



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2017

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

### EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV      Filière : Sciences Biologiques  
Spécialité : Eau, santé et environnement

Présenté par :

*AOUADI Ibtihel*

*Thème*

*Elimination de la matière organique dans les eaux de  
surface : Cas de l'eau de barrage de Tilesdit  
(Région de Bouira)*

Soutenu le : 13/ 06 / 2017

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>M. BARA Mouslim</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>M. ZOUGGAGHE Fatah</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promoteur</i>
<i>M. HAMDANI Aziz</i>	<i>MAB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>

Année Universitaire : 2016/2017

# Remerciement

*Tout d'abord je remercie Allah le tout puissant qui m'a fait ouvrir les portes du savoir, qui m'a donné la force et la volonté de poursuivre mes études et d'effectuer ce travail.*

*Mes remerciements vont à mes chers parents pour leur soutien moral et matériel durant mes études.*

*Au terme de ce travail, je tien à exprimer mes sincères remerciements à mon promoteur Mr ZOUGGAGHe Fatah pour sa patience, son encadrement exceptionnel, sa rigueur et sa disponibilité durant cette période de rédaction de mon mémoire.*

*Mes remerciements vont aussi à Mr BARA Mouslim d'avoir accepté de présider le jury.*

*Je remercie également Mr HAMDANI Aziz d'avoir accepté d'examiner mon travail.*

*Ce travail a été réalisé au laboratoire de la station de traitement des eaux de Tifledit. Je remercie Mr BEHLOULI le directeur de la station pour son accueil.*

*Je tien aussi à exprimer mes profondes gratitudees à Mr HELLEL le chef de laboratoire de la station.*

*Mes sincères remerciements à Mme TOUATI de m'avoir partagé leur savoir et ses expériences, un grand merci pour le temps qu'elle a consacré, pour la disponibilité et les nombreuses interventions qui ont permis l'aboutissement de ce travail.*

*Mes remerciements à toute l'équipe de la station, pour les aides techniques.*

*Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont aidé ou qui ont contribué de près ou de loin*

*à la réalisation de ce travail.*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail, comme preuve de respect, de gratitude et de reconnaissance :*

*A mes parents, grâce à leurs encouragements et leurs sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mes profonds sentiments envers eux. A mon cher père qui a toujours cru en moi et a mis à ma disposition tous les moyens nécessaires pour que je réussisse dans mes études. A ma chère maman, la prunelle de mes yeux et la joie de ma vie. Rien au monde ne vaut les efforts fournis pour mon éducation et mon bien être. Je prie le bon dieu de les bénir, de veiller sur eux en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.*

*A ma chère Nour El Houda qu'Allah t'assiste, je te souhaite que du bonheur et de la réussite ma sœur adorable.*

*A ma belle sœur Yasmine que je l'adore.*

*A mes chers frères Abderrahmane et Zakaria.*

*A mes cousins Aissa et Mohamed ainsi leur maman, que dieu les protège*

*A mes belles : Rahma, Bouchra, Romaiassa, Yousra et Asma*

*A tout les membres de l'association des oulémas musulmans algériens de Bouira*

*A ma chère Bouchra qui a toujours éclairé mon chemin par son amour*

*A toute la famille AOUADI et la famille HAMBLLI, ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.*

*A mes amies de la promotion eau santé et environnement surtout ma chère Amina qui m'a accompagné et soutenue tout au long de mes études*

## Sommaire :

-	Liste des figures	
-	Liste des tableaux	
-	Introduction .....	01

### Chapitre I : Synthèse bibliographique.

1-	L'écosystème aquatique .....	03
1.1-	Définition de l'eau .....	03
1.2-	Cycle hydrologique.....	03
1.3-	Les ressources en eaux.....	04
1.4-	Concept de continuum fluvial. ....	04
2-	La pollution des eaux de surface. ....	04
2.1-	Définition d'une pollution. ....	04
2.2-	Origine de la pollution. ....	05
2.3-	Types de pollution des eaux. ....	05
3-	Traitement des eaux de surface. ....	06
3.1-	Procédés physiques et physico-chimiques. ....	08
3.2-	Procédés biologiques. ....	08
4-	La matière organique dans les eaux de surface. ....	08
4.1-	Définition de la matière organique. ....	08
4.2-	Origine de la matière organique dans les eaux de surface. ....	09
4.3-	Composition de la matière organique. ....	09
4.4-	Problèmes causés par la matière organique. ....	10
4.5-	Méthodes d'analyse de la matière organique. ....	10

4.6-	Techniques d'élimination de la matière organique. ....	11
------	--	----

## **Chapitre II : Présentation de la région d'étude.**

1-	Le barrage Tilesdit.....	13
1.1-	Topographie.....	13
1.2-	Fiche technique du barrage .....	13
1.3-	Limites administratives.....	14
1.4-	Géologie.....	14
1.5-	Le climat.....	15
1.6-	La diversité faunistique et floristique.....	15
2-	La station de traitement de l'eau potable.....	16
2.1-	Organigramme de l'entreprise.....	17
2.2-	Description du procédé des traitements utilisés.....	18

## **Chapitre III : Matériel et méthodes.**

1-	Contexte et présentation de l'étude.....	20
2-	Prélèvement des échantillons.....	20
3-	Conservation.....	20
4-	Matériel utilisé.....	21
5-	Méthodes utilisés.....	22
5-1-	L'analyse réduite effectuée.....	22
5-2-	L'analyse de la matière organique.....	22
6-	Essai sur Jar test.....	26

## **Chapitre IV : Résultats et discussion.**

1-	Résultats des analyses physico-chimiques et l'analyse de la matière organique...28
----	--

2-	Discussion de l'analyse réduite des échantillons.....	29
3-	Discussion de l'analyse de la matière organique.....	33
4-	Le Jar test.....	37
-	<b>Conclusion.....</b>	<b>40</b>
-	<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>41</b>
-	<b>Annexe</b>	
-	<b>Résumé</b>	



## **Liste des figures :**

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Cycle de l'eau	3
2	Schéma classique d'une station de traitement des eaux de surface	6
3	Variation de la température au cours de traitement	30
4	Variation du pH au cours de traitement	31
5	Variation de la conductivité au cours de traitement	31
6	Variation de la turbidité au cours de traitement	32
7	Variation du chlore résiduel au cours de traitement	32
8	Variation de taux des sels dissous au cours de traitement	33
9	Evolution de la matière organique dans l'échantillon A au cours de traitement	34
10	Evolution de la matière organique dans l'échantillon B au cours de traitement	34
11	Evolution de la matière organique dans l'échantillon C au cours de traitement	35
12	Evolution de la matière organique dans l'échantillon D au cours de traitement	36
13	Evolution de la matière organique dans l'échantillon E au cours de traitement	36
14	Evolution de la matière organique dans l'échantillon F au cours de traitement	37
15	Evolution de la turbidité en fonction de la dose du coagulant	38



## **Liste des tableaux :**

<b>Tableau</b>	<b>titre</b>	<b>page</b>
I	Matériels utilisés lors des analyses	21
II	Tableau récapitulatif des résultats des analyses effectuées	28
III	Tableau récapitulatif des moyennes des analyses physico-chimiques réduites	29
IV	Tableau récapitulatif des résultats de l'analyse de la matière organique	33
V	Tableau récapitulatif des résultats de jar test	38

-

## **Introduction :**

L'usage de l'eau est une nécessité absolue pour la survie et le développement des êtres vivants. Les eaux de surface sont disponibles en plus grandes quantités que les eaux souterraines mais elles sont aussi plus vulnérables aux sources de pollutions naturelles et anthropiques. La majorité des plus grandes villes s'alimentent en eau potable à partir des eaux de surface.

La présence de la matière organique dans l'eau crée des problèmes importants tels que la détérioration de la qualité organoleptique qui est devenu un problème majeur et le développement bactérien dans les conduites du réseau de distribution qui cause par la suite une aggravation de la corrosion ... L'élimination de la matière organique est devenue alors un enjeu important du traitement de l'eau de consommation.

La chaîne de traitement conventionnelle des eaux de surfaces destinées à la consommation comprend dans la plupart du temps les six étapes suivantes : prétraitement, coagulation, floculation, décantation, filtration et désinfection. Cette chaîne de traitement a été conçue à la base pour la réduction de la turbidité en éliminant toutes sortes de matières en suspension. Les réactifs utilisés dans la station de traitement de Tilesdit sont le sulfate d'alumine comme coagulant, le polymère comme flocculant et l'hypochlorite de sodium comme désinfectant.

L'objectif principal de ce travail est de chercher le processus de traitement le plus efficace et les doses optimales des réactifs (sulfate d'alumine, polymère, hypochlorite de sodium) qui permettent de traiter une eau dans les meilleures conditions avec une élimination maximale de la matière organique. Aussi la détermination des facteurs qui influencent la quantité de cette matière organique dans l'eau.

Cette étude se présente en quatre chapitres dont le premier consiste en un état de connaissance sur l'origine de la matière organique, les problèmes causés par cette matière organique, les méthodes d'analyse et les techniques d'élimination. Les procédés de traitement des eaux de surface sont également exposés. La deuxième partie de notre travail concerne la présentation du barrage de Tilesdit et la station de traitement. Dans La troisième partie on s'intéresse à la présentation du matériel et des méthodes utilisés lors des analyses physico-chimiques et l'analyse de la matière organique en appliquant un essai sur le Jar-test pour optimiser les doses des réactifs utilisés lors de traitement. La matière organique est analysée

au niveau de laboratoire de la station par la méthode d'oxydation au permanganate de potassium (indice de permanganate). Le dernier chapitre concerne l'étude expérimentale qui présente les résultats et la discussion des essais relatifs à l'élimination de la matière organique par les méthodes classiques de traitement. Notons que ce chapitre débute par la détermination de quelques paramètres physico-chimiques de la qualité de l'eau brute, décantée, filtrée et traitée, en insistant sur la matière organique présente.

## 1) L'écosystème aquatique :

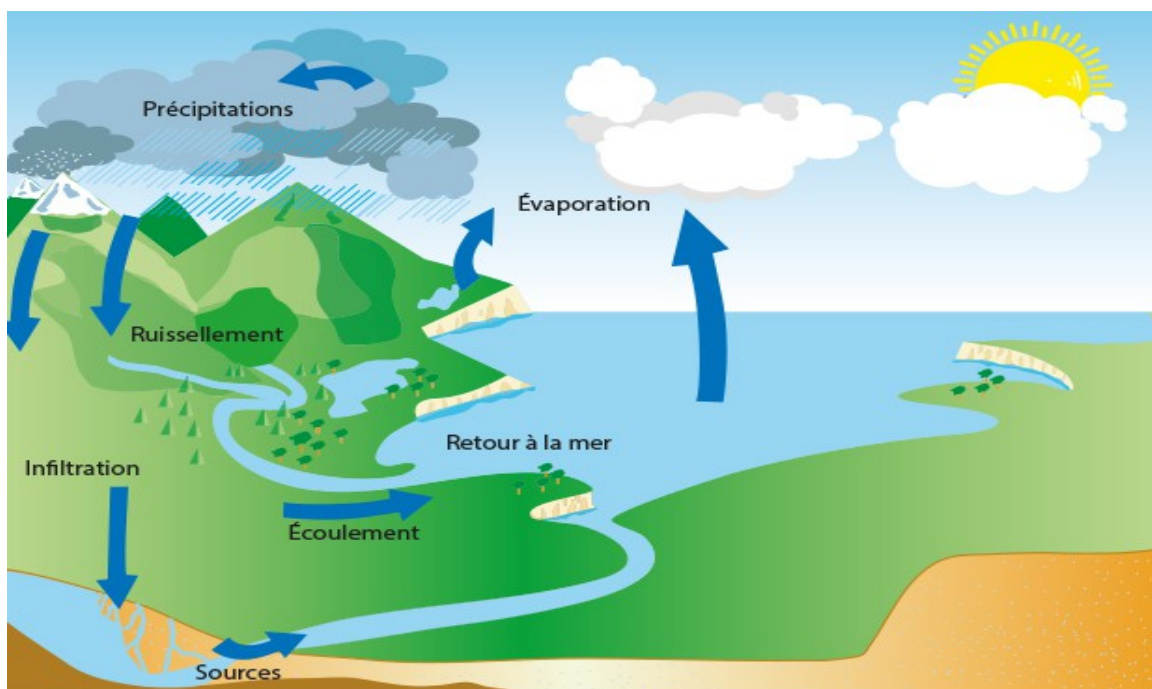
L'écosystème aquatique est le résultat d'un équilibre entre un milieu naturel et les espèces animales et végétales qui y vivent. Les lacs, les cours d'eau, les zones inondables ou humides (marais et tourbières) et les nappes souterraines constituent les écosystèmes aquatiques [1].

### 1.1- Définition de l'eau :

C'est un corps incolore, inodore, insipide, liquide à la température ordinaire. L'eau constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (70% de leur poids en moyenne). L'eau se rencontre dans la nature sous trois états : solide, liquide et gazeux dépendant des conditions particulières de température et de pression [2].

### 1.2- Cycle hydrologique :

Les eaux de surface résultent des précipitations. Une partie de cette eau s'évapore et retourne dans l'air sous forme de vapeur d'eau. L'autre durcit à cause du froid, ou s'écoule à la surface du sol et pénètre jusqu'à la nappe phréatique. Le cycle de l'eau se fait donc, par évaporation permanente des eaux de mer ou de rivière, formant des nuages puis retombent sous forme de précipitation (Fig. 1) [3].



**Figure 1 : Cycle de l'eau [4].**

### 1.3- Les ressources en eaux :

#### 1-3-1- Les eaux souterraines :

Se sont les eaux des nappes phréatiques qui correspondent à 22% des réserves d'eaux douces, leurs origine est représenté par l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de la porosité et de la structure géologique du sol. Les eaux souterraines sont à l'abri de sources de pollution, elles sont donc d'excellente qualité physico-chimique et microbiologique par rapport aux eaux de surface [2].

#### 1-3-2- Les eaux de surface :

Les eaux de surface s'avèrent souvent impropres à la consommation en raison de la pollution générée par nos activités urbaines, industrielles et agricoles. La qualité de ces eaux varie selon le cas, elles sont naturellement riches en matière organique. De ce fait, les eaux de surfaces nécessitent des installations de traitement conséquentes [5].

### 1.4- Concept de continuum fluvial :

Le continuum fluvial est un modèle descriptif longitudinal du fonctionnement écologique des cours d'eau des zones tempérées, qui intègre à la fois les indicateurs biologiques et la géomorphologie. Sur le domaine amont, le cours d'eau est étroit. Une faible luminosité et de fort taux de dilution des éléments inorganiques peuvent alors inhiber la production de matière organique par photosynthèse (production primaire) mais de grandes quantités de matières organiques allochtones tombent dans le ruisseau. Par conséquent, la respiration (transformation de la matière organique en éléments minéraux) est plus importante

que la production primaire. Sur le domaine intermédiaire, l'élargissement de la rivière et la diminution des taux de dilution permet à la production de matériel organique autochtone, notamment sous formes d'algues, d'augmenter sensiblement. Sur le domaine aval, le matériel organique particulaire est abondant. L'approfondissement du lit et la turbidité limitent la luminosité et la photosynthèse n'a pas eu lieu qu'à la surface des eaux. Il y a par conséquent retour à l'hétérotrophie [6].

## 2) **La pollution des eaux de surface :**

### 2.1- **Définition d'une pollution :**

La pollution désigne toute modification défavorable du milieu naturel, qui partait comme un sous-produit de l'action humaine, aux travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Elle peut être définie aussi, comme la surexploitation des capacités d'autoépuration du milieu naturel [7].

### 2.2- **Origine de la pollution :**

#### 2-2-1- **Pollution naturelle :**

Certains phénomènes naturels peuvent causer une pollution de l'eau, par exemple, le contact de l'eau avec les gisements minéraux peut, par érosion ou dissolution, engendrer des concentrations inhabituelles en métaux lourds... Des irrptions volcaniques, peuvent aussi être à l'origine de la pollution [8]. Cette dernière résulte aussi de l'eutrophisation [9].

#### 2-2-2- **Pollution anthropique :**

L'homme est une partie intégrante des écosystèmes terrestres, pour répondre à ses besoins sans cesse, il a synthétisé volontairement toute sortes de molécules de plus en plus complexes, comme les médicaments, les produits sanitaires, les plastifiants, etc. Ses activités ont généré ou augmenté la présence naturelle d'autres contaminants, sans réelle maîtrise de leur gestion [10].

#### a) **Pollution domestique :**

C'est une pollution qui provient des habitations. Elle est en général véhiculée par un réseau d'assainissement, qui collecte les rejets de chaque foyer ou centre d'activité, vers une

station de traitement des eaux usées. Elle est caractérisée par de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux dont l'azote et le phosphore et des germes féaux, etc. [11].

**b) Pollution industrielle :**

Le degré et la nature de la pollution générée par des rejets industriels varient suivant la spécificité de chaque activité industrielle. Certains rejets troublent la transparence et l'oxygénation de l'eau, ils peuvent aussi causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, pesticides, radioéléments...) [3].

**c) Pollution agricole :**

Les pollutions d'origine agricole englobent à la fois celles qui ont trait aux cultures (pesticide et engrais) et à l'élevage (lisier et purins). Le problème de la pollution agricole est un peu différent, dans la mesure où cette source de pollution n'arrive qu'indirectement à la station. C'est le cas en particulier des engrais et pesticides qui passent d'abord à travers les milieux naturels (nappes phréatiques, rivières...) [3].

**2.3- Types de pollution des eaux :**

**2-3-1- La pollution physique :**

Cette pollution est liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau tels que la température, la présence des particules ou mousses et le changement de l'effet réfractaire de l'eau. Le rejet d'eau chaude des centrales nucléaires dans les cours d'eau constitue la préoccupation de nombreux pays [9].

**2-3-2- La pollution chimique :**

Ce type de pollution des eaux de surface résulte le plus souvent de l'introduction dans le milieu de substances à effet toxique, de critères multiples et d'origines diverses (pesticides, détergents, métaux lourds, etc.) [7].

**2-3-3- La pollution microbiologique :**

Elle correspond à la présence dans l'eau des germes pathogènes pour l'homme ou pour la faune aquatique. Elle provient en général de rejet direct d'effluents contaminés non traités : eaux usées domestiques ou déjections animales (lisier par exemple) [12].

**3- Traitement des eaux de surface :**

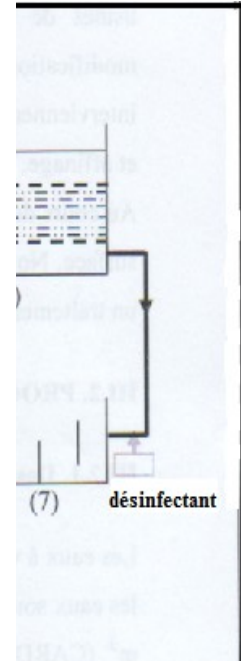
### 3.1- Procédés physiques et physico-chimiques :

Le traitement physique et physico-chimique des eaux de surface se déroule en plusieurs étapes (Fig. 2).

**Figure 2** : Schéma classique d'une station de traitement des eaux de surface [13].

#### 3-1-1- Prétraitement :

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leurs traitements proprement dit, un prétraitement comportant un certains nombres d'opérations physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute la plus grande quantité possible d'éléments, dont la nature ou la dimension constituerait une gêne pour le traitement ultérieur. Les opérations de prétraitement peuvent comporter un dégrillage, un dessablage ou un tamisage et un déshuilage [13].



#### 3-1-2- Préoxydation :

A l'issue du prétraitement, on a une eau relativement propre mais qui contient encore des particules colloïdales en suspension. L'oxydation va les détruire dans la mesure de possible. Cette destruction se fait par l'ajout du chlore (pré-chloration), du dioxyde de chlore ou d'ozone [13].

#### 3-1-3- Traitement de clarification :

C'est une étape indispensable pour le traitement, elle permet d'obtenir une eau limpide par élimination plus poussée des particules en suspension (sable, limon...), des matières colloïdales plus petites (bactéries, argiles fines...) et d'une partie des matières dissoutes (matière organique...). Elle s'effectue par coagulation-floculation, décantation-flottation et une filtration [14].

- **Coagulation-floculation suivie d'une décantation-flottation :**

Ce traitement permet de réduire la couleur et la turbidité normalement causées par les contaminants aux niveaux acceptables pour l'eau potable ou pour les eaux usées. L'introduction d'un coagulant, généralement un sel de fer ou d'aluminium, permet de réduire les forces de répulsion électrostatique qui existent entre les particules. Ces particules



déstabilisées se rassemblent pour former un petit agrégat. Après l'étape de coagulation, la floculation a pour objectif d'accroître la cohésion des particules, elle conduit à la formation des floccs par l'ajout d'un flocculant. Le flocc se dépose au fond sous l'effet de poids [9].

A l'inverse de la décantation, la flottation consiste à remonter les floccs en utilisant de l'air sous pression. Les floccs s'accrochent aux bulles d'air qui les entraînent à la surface. Ils sont ensuite récupérés par un système de raclage [9].

- **Filtration :**

La filtration a pour objectif de retenir les dernières particules en suspension non éliminées dans le décanteur (précipité de fer, aluminium, matière organique...), en faisant circuler l'eau à travers un milieu poreux qui est le plus souvent le sable. L'efficacité de la filtration dépend de la taille des grains de sable, de la hauteur de la couche de sable et de la vitesse de filtration. Au fur et à mesure du passage de l'eau au travers du lit filtrant, les matières retenues s'accumulent dans les interstices entre les grains de sable et le filtre se colmate. Il faut donc le laver régulièrement en envoyant de bas en haut un courant d'eau et d'air qui permet de détacher et d'entraîner les particules fixées sur les grains. A la remise en service du filtre, les premières eaux sont soit rejetées au milieu naturel, soit recyclées en tête de traitement [15].

Dans une filière moderne on utilise la filtration rapide qui est la plus répandue. Elle sera d'autant plus efficace que les grains de sables seront fins. Aussi, la filtration biologique lente, nécessite l'usage d'une couche de sable très fine. L'écoulement est suffisamment lent pour le développement d'un bio-film à la surface du sable qui a une activité épuratrice et donc il dégrade partiellement la matière organique [15].

### **3-1-4- Traitement de désinfection :**

Cette étape a pour objectif d'éliminer les organismes pathogènes et de maintenir un résiduel bactériostatique dans les réseaux de distribution, de manière à éviter la dégradation de l'eau, son efficacité dépend du pouvoir létal du désinfectant utilisé, du temps de contact avec l'eau, et des conditions physico-chimiques (pH, température, turbidité) [6].

La désinfection au chlore est simple à mise en œuvre, le chlore est le plus employé et le plus économique mais il a comme inconvénient de former avec certains micropolluants des composés organochlorés et de générer des mauvais goûts. Aussi, il a l'avantage d'être rémanent : une fois que les réactions d'oxydation ont eu lieu, il ne disparaît que lentement. L'ozone est un désinfectant puissant, capable d'éliminer les virus et les bactéries [6].

### **3-1-5- Traitement d'affinage :**

L'objectif est d'éliminer les matières organiques et les matières minérales et améliorer la qualité organoleptique de l'eau. L'adsorption est un phénomène de surface consistant en la fixation de certains ions ou molécules du corps adsorbé sur les molécules du corps adsorbant. L'adsorbant le plus utilisé est le charbon actif [16].

### **3.2- Procédés Biologiques :**

Les micro-organismes sont les principaux acteurs des traitements biologiques, ils sont utilisés pour transformer la matière organique des effluents. C'est principalement les produits qui contiennent du carbone et de l'azote qui sont visés. Suivant la nature chimique de la pollution elle sera consommée totalement ou partiellement [16].

## **4- La matière organique dans les eaux de surface :**

### **4.1- Définition de la matière organique :**

La matière organique présente dans l'eau est généralement constituée d'un mélange de composés organiques provenant de la décomposition de matériaux d'origine végétale, animale, et microbienne présents dans l'eau. La décomposition de ces substances produit différentes molécules organiques complexes qui vont des macromolécules aux composés à faibles poids moléculaires présents à différentes concentrations et compositions. La composition de la matière organique présente dans les eaux de surface dépend fortement de la composition du sol et de la végétation entourant le flux et le réservoir ainsi que les caractéristiques des effluents industriels déversés. La teneur de la matière organique est également affectée par certaines variations saisonnières et par l'activité agricole. Donc la matière organique n'a pas de structure ou de composition unique [17].

### **4.2- Origine de la matière organique dans les eaux de surface :**

#### **4-2-1- Biodégradation des matériaux autochtones :**

Il s'agit de la matière organique produite au sein des environnements aquatiques proprement dits, soit du fait du développement et de l'activité des organismes phototrophes (phytoplancton, macrophytes,...), soit du fait de la dégradation de ces mêmes organismes par les organismes brouteurs et les bactéries [18].

#### **4-2-2- Biodégradation des matériaux allochtones :**

Il s'agit de la matière organique issue de la dégradation des végétaux supérieurs qui est apportée aux environnements aquatiques par les eaux de nappe et les eaux de ruissellement. Ce compartiment comprend également les apports de matière organique anthropique provenant des déjections animales (fumier, lisier), des résidus urbains et/ou industriels (boues de station d'épuration, hydrocarbures) ou encore de l'utilisation de produits phytosanitaires [18].

#### 4.3- Composition de la matière organique :

Les principaux éléments de la matière organique sont le carbone, l'oxygène, l'azote, le soufre et l'hydrogène. Le carbone est l'élément dominant en termes de masse puisqu'il représente 40 à 50% de la masse de la matière organique. C'est pourquoi la matière organique peut être quantifiée indirectement par l'analyse du carbone total (COT). Etant donné que la matière organique peut être dissoute ou particulaire, deux analyses de carbone organique total peuvent être faites : le carbone organique particulaire (COP) et le carbone organique dissous (COD). Ce dernier est le carbone organique total qui est inclus dans la matière organique qui passe à travers un filtre ayant une porosité de 0,45  $\mu\text{m}$  [19]

La matière organique est composée principalement d'acide humique, d'acide fulvique, d'acide hydrophile, d'acide carboxylique, d'acide aminés, de glucide et de polysaccharide. Les substances humiques (acide humique et acide fulvique) sont des produits de la dégradation chimique et biologique des végétaux et organismes présents dans les écosystèmes. Elles constituent environ 50% de la matière organique et peuvent même représenter jusqu'à 90% de la matière organique dans les eaux très colorées [19].

#### 4.4- Problèmes causés par la matière organique dans l'eau :

La matière organique pose actuellement un problème aux stations de traitement des eaux potables. En effet, les principaux problèmes engendrés sont globalement [20]:

- Modification du transfert des micropolluants : les matières organiques peuvent absorber d'autres molécules organiques comme les pesticides et inhiber leur dégradation. Elles peuvent également former des complexes solubles ou insolubles avec certains éléments métalliques.
- La détérioration de la qualité organoleptique.
- Le développement bactérien dans les conduites du réseau de distribution et par la suite aggravation de la corrosion.

- La présence de fortes teneurs en matière organique demande l'installation de dispositifs de traitement plus complexes et donc plus coûteux en structure et en réactifs, sans compter les quantités de boues générées.
- Consommation importante du chlore lors de la désinfection.

#### 4.5- Méthodes d'analyse de la matière organique :

##### 4-5-1- Oxydabilité au permanganate de potassium ( $\text{KMnO}_4$ ) :

L'oxydabilité au  $\text{KMnO}_4$  appelée aussi indice de permanganate correspond à l'oxydation des matières organiques par du permanganate de potassium de concentration connue en milieu acide selon un protocole normalisé, donc ce test consiste à mesurer la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium par les matières oxydables contenues dans une eau [21].

##### 4-5-2- Demande biologique en oxygène (DBO5) :

La DBO5 est la quantité d'oxygène dissous consommée par les micro-organismes, à l'obscurité à 20 °C pendant cinq jours, elle permet donc l'évaluation des matières organiques biodégradables. Autrement dit, c'est la quantité d'oxygène qu'il faut fournir à un échantillon d'eau pour minéraliser la matière organique par voie biologique (oxydation bactérienne) [15].

##### 4-5-3- Demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO représente la consommation d'oxygène nécessaire à l'oxydation non biologique de l'ensemble des matières organiques présentes dans l'effluent, qu'elles soient ou non biodégradables. Donc elle représente tout ce qui peut être oxydé dans l'eau, y compris certains sels minéraux oxydables tels que les sulfures et sulfites [15].

##### 4-5-4- L'absorbance ultraviolet:

Dans le domaine de l'eau, la spectroscopie ultraviolet (UV) est une technique qui permet de mesurer la lumière absorbée par des composés en solution dans l'eau, et ce, dans le domaine de l'ultraviolet qui se situe dans la gamme de longueur d'onde entre 200 à 400 nm. Quand les molécules en solution dans l'eau sont soumises à un rayonnement dans cette gamme de longueur d'onde, elles subissent une ou des transitions électroniques. Le spectre

électronique est en fonction de l'intensité lumineuse absorbée par l'échantillon analysé en fonction d'une longueur d'onde donnée, appelé absorbance UV [19].

L'absorbance UV à 250 nm est représentative de l'existence des liens insaturés du carbone, incluant les composés aromatiques, lesquels sont généralement récalcitrant à la biodégradation. Pour une même quantité de carbone organique dissous, une diminution de l'absorbance UV à 254 nm résulte donc habituellement en une augmentation de la biodégradabilité de la matière organique [19].

#### 4.6- **Techniques d'élimination de la matière organique :**

##### 4-6-1- **Les filières classiques (coagulation-floculation, filtration, désinfection) :**

- **La coagulation-floculation :**

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites (matière organique colloïdale). Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation [22].

La coagulation a pour but principale de déstabiliser ces particules c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. Ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques : sels minéraux cationiques (sels de fer ou d'aluminium). La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration [22].

- **Filtration :**

La filtration est définie comme le passage d'un liquide à travers une masse pour en retirer les matières solides en suspension. Elle représente donc le moyen physique pour extraire de l'eau les particules non éliminées préalablement lors de la décantation [3].

- **Désinfection :**

Les trois principaux désinfectants utilisés sont : le chlore, l'ozone et le rayonnement ultra violet (UV). Chacun de ces produits possède un pouvoir désinfectant différent que l'on peut classer dans cet ordre : UV  $\square$  ozone  $\square$  chlore. L'irradiation par une dose suffisante de rayon UV permet la destruction des bactéries, des virus, des germes, des champignons, etc.

Les rayonnements UV ont la propriété d'agir directement sur les chaînes d'ADN des cellules et d'interrompre le processus de vie et de reproduction des micro-organismes [3].

#### **4-6-2- Adsorption :**

Elle s'effectue à l'aide de charbon actif de natures diverses (bois, noix de coco...), il se prépare par carbonisation à température de 500 °C suivie d'une activation par chauffage à une température de l'ordre de 950 °C, cette perte de carbone conduit à la formation des pores. Les pores de charbon actif retiennent les molécules et micropolluants par réaction chimique in situ [16].

#### **4-6-3- Oxydation par $\text{KMnO}_4$ :**

Le permanganate de potassium est un oxydant qui a été abondamment utilisé dans le traitement des eaux. Il élimine le fer, le manganèse, la matière organique ainsi qu'un certains nombre de micro-organismes.

L'oxydabilité au permanganate de potassium est un test consiste à mesurer la concentration en masse d'oxygène en relation avec la quantité d'ions permanganate consommée par un échantillon d'eau, dans des conditions définies. Cet indice est exprimé en correspond à une mesure conventionnelle pour évaluer la contamination d'un échantillon d'eau faiblement chargé en matière organique [21].

**2-1- Organigramme de l'entreprise :**





### 1) **Contexte et présentation de l'étude :**

Cette étude a pour but de chercher le processus de traitement le plus efficace aussi les réactifs et leurs doses optimales qui permettent de traiter une eau dans les meilleures conditions avec une élimination maximale de la matière organique.

Les réactifs les plus courants employés dans la station de traitement de Tilesdit sont le sulfate d'alumine comme coagulant, le polymère comme flocculant et l'hypochlorite de sodium (eau de javel) comme désinfectant dont on compare l'efficacité de chaque réactif en mesurant après chaque étape de traitement la quantité de la matière organique, le pH, la turbidité, le chlore résiduel, la conductivité et le taux des sels dissous.

### 2) **Prélèvement des échantillons :**

Le prélèvement est l'opération qui consiste à prendre une partie adéquate (représentative) du milieu à étudier. Au cours de cette étude nous avons procédé à un échantillonnage de six prélèvements (Annexe 1) effectué dans des flacons de 250 ml en verre rincés préalablement avec une solution de lavage adéquate (Annexe 2) pour éliminer toute sorte de matière organique (poussière, trace...) et rincés ensuite trois fois avec l'eau à analyser. Le test de chlore se fait sur place par la N,N-diéthylphénylène-1,4 diamine (DPD<sub>1</sub>) dans un tube à essai [28].

Le prélèvement s'effectue à différents niveaux de traitement dont on prélève un échantillon d'eau brute (EB), d'eau décantée (ED), d'eau filtrée (EF) et d'eau traitée (ET).

### 3) **Conservation :**

Les échantillons doivent être analysés aussi tôt que possible et au plus tard deux jours après le prélèvement. Le transport des échantillons se fait dans une glacière. Immédiatement après réception de l'échantillon au laboratoire, on ajoute 0,5 ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) à 7,5 mol/L pour la conservation. Ces derniers sont conservés à l'obscurité entre 0 °C et 5 °C si le temps de stockage dépasse 6 h [28].

4) **Le matériel utilisé :**

Le matériel utilisé est présenté dans le tableau ci-dessous :

**Tableau I :** Matériels utilisés lors des analyses.

<b>Verreries et instruments</b>	<b>produits</b>	<b>Appareillages</b>
-les tubes à essai -Pipettes graduées de 5ml±0,05ml de type ISOLAB -Becher de 250ml -Erlenmeyer de 50 ml de type ISOLAB -Flacon de 250ml -Entonnoir -Barreau magnétique -Spatule -Fiole jaugée de 25ml± 0,05ml de type ISOLAB -Fiole jaugée de 50ml±0,06ml type SCHOTT -Fiole jaugée de 100ml±0,06ml de type ISOLAB -Capsule -Burette -Glacière -Chronomètre	- Oxalate de sodium  - Solution d'acide sulfurique (18mol/l)  - Permanganate de potassium  -Polymère  -Sulfate d'alumine	-Etuve  -Balance  -Plaque chauffante  - Multi-paramètre de type WTW "multi 9310".  - Turbidimètre de type HACH LANGE 2100AN  IS  - Comparateur colorimétrique de type LOVIBOND MD100.  -Jar-test  -La hotte  -Agitateur

5) **Méthodes utilisés :**

5-1- **L'analyse réduite effectuée:**

**A) pH:**

Le pH est mesuré à l'aide d'un multi-paramètre de type WTW "multi 9310". L'électrode est rincée au préalable avec de l'eau distillée puis plongée dans 100 ml d'eau prélevée. Après stabilisation, les résultats sont affichés directement [28].

**B) Conductivité:**

La conductivité est mesurée à l'aide d'un multi-paramètre de type WTW "multi 9310". L'électrode est rincée au préalable avec de l'eau distillée puis plongée dans 100 ml d'eau prélevée. Après stabilisation, les résultats sont affichés directement en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  [28].

**C) Turbidité:**

La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre de type HACH LANGE 2100AN IS. On remplit une cuvette de mesure propre et bien essuyée avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé. Après on place la cuvette dans le turbidimètre et on effectue rapidement la mesure. Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air dans la cuvette. La mesure est obtenue directement en NTU [29].

**D) Chlore résiduel :**

La quantité du chlore résiduel est mesurée à l'aide d'un comparateur colorimétrique de type LOVIBOND MD100. La pastille de  $\text{DPD}_1$  ajoutée à l'échantillon d'eau, teint l'eau en rose. L'intensité de la couleur est comparée visuellement à celle d'une échelle de couleur afin de déterminer la concentration en chlore [30].

**E) Taux des sels dissous (TDS) :**

Le taux des sels dissous est mesurée à l'aide d'un multi-paramètre de type WTW "multi 9310". L'électrode est rincée au préalable avec de l'eau distillée puis plongée dans 100 ml d'eau prélevée. Après stabilisation les résultats sont affichés directement en  $\text{mg}/\text{l}$  [28].

**5.2- Analyse de la matière organique :**

**5-2-1- Principe :**

Chauffage d'un échantillon d'eau à analyser dans un bain d'eau bouillante ou sur une plaque chauffante en présence d'une quantité connue de permanganate de potassium et d'acide sulfurique pendant une période donnée (10 min). Réduction d'une partie du

permanganate par les matières oxydables de l'échantillon et détermination de l'excès de permanganate par addition d'un excès d'une solution d'oxalate, suivie par un titrage de l'oxalate en excès par le permanganate [28].

#### 5-2-2- Préparation des solutions :

➤ **Solution d'acide sulfurique à 7,5 mol/l :**

On ajoute lentement et sous agitation continue, 42 ml d'acide sulfurique (18 mol/l) à 25 ml d'eau distillée. On laisse refroidir et on dilue à 100 ml [28].

➤ **Solution d'acide sulfurique à 2 mol/l :**

On ajoute lentement et sous agitation continue, 11 ml d'acide sulfurique (18 mol/l) à environ 25 ml d'eau distillée. On ajoute lentement la solution de permanganate de potassium (2 mmol/l) jusqu'à persistance d'une coloration rose pâle. On laisse refroidir et on complète à 100 ml avec de l'eau distillée [28].

➤ **Solution mère de permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$  à 20 mmol/l :**

On fait dissoudre 0,158 g de  $\text{KMnO}_4$  (Annexe 4-1) dans de l'eau distillée et on dilue à 40 ml. On mélange et après dissolution, on complète le volume à 50 ml. On chauffe la solution à 90 °C pendant 2 h, après refroidissement on la stocke pendant au moins 2 j. On fait décanter la solution claire dans un flacon brin [28].

➤ **Solution fille de permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$  à 2 mmol/l :**

Dans une fiole on introduit, à l'aide d'une pipette 10 ml de la solution mère de  $\text{KMnO}_4$ , on complète à 100 ml avec de l'eau et on homogénéise. Cette solution est relativement stable pendant plusieurs mois si elle est stockée à l'obscurité [28].

➤ **Solution mère d'oxalate de sodium à 0,05 mol/l :**

On fait dissoudre dans l'eau distillée 0,335 g d'oxalate de sodium (Annexe 4-2) après être séchée à 120 °C pendant 2 h et on complète à 50 ml dans une fiole jaugée. Cette solution est stable pendant six mois si elle est stockée à l'obscurité [28].

➤ **Solution fille d'oxalate de sodium à 5 mmol/l :**

On introduit, à l'aide d'une pipette 10 ml de la solution mère d'oxalate de sodium, on complète avec de l'eau distillée jusqu'à 100 ml et on homogénéise. Cette solution est stable pendant deux semaines [28].

**5-2-3- Mode opératoire :**

L'analyse de la matière organique dans l'eau s'effectue en suivant le mode opératoire suivant [28] :

- On vérifie que tous les flacons et la verrerie utilisés dans le mode opératoire soient parfaitement propres (rincés par la solution de lavage) ;
- Après réception de l'échantillon on ajoute 0,5 ml d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) à 7,5 mol/l par 100 ml d'échantillon ;
- On agite les bouteilles avant le prélèvement d'une prise d'essai ;
- On transfère, à l'aide d'une pipette, 25 ml d'échantillon (eau traitée, eau filtrée, eau décantée, eau brute) dans des fioles de 50 ml en suivant l'enchaînement des échantillons du moins chargé en matière organique (eau distillée) au plus chargé (eau brute) ;
- On ajoute 5 ml d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) (2 mol/l) dans chaque fiole et on agite doucement ;
- On place les fioles sur une plaque chauffante pendant 10 min ;
- On ajoute 5 ml de permanganate de potassium (2 mmol/l) et on démarre le chronométrage (Photo 6) ;



**Photo 6 :** Coloration des solutions par le permanganate de potassium.

- Après 10 min on ajoute 5 ml d'oxalate de sodium (5 mmol/l) et on attend que la solution se décolore (Photo 7) ;



**Photo 7:** Décoloration des solutions après l'ajout d'oxalate de sodium.

- On titre pendant que la solution est encore chaude avec la solution de permanganate de potassium (2 mmol/l) jusqu'à la coloration rose pâle persistante 30 s et on note  $V_1$  le volume de  $(\text{KMnO}_4)$  consommé (Photo 8) ;



**Photo 8:** Titrage avec la solution de permanganate de potassium.

- On effectue en parallèle, un essai à blanc (eau distillée) en suivant le même mode opératoire. On note  $V_0$  le volume de la solution consommée ;
- Dans le flacon de dosage du blanc on ajoute 5 ml d'oxalate de sodium (5 mmol/l), on réchauffe si nécessaire à 80 °C et on titre avec  $\text{KMnO}_4$  (2 mmol/l) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle persistante 30 s. On note  $V_2$  le volume de la solution de  $\text{KMnO}_4$  consommé.

#### 5-2-4- Expression des résultats :

L'indice de permanganate est exprimé en  $\text{mg d'O}_2/\text{l}$  et calculé comme suit : [28]

$$Q=16 (V1-V0)/V2$$

### 6) Essai sur Jar Test :

Le principal objectif du « Jar test » est de déterminer la dose optimale des réactifs utilisés lors de traitement (coagulant, floculant, charbon actif...).

Pour déterminer la dose optimale de sulfate d'alumine pour un bon traitement de l'eau, on effectue un jar test dont le principe est simple à mettre en place (Photo 9).



**Photo 9:** Essai sur le Jar test.

Le Jar test est réalisé en suivant les étapes suivantes [31]:

- On remplit les six béchers par 1 l d'eau brute ;
- On démarre les mélangeurs dans les béchers ;
- On injecte des volumes croissants de solutions de sulfate d'alumine (15, 18, 20, 25, 30, 35 mg/l) avec une agitation de 120 tours/min pendant 3min ;
- On ajoute 1ml de floculant dans chaque flacon avec une vitesse d'agitation de 40 tours/min (c'est la phase la plus longue d'agitation lente) ;
- On arrête les mélangeurs à la vingtième minute ;



- Le surnagent est récupéré après un temps de décantation de 30 min ;
- On détermine la turbidité de surnagent de chaque bécher.

### 1) Résultats des analyses physico-chimiques réduites et l'analyse de la matière organique :

L'analyse de la matière organique et les analyses physico-chimiques (température, pH, conductivité, turbidité, chlore résiduel, taux des sels dissous) des échantillons d'eau brute (EB), décantée (ED), filtrée (EF) et traitée (ET) effectuées durant la période d'étude sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau II** : Tableau récapitulatif des résultats des analyses effectuées.

paramètre	Echantillon	EB	ED	EF	ET
Température (°C)	A	13,3	13,1	13	13
	B	15	15,4	15,3	15,5
	C	15	15,3	15,2	15,5
	D	14,1	14,1	14,1	14,2
	E	14	13,8	13,7	14,2
	F	15,1	15,2	15,2	15,8
pH	A	8,2	7,95	7,94	7,98
	B	7,96	7,84	7,84	7,90
	C	7,98	7,80	7,80	7,90
	D	7,90	7,80	7,80	7,87
	E	7,98	7,88	7,85	7,90
	F	8,06	7,90	7,90	7,95
Conductivité (µs/cm)	A	634	647	644	647
	B	630	645	647	648
	C	631	640	644	649
	D	648	634	640	645
	E	640	649	650	655
	F	644	650	651	558
Turbidité (NTU)	A	3,08	2,25	0,77	0,45
	B	3,80	2,90	0,79	0,69
	C	4,90	3,20	1,20	1,10
	D	4,03	3,67	1,01	0,80
	E	4,00	3,10	0,76	0,65
	F	5,00	3,90	2,24	0,99
Chlore résiduel (mg/l)	A	/	0,74	0,37	0,67
	B	/	0,40	0,12	0,60
	C	/	0,22	0,10	0,60
	D	/	0,39	0,24	0,84
	E	/	0,22	0,18	0,84
	F	/	0,31	0,19	0,83
Taux des sels dissous (mg/l)	A	316	323	322	324
	B	315	323	323	324
	C	316	323	323	325
	D	314	319	319	323
	E	320	325	325	328

	<b>F</b>	322	325	326	332
Matière organique (mg d'O <sub>2</sub> /l)	<b>A</b>	2,327	1,745	1,454	1,872
	<b>B</b>	3,714	1,714	1,714	1,423
	<b>C</b>	3,1	2,8	2,8	1,1
	<b>D</b>	4,0	2,62	2,04	1,1
	<b>E</b>	2,98	1,43	1,43	0,86
	<b>F</b>	2,98	1,4	1,0	0,8

## 2) Discussion de l'analyse réduite des échantillons :

La moyenne des principaux résultats des analyses physico-chimiques réduites sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau III** : Tableau récapitulatif des moyennes des analyses physico-chimiques réduites.

	EB	ED	EF	ET
Température (°C)	14,41	14,48	14,41	14,86
pH	8,01	7,86	7,85	7,91
Conductivité (µs/cm)	637,83	644,1	646	650,3
Turbidité (NTU)	4,13	3,17	1,12	0,78
Chlore résiduel (mg/l)	/	0,38	0,20	0,73
Taux des sels dissous (mg/l)	317,17	323	323	325,67

### 2.1- La température :

La température des eaux de surface dépend du climat et des conditions atmosphériques. Dans nos résultats, la légère fluctuation entre les températures de l'eau brute de chaque échantillon est due à l'influence de la température de l'air. En moyenne, la température de l'eau brute est de 14,4 °C et on n'observe pas une grande différence entre la température de l'eau brute avec celle de l'eau décantée, filtrée et traitée.

**Figure 3** : Variation de la température au cours de traitement.

### 2.2- pH :

Sur l'ensemble des échantillons analysés durant la période de l'étude, les résultats des essais obtenus ont révèlent une valeur de pH de 8,01 concernant l'eau brute, cette valeur est légèrement alcaline et elle due à la présence de carbonate et bicarbonate ce qui est expliquée aussi par la chaîne de Djurdjura qui appartient à la chaîne calcaire. Lors de l'ajout de l'ion  $Al^{3+}$  dans l'eau (dans l'étape de la coagulation par le sulfate d'alumine), il se forme un précipité d'hydroxyde d'aluminium avec libération d'une certaine acidité selon la réaction suivante :



L'eau décantée présente alors un pH de 7,86. Après un traitement physique (Filtration) et sans l'ajout d'un produit chimique la valeur de pH reste constante. Par contre après une désinfection par l'hypochlorite de sodium qui est une solution alcaline, le pH augmente jusqu'à 7,91. Cette valeur de pH est conforme à la norme algérienne (Annexe 3-1).

**Figure 4 :** Variation du pH au cours de traitement.

### 2.3- La conductivité :

Les résultats obtenus montrent des valeurs faibles de conductivité sur l'ensemble des échantillons analysés. La valeur moyenne de la conductivité de l'eau brute est d'environ 638  $\mu\text{s}/\text{cm}$  cette valeur comparativement à la norme algérienne (2800  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) est largement au dessous ce qui est expliqué à la fois par la minéralisation très réduite de cette eau de surface et la nature des sols lessivés. Après la coagulation-floculation on observe une légère augmentation qui est due à l'ajout des ions à l'eau (le coagulant). L'eau traitée présente une autre augmentation de conductivité expliquée par l'augmentation des ions après désinfection par l'eau de javel.

**Figure 5 :** Variation de la conductivité au cours de traitement.

### 2.4- La turbidité :

La turbidité de l'eau brute est d'environ 4 NTU en moyenne, elle peut être d'origine naturelle (dégradation des végétaux...) ou anthropique (dégradation des déchets...).

L'objectif de traitement est de diminuer la turbidité de l'eau en éliminant toute sorte de matière organique, matière en suspension, etc. Cet objectif est atteint d'après les résultats obtenus. Une diminution observable de turbidité entre chaque étape de traitement : l'eau décantée après coagulation-floculation présente une turbidité d'environ 3 NTU, la turbidité de l'eau filtrée est de 1,12 NTU et en fin la turbidité de l'eau traitée est de 0,78 NTU. Cette valeur est conforme à la norme algérienne dont la valeur maximale tolérée est de 5 NTU (Annexe 3-1).

**Figure 6 :** Variation de la turbidité au cours de traitement.

#### 2.5- **Chlore résiduel :**

La préchloration se fait au niveau de la cascade d'aération par l'ajout de 1,75 mg/l d'hypochlorite de sodium (eau de javel), cette quantité est consommée par les polluants et diminuée jusqu'à 0,38 mg/l dans les décanteurs. On arrivant aux filtres, cette quantité diminue encore jusqu'à 0,20 mg/l. Après l'étape de désinfection par l'ajout de 0,65 mg/l de l'hypochlorite de sodium, on a obtenue une eau traitée qui présente une valeur de 0,73 mg/l de chlore résiduel.

**Figure 7 :** Variation du chlore résiduel au cours de traitement.

#### 2.6- **Le taux des sels dissous :**

Le taux des sels dissous dans l'eau brute présente une valeur de 317,17 mg/l. Cette valeur après l'ajout de sel de sulfate d'alumine et de polymère dans l'étape de la coagulation-floculation augmente jusqu'à 323 mg/l et après l'ajout de l'hypochlorite de sodium pour la désinfection elle augmente aussi jusqu'à 325,67 mg/l.

**Figure 8 :** Variation de taux des sels dissous au cours de traitement.

### 3) **Discussion de l'analyse de la matière organique :**

Le tableau suivant récapitule les résultats de l'analyse de la matière organique durant la période de l'étude :

**Tableau IV** : Tableau récapitulatif des résultats de l'analyse de la matière organique

	EB	ED	EF	ET
Echantillon A	2,95	1,75	1,45	0,87
Echantillon B	3,71	1,71	1,71	1,42
Echantillon C	3,10	2,80	2,80	1,10
Echantillon D	4,0	2,62	2,04	1,10
Echantillon E	2,57	1,43	1,57	0,86
Echantillon F	2,98	1,40	1,00	0,80

- **L'échantillon A :**

Dans les conditions normales du climat (température moyenne de 13,3 °C, pas de pluie ni de vent..) et des conditions normales de la station (prélèvement ni après lavage des filtres, ni au moment du by-pass...). La valeur de la matière organique est en diminution continue au cours de traitement allant de 2,327 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau brute jusqu'à 0,872 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau traitée est ça revient à la complémentarité des étapes de traitement. Après une coagulation-floculation par le sulfate d'alumine (30 ppm) et le polymère (0,05 ppm) suivi d'une décantation physique, elle diminue de 41%, ensuite après passage de cette eau par les filtres, elle diminue de 17% pour atteindre une valeur de 1,45 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau filtrée. La désinfection de cette eau par l'eau de javel permet l'élimination d'une fraction de la matière organique jusqu'à 0,87 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau traitée. La valeur de la matière organique dans l'eau traitée est inférieure à la norme internationale (3 mg d'O<sub>2</sub>/l) (Annexe 3-1).

Le taux d'abattement de la matière organique au cours de traitement est estimé à un pourcentage de 63%.

**Figure 9** : Evolution de la matière organique dans l'échantillon A au cours de traitement.

- **Echantillon B :**

La matière organique dans l'eau brute est de 3,71 mg d'O<sub>2</sub>/l, elle peut être d'origine naturel (érosion, dégradation des végétaux, des animaux...) ou anthropique (les rejets agricoles, les rejets industriels...). Cette quantité de matière organique diminue de 54% après une coagulation-floculation suivi d'une décantation, elle est donc de 1,71 mg d'O<sub>2</sub>/l dans

l'eau décantée mais aussi dans l'eau filtrée. Cette stabilité entre l'eau décantée et l'eau filtrée est le résultat de lavage de filtre numéro 3. Le lavage des filtres se fait par un barbotage, ce qui fait la surmonté des matières en suspension qui ont été piégées dans les pores des filtres. Une diminution de 17% de la matière organique est notée après la désinfection par l'eau de javel, et la matière organique est donc de 1,42 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau traitée.

Le taux d'abattement de la matière organique au cours de traitement est estimé à un pourcentage de 62%.

**Figure 10 :** Evolution de la matière organique dans l'échantillon B au cours de traitement.

- **Echantillon C :**

La matière organique dans l'eau brute est présente par une quantité de 3,10 mg d'O<sub>2</sub>/l. Cet essai nous permet d'expliquer l'efficacité de la coagulation floculation dans le traitement des eaux, car le prélèvement a été fait au moment du by-pass donc l'eau passe des cascades d'aération directement aux décanteurs sans passer par la coagulation-floculation. On note une diminution de 9% seulement de la matière organique. Une autre diminution est analysée après la désinfection par l'eau de javel jusqu'à 1,42 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau traitée.

**Figure 11 :** Evolution de la matière organique dans l'échantillon C au cours de traitement.

- **Echantillon D :**

Le prélèvement de ce jour a été fait dans des conditions climatiques différentes aux conditions des échantillons précédents, le vent et la pluie ont une influence sur la matière organique. La teneur en nitrate provient généralement de l'utilisation extensive des engrais dans les terrains agricoles qui limitent le barrage de Tilesdit. En cas de pluie, les ions nitrates non assimilés par les plantes sont entraînés par lessivage vers les cours d'eaux qui alimentent le barrage, cette pollution induit une prolifération des plantes et des algues en surface du plan d'eau. Le vent aussi permet l'érosion des substrats et le transport des feuilles et des troncs d'arbre vers le plan d'eau ce qui donne une quantité élevée de matière organique et qui se trouve aux environs de 4 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau brute. Cette quantité diminue de 35% après une

coagulation floculation et une décantation physique pour arriver à 2,62 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau décantée, ensuite 2,04 mg d'O<sub>2</sub>/l après une filtration. L'eau désinfectée par l'eau de javel présente une quantité de matière organique de 1,1 mg d'O<sub>2</sub>/l.

Le taux d'abattement de la matière organique au cours de traitement est estimé à un pourcentage de 72%.

**Figure 12** : Evolution de la matière organique dans l'échantillon D au cours de traitement.

- **Echantillon E :**

L'analyse de cet échantillon est interprétée de la même façon que l'analyse de l'échantillon B. La matière organique dans l'eau brute est de 2,57 mg d'O<sub>2</sub>/l, cette quantité diminue de 44% après une coagulation-floculation suivie d'une décantation pour arriver à une quantité de 1,43 mg d'O<sub>2</sub>/l. On observe une légère augmentation de la matière organique dans l'eau filtrée (1,57 mg d'O<sub>2</sub>/l), c'est le résultat de lavage de filtre numéro 5. Une diminution de 39% de la matière organique est enregistrée après une désinfection par l'eau de javel.

Le taux d'abattement de la matière organique au cours de traitement est estimé à un pourcentage de 67%.

**Figure 13** : Evolution de la matière organique dans l'échantillon E au cours de traitement.

- **Echantillon F :**

La valeur de la matière organique est en diminution continue au cours de traitement allant de 2,98 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau brute jusqu'à 0,80 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau traitée est ça revient à la complémentarité des étapes de traitement. Après une coagulation-floculation par le sulfate d'alumine et le polymère suivi d'une décantation physique, la matière organique diminue de 53%, ensuite après passage de cette eau par les filtres, elle diminue par 29% pour atteindre une valeur de 1 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau filtrée. La désinfection de cette eau par l'hypochlorite de sodium permet l'élimination d'une fraction de la matière organique jusqu'à



0,80 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau traitée. La valeur de la matière organique dans l'eau traitée est inférieure à la norme internationale (3 mg d'O<sub>2</sub>/l) (Annexe 2-1).

Le taux d'abattement de la matière organique au cours de traitement est estimé à un pourcentage de 73%.

**Figure 14 :** Evolution de la matière organique dans l'échantillon F au cours de traitement.

#### 4) Le Jar test :

Le Jar test a été réalisé le 20-04-2017 dont le climat était frais et venteux. L'objectif est d'optimiser la dose du coagulant (sulfate d'alumine) en fixant la dose du polymère (0,05 ppm).

##### 4-1- Résultats de Jar test :

L'eau brute est caractérisée par :

- Turbidité : 4,81
- pH : 7,35
- Température : 15,5 °C
- Conductivité 625 µs/cm

Les résultats de Jar test sont présentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau V :** Tableau récapitulatif des résultats de Jar test.

Dose de sulfate d'alumine (mg/l)	Dose du polymère (mg/l)	Après la récupération de surnageant				
		pH	Turbidité (NTU)	Conductivité (µs/cm)	Température (°C)	Taille des floccs
15	0,05	7,85	3,22	617	17,9	Petits floccs, vitesse de décantation lente
18	0,05	7,71	2,92	620	18,3	floccs de dimension moyenne, vitesse de décantation rapide
20	0,05	7,69	2,74	625	18,3	floccs de dimension moyenne, vitesse de décantation rapide
25	0,05	7,65	1,97	629	18,3	très gros floccs, vitesse de décantation rapide
30	0,05	7,61	1,84	632	18,3	très gros floccs, vitesse de décantation rapide

35	0,05	7,46	2,06	637	18,3	flocs de dimension moyenne, vitesse de décantation rapide
----	------	------	------	-----	------	--

#### 4-2- La discussion des résultats de Jar test :

La figure (15) présente l'évolution de la courbe de la turbidité en fonction de la concentration du coagulant ajouté. La courbe présente bien l'efficacité du traitement.

**Figure 15** : Evolution de la turbidité en fonction de la dose du coagulant.

- Le décroissement de la turbidité à partir des points initiaux est important et atteint des valeurs très faibles. Cette diminution de la turbidité est expliquée par le fait que le coagulant ajouté déstabilise les particules colloïdales et en ajoutant un flocculant, ces derniers s'agglomèrent en floc, donc la quantité des particules diminue c'est pour cela que la turbidité diminue.
- D'après les résultats enregistrés dans ces conditions, on remarque que la turbidité a diminué de 3,22 NTU à 1,84 NTU. On distingue alors que la dose 30 mg/l représente la dose optimale du coagulant pour ce traitement.
- Après la dose optimale, on remarque la ré-augmentation de la turbidité à cause de la ré-stabilisation des particules.
- Les conditions utilisées dans ce traitement et la présence du flocculant ont donné les meilleurs résultats de traitement. On dit que c'est les conditions idéales pour ce type de charge d'eau.



## Conclusion :

Les eaux de surface peuvent contenir des quantités non négligeables en matières organiques issus de divers rejets domestiques ou industriels ou de pratiques agricoles intensives. Leur présence dans ces eaux implique de nombreux problèmes. Il est donc nécessaire de suivre leur évolution et leur élimination au cours des opérations de traitement des eaux destinées à la consommation.

L'objectif de cette étude et donc d'observer l'élimination des matières organiques en appliquant des procédés de traitement intervenant dans une filière conventionnelle de potabilisation d'une eau de surface. Ce travail nous a permis de faire une application des procédés classiques de potabilisation (coagulation-floculation, filtration, désinfection) sur une eau de surface de barrage de Tilesdit (région de Bouira).

Les résultats obtenus montrent que le taux de la matière organique dans l'eau brute varie (selon les conditions climatiques et les conditions de la station) entre 2,57 mg d'O<sub>2</sub>/l et 4,0 mg d'O<sub>2</sub>/l durant la période de l'étude. Cette quantité diminue après chaque étape de traitement pour arriver à une valeur entre 0,80 mg d'O<sub>2</sub>/l à 1,42 mg d'O<sub>2</sub>/l dans l'eau traitée. Donc après ces résultats on déduit que le sulfate d'alumine, le polymère et le désinfectant présentent une efficacité d'élimination de matière organique importante (taux d'abattement d'environ 68%).

Le Jar-test réalisé nous a permis d'optimiser une dose de 30 mg/l de coagulant (sulfate d'alumine) pour traiter une eau brute qui présente une turbidité de 4,81 NTU.

En perspectives, on peut suggérer après ces résultats, qu'il est intéressant :

- d'utiliser un traitement d'affinage par le charbon actif par exemple pour augmenter le taux d'abattement et pour éliminer toute les odeurs qui sont à l'origine de la présence de quelques types d'algue.
- de réduire la pollution à la source, en minimisant l'apport des matières organiques dans l'eau de barrage. On y arrive d'abord en évitant la pollution sous toutes ses formes.
- de réduire les apports en phosphore et en azote utilisés en agriculture et il est recommandé d'utiliser les produits phytosanitaires dans le respect des mesures de précaution.

- [1]- SAHEB, Meriem, 2014. -Contribution à l'étude de l'identification de quelques espèces algales des cours d'eaux dans la région d'oued Athmania-. Mémoire de master. Université de Constantine : Pollution des écosystèmes et ecotoxicologie, 41p.
- [2]- AISSAOUI, Azzeddine, 2013. -Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région de oued Athmania par les activités agricoles-. Mémoire de magister. Université Mouloud Mammeri-Tizi ouzou- : Ecologie végétale appliquée et gestion de l'environnement, 75p.
- [3]- GRAINI, Lazhar, 2011. -Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique. Mémoire de magister-. Université Farhat Abbas-Setif- : Optique appliquée, 83p.
- [4]- Centre d'information sur l'eau (Cieau), 2013.-Le cycle naturel de l'eau-. Consulté sur [www.cieau.com](http://www.cieau.com).
- [5]- KOUIDRI, Zohra, 2016.-Etude de traitement de l'eau du barrage Djorf-El Torba de la wilaya de Becher par filtration sur sable-. Mémoire de magister. Université Hassiba Benbouali-Chlef- : Eau et environnement, 128p.
- [6]- ANGELIER, Eugène, 2000.-Ecologie des eaux courantes-. London-Paris- : Tec et Doc, 184p.
- [7]- MELGHIT, Meriem, 2013.- Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments eau et sédiment de l'oued Rhumel et des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun-. Mémoire de magister. Université Mentouri-Constantine- : Gestion des déchets, 141p.
- [8]- BOUACHRINE, Souheila, 2013.-Elimination des polluants spécifiques par adsorption sur charbon actif et argile traitée et non traitée-. Mémoire de magister. Université Mohamed Chérif Massadia-Souk Ahras- : Traitement des eaux et environnement, 96p.
- [9]- BEYADE, Sidi Salem, 2013.-Caractérisation de la composition chimique des eaux usées traitées de la STEP de Sebka-. Mémoire de master. Université Cadi Ayyad-Merrakah- : Eau et environnement, 65p.
- [10]- ZGHEIB, Sally, 2009.-Flux des polluants prioritaires dans les eaux urbaines en lien avec l'usage du territoire-. Thèse de doctorat. Ecole nationale des ponts et chaussées : Sciences et techniques de l'environnement, 349p.

- [11]- GENIN, Brigitte, CHAUVIN, Christian et MENARD, Françoise, 2003.-Cours d'eau et indices biologiques : Pollution, Méthodes, IBGN-. 2eme édition. Dijon : Educagri, 215p.
- [12]- Anonyme, 2008. -Panorama de l'environnement industriel en Bretagne : La pollution de l'eau d'origine industrielle-, 26p.
- [13]- HARRAT, Nabil, 2013.-Elimination de la matière organique naturelle dans une filière conventionnelle de potabilisation d'eau de surface-. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider-Biskra- : Hydraulique, 168p.
- [14]- Cieau, 2016. -Les traitements de l'eau : la qualité de l'eau de robinet-.
- [15]- JESTIN, Emmanuel, 1995.-La production et le traitement des eaux destinées à l'alimentation et à la préparation de denrées alimentaires-. Cahier technique : Agence de l'eau seine-Normandie, 34p.
- [16]- VILAGINES, Roland, 2003.-Introduction à l'hydrologie : eau, environnement et santé publique-. 2eme édition. Paris : Tec et Doc, 531p.
- [17]- ANJOU, 2008.-Elimination de la matière organique dans les concentras membranaires-, 69p.
- [18]- PETITJEAN, Patrice, HENIN, Odile et GRUAU, Gérard, 2004.-Dosage du carbone organique dissous dans les eaux douces naturelles-. Cahier technique de géosciences Rennes. N°3. Université de Rennes-France-, 48p.
- [19]- BERNIER, Annie, 2015.-Caractérisation de la matière organique dans les eaux naturelles et traitées par spectroscopie de fluorescence 3D-. Mémoire de master. Université Laval-Canada- : Génie civil, 108p.
- [20]- GRUAU, Gérard, BIRGAND, François, JARDE, Emilie et NOVINCE, Emilie, 2004.-Pollution des captages d'eau brute de Bretagne par les matières organiques-. Rapport de synthèse. Bretagne, 108p.
- [21]- RODIER, Jean, LEGUBE, Bernard et MERLET, Nicole, 2009.-L'analyse de l'eau-. 9eme édition. Dunod -Paris-, 1526p.

- [22]- METAHRI, Mohamed Said, 2012.-Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixte-. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri-Tizi ousou- : Genie des procédés, 148p.
- [23]- ZARUBEZHVOIDSTROY (entreprise Russe), 2004. -Instruction d'exploitation : barrage de Tilesdit-. Rapport de recherche n°157/ANB/SM/93.
- [24]- Alieco.-Vue de la digue du barrage avec sa tour de prise et sa passerelle-. Consulté sur [www.alieco-dz.com](http://www.alieco-dz.com).
- [25]- CHEBIEB, Naima, 2017. -Le recensement hivernal des oiseaux d'eau au niveau de la wilaya de Bouira barrage Tilesdit-. Rapport de stage pour l'occupation de grade inspecteur en chef des forêts. Ecole nationale des forêts-Batna-, 52p.
- [26]- ALOUACHE, Samir, 2013.-Contribution à l'étude des incendies de forêts dans la wilaya de Bouira : Bilan et enquête auprès des riverains-. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état. Université Mouloud Mammeri-Tizi-Ouzou- : Sciences agronomiques, 148p.
- [27]- Algérienne des eaux, 2006.-Alimentation en eau potable de Bouira à partir du barrage de Tilesdit : Description du fonctionnement de l'exploitation de la station de traitement d'eau de Bouira-, 150p.
- [28]- Anonyme, 1994.-détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium : méthode à chaud en milieu acide-. Norme internationale ISO 8467.
- [29]- Anonyme, 1994. - détermination de la turbidité -. Norme internationale ISO 7027.
- [30]- Anonyme, 1994.-Dosage du chlore libre et du chlore total : méthode colorimétrique à la N,N-Diéthylphénylène-. Norme internationale ISO 7393/2.

**1- Dates et heures des prélèvements des échantillons :**

<b>Echantillons</b>	<b>Date de prélèvement</b>	<b>Heure de prélèvement</b>
A	16-03-2017	8h40
B	16-03-2017	13h49
C	23-03-2017	9h40
D	26-03-2017	13h43
E	27-03-2017	8h35
F	03-04-2017	8h55

**2- Préparation de la solution de lavage :**

La verrerie utilisée doit être rincée soigneusement par une solution de lavage adéquate pour éliminer toute sorte de matière organique :

Ajouter lentement et sous agitation continue, 11ml d'acide sulfurique (18mol/l) à environ 50ml d'eau distillée. Ajouter lentement la solution de permanganate de potassium à 0,01N jusqu'à persistance d'une coloration rose pâle. Laisser refroidir et compléter avec de l'eau à 100ml.



### 3- Les normes algériennes :

#### 3-1- Normes algériennes des paramètres physico-chimiques :

	paramètres	Unités	Normes algériennes
<b>L'analyse réduite</b>	pH	/	6,5 – 8,5
	Conductivité	$\mu\text{S/cm}$	$\leq 2800$
	Turbidité	$^{\circ}\text{C}$	$\leq 5$
	Chlore résiduel	mg/l	$\leq 1$
	Taux des sels dissous	mg/l	$\leq 1000$
<b>L'analyse complète</b>	Dureté totale	mg/l $\text{CaCO}_3$	$\leq 500$
	Calcium $\text{Ca}^{2+}$	mg/l	$\leq 200$
	Magnésium $\text{Mg}^{2+}$	mg/l	$\leq 150$
	Sodium $\text{Na}^{2+}$	mg/l	$\leq 200$
	Potassium $\text{K}^{+}$	mg/l	$\leq 20$
	Sulfate $\text{SO}_4^{2-}$	mg/l	$\leq 400$
	Chlorures $\text{Cl}^{-}$	mg/l	$\leq 500$
<b>Paramètres de pollution</b>	Nitrates $\text{NO}_3^{-}$	mg/l	$\leq 50$
	Nitrites $\text{NO}_2^{-}$	mg/l	$\leq 0,1$
	Ammonium $\text{NH}_4^{+}$	mg/l	$\leq 0,5$
	Phosphate $\text{PO}_4^{3-}$	mg/l	$\leq 0,5$

<b>Facteurs indésirables</b>	Fer total	mg/l	0,3
	Manganèse Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0,5
	Aluminium Al <sup>3+</sup>	mg/l	0,2
	Matière organique	mg d'O <sub>2</sub> /l	3 mg d'O <sub>2</sub> /l

### 3-2- Normes algériennes des paramètres bactériologiques :

<b>Les germes</b>	<b>La norme</b>
Coliformes totaux	10 / 100 ml
Coliformes fécaux	0
E.Coli	0
Streptocoques	0
Germes totaux à 37 °C	15/100 ml
Germes fécaux à 22°C	0
Clostridium sulfito-réductrice	0

### 4- Étiquetage des substances :

#### 4.1- Permanganate de potassium KMnO<sub>4</sub> :

Masse : 500 g

Masse molaire : 158,04 g/mol

Impuretés :

- Matière insoluble : 0,2%
- Composés azotés : max 0,005%
- Sulfate SO<sub>4</sub>: 0, 02%
- Chlorures et chlorate: 0,005%

4.2- **Oxalate de sodium  $C_2NaO_4$  :**

Masse: 500g

Masse molaire: 133.999 g/mol

Impuretés : -Matière insoluble : 0,01%

-Chlorures : 0,002%

-Potassium : 0,01%

-Fer : 0,0005%

-Métaux : 0,002%

## Résumé :

La matière organique contenue dans les eaux de surface, engendre des problèmes qui sont globalement représentés par une détérioration de la qualité organoleptique, un développement bactérien dans les conduites du réseau de distribution, et une consommation importante de chlore.

Le but principal de ce travail est d'observer l'élimination de la matière organique dans l'eau de barrage de Tilesdit après chaque étape de traitement conventionnel appliqué au niveau de la station de potabilisation des eaux de surface.

Les résultats obtenus montrent que le sulfate d'alumine comme coagulant, le polymère comme floculant et l'hypochlorite de sodium comme oxydant, présentent une efficacité d'élimination de matière organique importante estimée par un taux d'abattement d'environ 68%.

**Mots clés :** Matière organique, traitement conventionnel, élimination, eau de surface, potabilisation.

## Abstract :

Organic matter in surface waters causes problems that are generally represented by a deterioration of organoleptic quality and a bacterial growth in pipes distribution network. It can also lead to a high consumption of chlorine.

The main purpose of this work is to observe the elimination of organic matter in the dam water of Tilesdit after each step of conventional treatment.

The obtained results show that the aluminum sulfate as coagulant, the polymer as floculant and the sodium hypochlorite as oxidant, present a high efficiency for removing organic matter estimated by an abatement rate about 68%.

**Keywords:** Organic matter, conventional treatment, elimination, surface water, potabilisation.

□□□□:

المادة العضوية الموجودة في المياه السطحية، تتسبب عموماً في رداءة النوعية الظاهرية للماء، في تطور البكتيريا في قنوات توزيع المياه وأيضاً في استهلاك أكبر لكميات الكلور.

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو ملاحظة إزالة المواد العضوية الموجودة في مياه سد تيلسديت وذلك بعد كل مرحلة من مراحل المعالجة المطبقة على مستوى محطة تطهير المياه السطحية.

النتائج المتحصل عليها تشير إلى أن سلفات الألومنيوم كمخثر، المبلمر كملبد وهيوكلوريت الصوديوم كمؤكسد، يمثلون فعالية كبيرة لإزالة المادة العضوية المقدره بحوالي 68 بالمائة.

□□□□□□□□ □□□□□□□□: للمادة العضوية، العلاج التقليدي، الإزالة، المياه السطحية، التطهير.