU)	27,7	9,93	10,1	8,6	11,5	11,7
	% clarification	0,00%	64,15%	63,54%	68,95%	58,48%	57,76%
pH=7	Turbidité(NTU)	27,7	15,5	17,1	18,1	18,9	13,7
	% clarification	0,00%	44,04%	38,27%	34,66%	31,77%	50,54%
pH=6	Turbidité(NTU)	27,7	11,3	13	11,1	9,84	10,2
	% clarification	0,00%	59,21%	53,07%	59,93%	64,48%	63,18%



**Graphe 9:** variation de % de la clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux

On constate, selon les résultats présentés au **Tableau 21** et **Graphe 9**, que le pourcentage de clarification varie en fonction de la quantité de sulfate ferreux injectée ainsi que le pH.



C'est-à-dire que plus la quantité de coagulant augmente, plus la turbidité diminue et plus l'eau est claire. Il y a une relation de proportionnalité directe entre la quantité de coagulants et ces paramètres.

On remarque aussi que la quantité optimale de sulfate ferreux est fonction du pH du milieu et qu'elle est optimale pour un pH =8.

Le meilleur taux de clarification est obtenu avec les paramètres suivants :

1. la concentration chlorure ferrique = 15 ppm.
2. pH=8.
- a- Etude de la quantité de polymère (Turbidité moyenne) à pH=8

**Tableau 22:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 08 turbidité moyenne 27.7NTU) :

<b>Dosage de S.F (ppm)</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b>Dosage de Poly (ppm)</b>	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
<b>Turbidité (NTU)</b>	27.6	6.63	6.4	6.16	5.71	6.29
<b>couleur</b>	72	36	35	29	27	25
<b>Taille des flocs</b>	0	2	2	4	5	5
<b>Fe<sup>+</sup> avant filtration</b>	/	/	/	/	0.27	/
<b>Fe<sup>+</sup> après filtration</b>	/	/	/	/	0.08	/
<b>Turbidités après filtration</b>	/	/	/	/	1.49	/
<b>Conductivité</b>	2040	2000	1996	1987	1970	2010

b- Etude de la quantité de polymère (Turbidité moyenne) à pH=7

**Tableau 23:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 07 turbidité moyenne 27.7NTU) :

<b>Dosage de S.F (ppm)</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<b>Dosage de Poly (ppm)</b>	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
<b>Turbidité (NTU)</b>	27.7	7.04	5.25	4.51	6.95	5.22
<b>couleur</b>	72	37	19	12	14	10
<b>Taille des floccs</b>	0	2	3	3	4	4
<b>Fe<sup>+</sup> avant filtration</b>	/	/	/	0.68	/	/
<b>Fe<sup>+</sup> après filtration</b>	/	/	/	0.056	/	/
<b>Turbidités après filtration</b>	/	/	/	1.03	/	/
<b>Conductivité</b>	2020	2010	2000	1998	2000	2000

c- Etude de la quantité de polymère (Turbidité moyenne) à pH=6

**Tableau 24:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité moyenne 27.7NTU) :

<b>Dosage de S.F (ppm)</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
<b>Dosage de Poly (ppm)</b>	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
<b>Turbidité (NTU)</b>	27.7	10.5	7.38	6.25	5.21	5.60
<b>Couleur</b>	72	33	19	14	10	11
<b>Taille des floccs</b>	0	2	2	3	4	4
<b>Fe<sup>+</sup> avant filtration</b>	/	/	/	/	0.72	/
<b>Fe<sup>+</sup> après filtration</b>	/	/	/	/	0.31	/
<b>Turbidités après filtration</b>	/	/	/	/	1.65	/
<b>Conductivité</b>	2020	2010	1998	2000	1998	2020

d- Etude de la quantité de polymère (Turbidité haute) à pH=8

**Tableau 25:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 08 turbidité haute 112NTU) :

<i>Numéro de bécher</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<i>Dosage de S.F (ppm)</i>	0	25	25	25	25	25
<i>Dosage de Poly (ppm)</i>	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
<i>Turbidité (NTU)</i>	112	12.8	12.9	12.5	15.2	15.9
<i>Couleur</i>	269	61	65	61	71	69
<i>Taille des floccs</i>	0	2	2	02-mars	3	3
<i>Fe<sup>+</sup> avant filtration</i>	/	/	/	0.86	/	/
<i>Fe<sup>+</sup> après filtration</i>	/	/	/	0.31	/	/
<i>Turbidités après filtration</i>	/	/	/	2.13	/	/
<i>Conductivité</i>	2020	2050	2020	2020	2000	1998

f- Etude de la quantité de polymère (Turbidité haute) à pH=7

**Tableau 26:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 07 turbidité haute 112NTU) :

<i>Dosage de S.F (ppm)</i>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<i>Dosage de Poly (ppm)</i>	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
<i>Turbidité (NTU)</i>	112	5.92	4.06	3.63	3.54	3.74
<i>Couleur</i>	269	60	64	42	41	40
<i>Taille des floccs</i>	0	2	2	3	3	3
<i>Fe<sup>+</sup> avant filtration</i>	/	/	/	/	0.66	/
<i>Fe<sup>+</sup> après filtration</i>	/	/	/	/	0.20	/
<i>Turbidités après filtration</i>	/	/	/	/	0.93	/
<i>Conductivité</i>	2020	2040	2020	2000	1998	2000

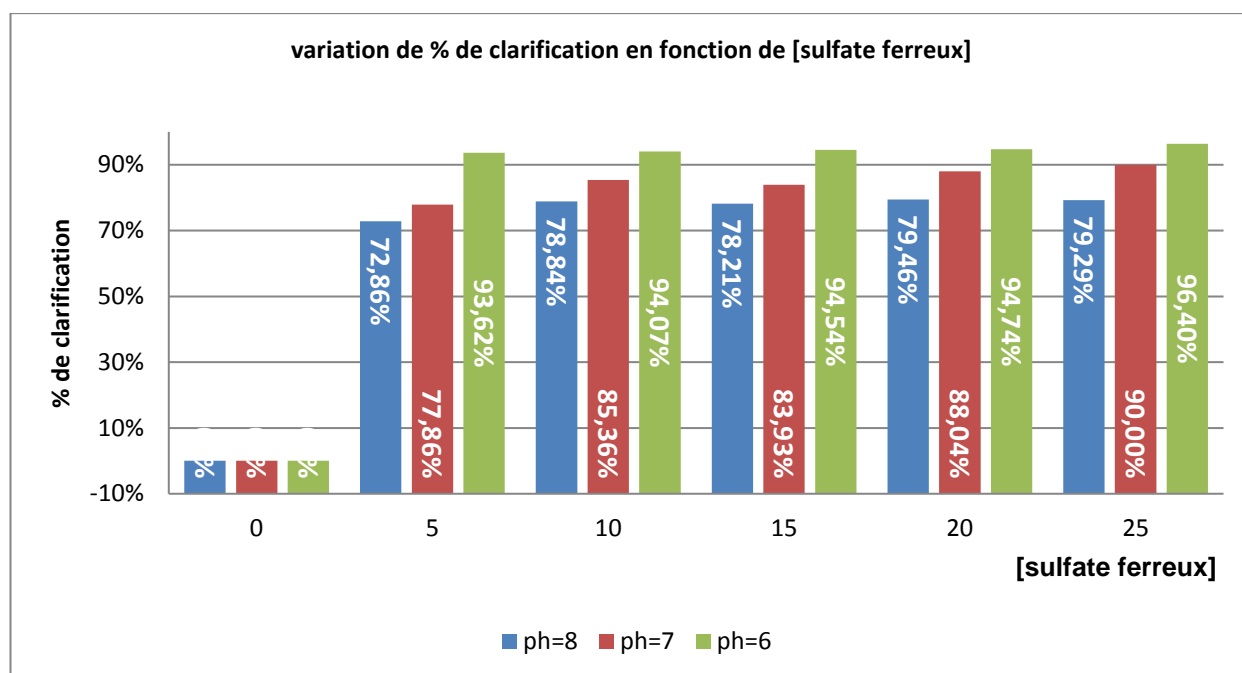
g- Etude de la quantité de polymère (Turbidité haute) à pH=6

**Tableau 27:** résultats de la variation de la turbidité (pH : 06 turbidité haute 112NTU) :

<i>Dosage de S.F (ppm)</i>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<i>Dosage de Poly (ppm)</i>	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
<i>Turbidité (NTU)</i>	112	7.87	7.23	5.04	4.55	5.72
<i>Couleur</i>	269	69	62	56	46	58
<i>Taille des floes</i>	0	2	2	04	4	5
<i>Fe<sup>+</sup> avant filtration</i>	/	/	/	/	0.86	/
<i>Fe<sup>+</sup> après filtration</i>	/	/	/	/	0.37	/
<i>Turbidités après filtration</i>	/	/	/	/	1.22	/
<i>Conductivité</i>	2020	2020	2000	1999	1987	2000

**Tableau 28:** résultats de la variation de % de clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux ainsi que le pH.

pH	<i>Dosage de S,F (ppm)</i>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
<b>pH=8</b>	<i>Turbidité(NTU)</i>	112	30,4	23,7	24,4	23	23,2
	<i>% clarification</i>	0,00%	72,86%	78,84%	78,21%	79,46%	79,29%
<b>pH=7</b>	<i>Turbidité(NTU)</i>	112	24,8	16,4	18	13,4	11,2
	<i>% clarification</i>	0,00%	77,86%	85,36%	83,93%	88,04%	90,00%
<b>pH=6</b>	<i>Turbidité(NTU)</i>	112	7,15	6,64	6,12	5,89	4,03
	<i>% clarification</i>	0,00%	93,62%	94,07%	94,54%	94,74%	96,40%



**Graphe 10: variation de % de clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux**

On constate, selon les résultats présentés au **Tableau 28** et **Graphe 10**, que le pourcentage de clarification varie en fonction de la quantité de chlorure ferrique injectée ainsi que le pH.

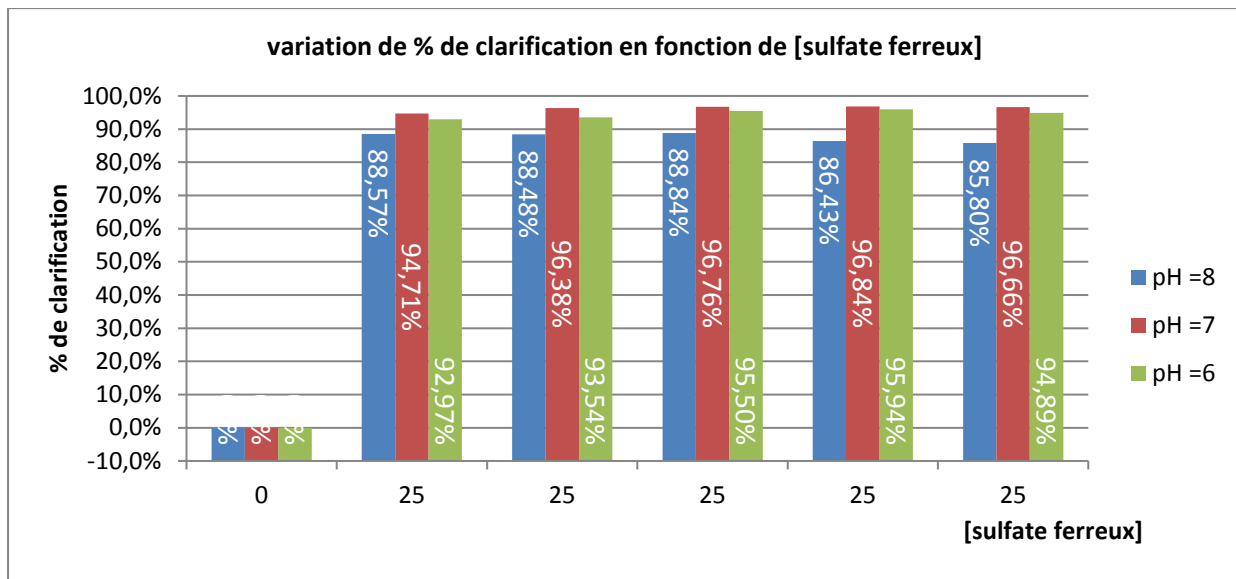
On remarque aussi que la quantité optimale de chlorure ferrique est fonction du pH du milieu et qu'elle est optimale pour un pH = 8.

Le meilleur taux de clarification est obtenu avec les paramètres suivants :

1. la concentration chlorure ferrique = 20 ppm.
2. pH=8.

**Tableau 29: résultats de la variation du % de clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux ainsi que le pH.**

pH	paramètre	Quantité					
		0	25	25	25	25	25
pH = 8	<i>Dosage de S.F (ppm)</i>	0	25	25	25	25	25
	<i>% clarification</i>	0,00%	88,57%	88,48%	88,84%	86,43%	85,80%
pH = 7	<i>Dosage de S,F (ppm)</i>	0	15	15	15	15	15
	<i>% clarification</i>	0,00%	94,71%	96,38%	96,76%	96,84%	96,66%
pH = 6	<i>Dosage de S.F (ppm)</i>	0	25	25	25	25	25
	<i>% clarification</i>	0,00%	92,97%	93,54%	95,50%	95,94%	94,89%



**Graphe 11: variation de % de clarification en fonction de la concentration sulfate ferreux .**

On constate, selon les résultats présentés au Tableau 29 et Graphe 11, que le pourcentage de clarification varie en fonction de la quantité de sulfate ferreux injectée ainsi que le pH.

C'est-à-dire que plus la quantité de coagulant augmente, plus la turbidité diminue et plus l'eau est claire

On remarque aussi que la quantité optimale de sulfate ferreux est fonction du pH du milieu et qu'elle est optimale pour un pH = 7.

Le meilleur taux de clarification est obtenu avec les paramètres suivants :

1. la concentration chlorure ferrique = 20 ppm.
2. pH=7.

## ***Conclusion :***

Les eaux destinées à la consommation humaine doivent être sûres et ne présentent pas de risque à court ou à long terme pour la santé du consommateur. Elles ne doivent pas se dégrader lorsqu'elles sont transportées par les réseaux de distribution d'eau.

La présente étude est axée sur le traitement de l'eau ; c'est-à-dire l'élimination des matières en suspension et les colloïdes de l'eau brute. Elle a été réalisée à la station de traitement de l'eau brute de SIDI LAHDJEL qui traite les eaux de barrages par les opérations de coagulation-floculation.

Au niveau de la station, on utilise le sulfate d'alumine comme agent de coagulation. Ce coagulant est acheminé hors station.

A ce niveau plusieurs questions ont surgi ; est-ce que le sulfate d'alumine est le seul coagulant à satisfaire les besoins du traitement.

Pour répondre à cette question d'autres coagulants ont été testés. Il s'agit du chlorure ferrique et du sulfate ferreux, agents chimiques disponibles et moins coûteux par rapport au sulfate d'alumine.

Le travail expérimental s'est axé sur la variation de la quantité du coagulant et la variation du pH de l'eau avec, en plus, la variation du polymère nécessaire au traitement.

Tous les résultats obtenus ont été comparés à ceux du sulfate d'alumine et on montre que :

- a) Le chlorure ferrique : le meilleur pourcentage de clarification est de 95,56% à 25 ppm de coagulant et à pH=6 pour une eau brute de turbidité moyenne.

Pour une eau brute de turbidité haute, le pourcentage de clarification est 99,01% à la concentration du coagulant de 20 ppm et à pH=8.

- b) Le sulfate ferreux : le meilleur pourcentage de clarification est de 68,95% à 15 ppm de coagulant et à pH=8 pour une eau brute de turbidité moyenne.

Pour une eau brute de turbidité haute, le pourcentage de clarification est 94,74 % à la concentration du coagulant de 20 ppm et à pH=6.

C'est ainsi que le chlorure ferrique devient le remplaçant idéal du sulfate d'alumine pour les motifs suivants :

- Fort pouvoir de clarification de l'eau brute (99,01%).

- Dispense de l'injection de l'acide pour diminuer le pH.
- Moins coûtant par rapport au sulfate d'alumine.

Toutes fois ce composé présente quelques inconvénients comme :

- Une légère coloration de l'eau traitée.
- Légère augmentation du fer dans l'eau traitée.

Ce travail dégage un certain nombre de perspectives. Parmi elles :

- Etude de l'évolution de la conductivité pour la comparer à celle du sulfate d'alumine.
- Etude biologique de l'eau traitée au chlorure ferrique.
- Etude technico économique pour la faisabilité du traitement au chlorure ferrique.



## ***Bibliographie :***

1. (s.d.). Degremont ( technique de l'eau) 1989.
2. (s.d.). Kemmer 1984 (manuel de l'eau ).
3. (s.d.). <https://www.seor.dz/>.
4. (s.d.). <https://www.oran-dz.com/ville/histoire>.
5. (s.d.). Optimisation de traitement par coagulation floculation.
6. (s.d.). Manuel Degremont ( station -sidi laadjel).

