

Licence Sciences et Techniques (LST)

# GENIE CHIMIQUE

## PROJET DE FIN D'ETUDES

# PROCÉDÉS DE PRODUCTION D'EAU POTABLE

### Présenté par :

◆ Yasmine Bachri

### Encadré par :

◆ Pr. Taoufiq Saffaj (FST)

**Soutenu Le 5 Juillet devant le jury composé de:**

- Pr. Taoufiq Saffaj
- Pr. Bouchaib Ihssane
- Pr. Hicham Zaitan

## REMERCIEMENTS

En premier lieu, je remercie **Dieu** le Tout Puissant de m'avoir donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements envers mon encadrant **Mr Taoufiq Saffaj**, professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, pour son aide précieuse, son soutien et sa disponibilité, ainsi pour ces encouragements .

Je présente aussi mes remerciements à tous mes professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Finalement, je remercie les membres du jury **Pr. Hicham Zaitan et Pr. Bouchaib Ihssane** pour m'avoir honorée en acceptant d'évaluer et de juger ce travail.

## **dédicace**

*A mes très chers parents et mon très cher mari qui ont  
été toujours là pour me soutenir;*

*A ma belle famille;*

*A mes meilleurs amis;*

*Je dédie ce travail.*

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Cycle de l'eau.....	4
<b>Figure 2:</b> Méthode de dégrillage de l'eau .....	5
<b>Figure 3:</b> Tamisage de l'eau.....	5
<b>Figure 4:</b> Coagulation -Floculation .....	8
<b>Figure 5:</b> Structure des colloïdes.....	9
<b>Figure 6:</b> Processus de décantation de l'eau dans un décanteur lamellaire .....	15
<b>Figure 7:</b> Filtration de l'eau sur sable .....	16
<b>Figure 8:</b> Les formes de chlore dans l'eau .....	17
<b>Figure 9:</b> Destruction d'un microorganisme par HOCL.....	18
<b>Figure 10:</b> Les états du chlore .....	19
<b>Figure 11:</b> Chloration au break-point .....	19
<b>Figure 12:</b> Désinfection de l'eau par le rayonnement UV .....	21

# Sommaire

Introduction .....	1
<b>Chapitre 1 : Généralités sur l'eau.....</b>	<b>2</b>
1. Le cycle de l'eau.....	3
2. Chaîne élémentaire de production de l'eau potable .....	4
2.1. Prétraitement de l'eau.....	4
2.1.1. Le dégrillage.....	4
2.1.2. Le tamisage.....	5
2.2. La préoxydation.....	5
2.3. La clarification .....	6
2.4. Oxydation-Désinfection .....	6
2.5. Affinage.....	6
<b>Chapitre2 : Les traitements physico-chimiques de l'eau brute .....</b>	<b>7</b>
1. Coagulation – Flocculation .....	8
1.1. Les particules mis en jeu .....	8
1.2. La coagulation .....	9
1.3. Les coagulants .....	10
1.4. Paramètres influençant la coagulation .....	11
1.5. La flocculation .....	12
1.6. Les flocculants .....	13
2. La décantation .....	14
2.1. Types de décantation .....	14
3. Filtration .....	15
4. Désinfection.....	16
4.1. Le chlore.....	17
4.2. Chloration au point critique -Break-point.....	19
4.3. Le dioxyde de chlore .....	20
4.4. L'ozone.....	20

4.5.Le rayonnement UV .....	21
Conclusion.....	22

# Introduction

De nos jours, l'eau représente 71% de l'espace sur la planète, mais 3% de l'or bleu est douce, seulement 0.7 % est accessible à la consommation humaine.

En effet, l'eau est une ressource élémentaire à la vie, elle est indispensable pour l'homme. On l'utilise pour des usages quotidiens, l'agriculture, la boisson, l'hygiène et l'industrie.

Il existe trois ressources disponibles d'eaux naturelles:

- **Les eaux souterraines** : (Puits, nappe phréatique, infiltration).
- **Les eaux de surfaces** : (Lacs, étangs, rivières, fleuves).
- **Les eaux de mer et eaux saumâtres.**

L'eau potable est une eau que l'on peut boire ou utiliser à des fins domestiques et industrielles sans risque pour la santé. Elle peut être distribuée sous forme d'eau en bouteille (eau minérale ou eau de source, eau plate ou eau gazeuse), d'eau courante (eau du robinet) ou encore dans des citernes pour un usage industriel.

Pour être considérée comme potable, l'eau doit subir un prétraitement ainsi que des traitements physico-chimiques précises.

Ce rapport est organisé comme suit :

Le premier chapitre est consacré à rappeler des généralités sur les différentes étapes de cycle de l'eau et à décrire les procédés de traitement pour la production de l'eau potable.

Le deuxième chapitre est dédié à la présentation des procédés physico-chimiques de traitement des eaux brutes avec ses différents principes ainsi que le mécanisme de coagulation-floculation.

# **Chapitre 1 :** **Généralités sur l'eau**

## **1. Le cycle de l'eau**

L'eau circule sur terre sous différentes formes : nuages, pluie, rivières et océans. Elle va passer de la mer à l'atmosphère, de l'atmosphère à la terre puis de la terre à la mer, en suivant un cycle qui se répète indéfiniment suivant plusieurs étapes [Figure1] :

### **Evaporation**

Sous l'action de l'énergie solaire, l'eau des mers et des océans s'évapore dans l'atmosphère en se débarrassant de son sel et de ses impuretés.

L'évaporation peut également provenir de la terre, nous parlerons alors d'évapotranspiration. C'est un phénomène qui transforme en vapeur d'eau les eaux des lacs, des rivières, des sols, des animaux, des hommes et surtout de la végétation. Cette vapeur d'eau viendra ensuite s'accumuler dans les nuages, de la même manière que l'évaporation des mers et océans.

### **La condensation**

Au contact de l'atmosphère, la vapeur d'eau se refroidit et se transforme en petites gouttelettes qui sont à l'origine de la formation des nuages.

### **Les précipitations**

Sous l'impulsion des vents, les nuages se déplacent dans l'atmosphère. Lors d'un changement climatique et par effet de gravité, les nuages s'alourdissent et retombent sur le sol sous forme d'eaux pluviales, de grêle ou de neige.

### **Infiltration**

Une partie des eaux pluviales s'infiltrent dans les nappes souterraines

### **Ruissellement**

Une autre partie des eaux rejoint les eaux de surfaces : rivières, fleuves, lacs...

### **Stagnation**

L'eau est stockée dans les réservoirs naturels sur des périodes plus ou moins longues (ex : 8 jours de stagnation dans l'atmosphère, 17 ans dans les lacs, 2500 ans dans les océans, plusieurs milliers d'années dans les glaciers...)

## Retour à la mer

L'eau des réservoirs naturels s'évapore sous l'action du soleil puis regagne la mer et les océans.

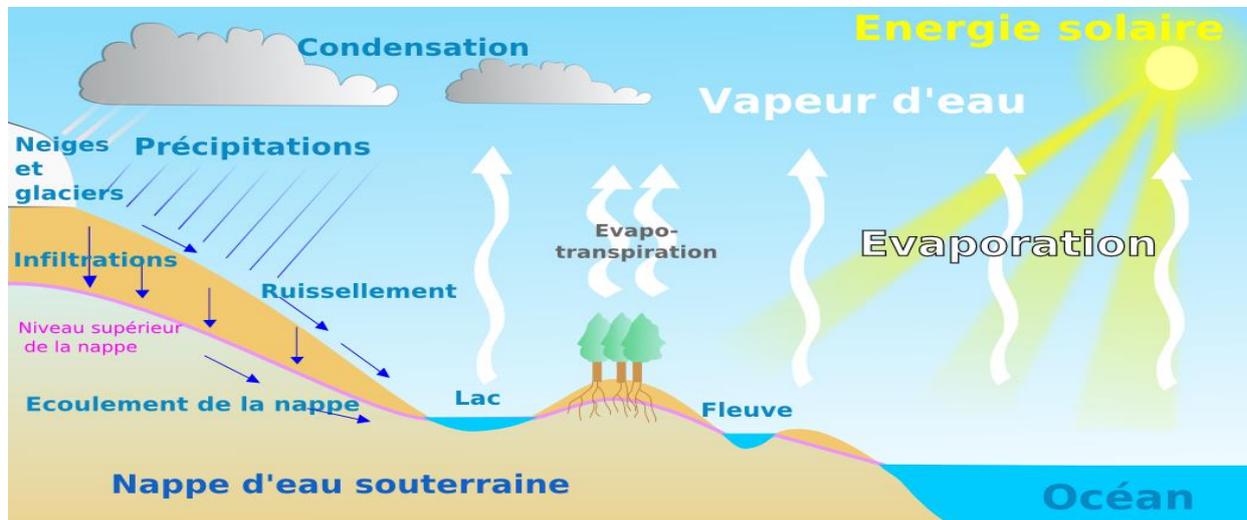


Figure 1: Cycle de l'eau

## 2. Chaîne élémentaire de production de l'eau potable

### 2.1 Prétraitement de l'eau

C'est un traitement initial qui permet d'extraire de l'eau brute la plus grande quantité des matières en suspension, des matières organiques et des gaz, dans le cas d'une eau potable, les prétraitements sont principalement de deux types:

- Le dégrillage
- Le tamisage

#### 2.1.1. Le dégrillage

Le dégrillage est un procédé dont lequel les eaux passent au travers d'une grille dont les barreaux retiennent les matières les plus volumineuses [Figure 2], permet :

- De protéger les ouvrages aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation.
- De séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements d'eau, ou compliquer leur exécution, et leur exploitation.



**Figure 2: Méthode de dégrillage de l'eau**

### **2.1.2. Le tamisage**

Le tamisage est le second procédé de pré-traitement mécanique qui permet une séparation plus fine que le dégrillage des déchets contenus dans les eaux brutes . Cette opération est réalisée par passage de l'eau dans des tamis de maille plus en plus fines retenant les déchets plus petits comme des feuilles, de l'herbe et des cailloux [Figure 3].



**Figure 3: Tamisage de l'eau**

## **2.2. La préoxydation**

C'est un procédé chimique permet essentiellement la dégradation des matières organiques afin de faciliter les opérations qui suivent. Les opérations de la préoxydation peuvent être :

- L'oxydation de composés minéraux comme le Fer et le Manganèse ou l'Ammoniaque.
- L'amélioration de la qualité de l'eau par L'élimination des goûts et des odeurs.
- L'inhibition de la croissance algale dans les ouvrages de clarification.
- L'amélioration de la coagulation, floculation.

Ce procédé peut être fait de trois façons différentes :

- Ajout de Chlore (préchloration)
- Ajout de dioxyde de chlore
- Ajout d'ozone (préozonation)

### **2.3. La clarification**

La clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les matières en suspension MES (minérales et organiques) d'une eau brute ainsi que la majeure partie des matières organiques. La clarification comprend les opérations suivantes : la coagulation, la floculation, la décantation et la filtration .

### **2.4. Oxydation-Désinfection**

La désinfection est l'étape ultime du traitement de l'eau de consommation avant distribution. Elle permet d'éliminer les micro-organismes pathogènes présents de l'eau.

### **2.5. Affinage**

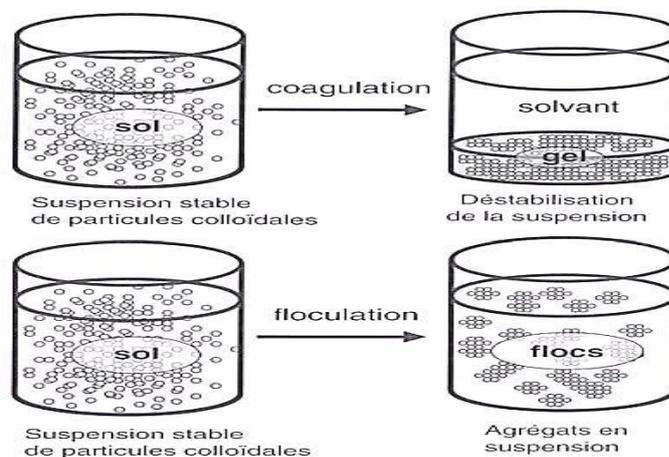
Pour un perfectionnement de la qualité de l'eau traitée, on procède à l'affinage visant à éliminer les micropolluants qui existent déjà dans l'eau ou qui sont formés au cours du traitement et qui n'ont pas été totalement abattus par la coagulation-floculation .

**Chapitre 2 : les**  
**traitements physico-**  
**chimiques de l'eau**  
**brute**

## 1. Coagulation – Flocculation

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement dues à la présence de particules de très faible diamètre, dites particules colloïdales. Leur élimination ne peut se baser sur la simple décantation. En effet, leur vitesse de sédimentation est extrêmement faible. Le temps nécessaire pour parcourir 1 m en chute libre peut être de plusieurs années.

La coagulation et la flocculation sont les processus qui permettent l'élimination des particules colloïdales en suspension. La coagulation a pour but principal de déstabiliser ces particules, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. La flocculation a pour but de favoriser les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on pourra facilement éliminer par décantation [Figure 4].



**Figure 4: Coagulation – Flocculation**

### 1.1.1. Les particules mis en jeu

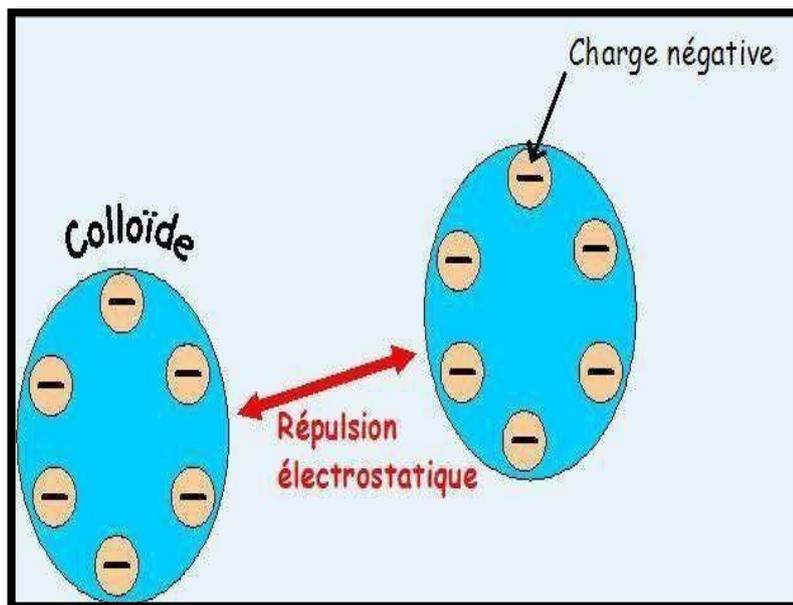
Les matières existantes dans l'eau peuvent se regrouper en trois catégories suivantes:

- **Matières en suspension**

Ces substances peuvent être d'origine minérale (sables, limons, argiles) ou organique (produits de la décomposition des matières végétales ou animales acides humiques ou fulviques par exemple). A ces composés s'ajoutent les micro-organismes (tels que bactéries, plancton, algues). Ces substances sont responsables, en particulier de la turbidité et de la couleur.

- **Matières colloïdale**

Les colloïdes sont des Substances constituées de fines particules portant chacune une charge électrique de même signe en suspension dans l'eau, ce sont des particules de très faible diamètre notamment responsables de la couleur et de la turbidité de l'eau de surface [Figure 5]. En raison de leur très faible vitesse de sédimentation la seule solution pour éliminer les colloïdes est de procéder à une coagulation-floculation.



**Figure 5: Structure des colloïdes**

- **Matières dissoute**

Sont généralement des cations ou anions de quelques nanomètres de diamètres.

## 1.2. La coagulation

Les particules colloïdales en solution sont chargées “ naturellement ” négativement. Ainsi, elles tendent à se repousser mutuellement. On dit qu’il y a stabilisation des particules dans la solution.

La coagulation consiste à déstabiliser les particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives sous l’effet d’un coagulant.

### 1.3. Les coagulants

Les coagulants sont des produits capables de neutraliser les charges des colloïdes présents dans l'eau. Le choix du coagulant pour le traitement de l'eau de consommation doit tenir compte de l'innocuité du produit, de son efficacité et bien sûr de son coût.

Le coagulant et la dose de coagulant ont une influence sur :

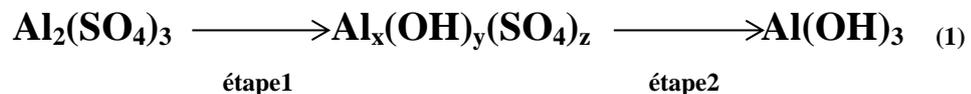
- La bonne ou la mauvaise qualité de l'eau clarifiée,
- Le bon ou le mauvais fonctionnement de la floculation et de la filtration,
- Le coût d'exploitation

Les principaux coagulants utilisés pour déstabiliser les particules et produire des floccs sont :

- Chlorure ferrique ( $\text{FeCl}_3$ )
- Sulfate ferrique ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ )
- Sulfate ferreux ( $\text{FeSO}_4$ )
- Sulfate d'aluminium  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- Chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ )
- PCBA (polychlorures basiques d'aluminium)

La mise en solution d'un coagulant se déroule en deux étapes

Dans Le cas du sulfate d'aluminium , Les réactions peuvent être représentées de la façon suivante :



**L'étape 1** est une phase d'hydrolyse , des intermédiaires polychargés positifs se forment , ils sont très efficaces pour neutraliser la charge des colloïdes. Il s'agit de la véritable forme coagulante qui déstabilise les particules chargées négativement.

**L'étape 2** permet la formation du précipité d' $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Cette réaction dépend de l'agitation du milieu . ce précipité est l'élément qui assure la coalescence des colloïdes déstabilisés : c'est la forme floculante.

## 1.4. Paramètres influençant la coagulation

### \*Le pH

Le pH est la variable la plus importante à prendre en considération au moment de la coagulation. Il est d'ailleurs important de remarquer que l'ajout d'un coagulant modifie souvent le pH de l'eau.

Le pH de l'eau doit se situer dans une plage (à l'intérieur de laquelle la coagulation a lieu suffisamment rapidement) ou la solubilité de l'hydroxyde considéré est minimale.

Les zones de prédominance des hydroxydes de fer et d'aluminium sont présentées dans le tableau suivant [Table 1] :

**Table 1: Les zones de prédominance des hydroxydes de fer et d'aluminium**

Forme prédominante	pH
Al(OH) <sub>3</sub>	5,8 à 7,2
Fe(OH) <sub>3</sub>	5,5 à 8,3

### \*La température

Une diminution de la température de l'eau entraîne une augmentation de sa viscosité ; c'est ce qui explique les difficultés de décantation du floc.

Pour éviter ces difficultés, une solution consiste à changer de coagulant selon la saison.

### \*La turbidité

La turbidité des eaux de surface est en grande partie due à la présence de particules de glaise, ce sont donc de grosses particules colloïdales qui peuvent se déposer naturellement. La coagulation de ces particules est assez facile à réaliser lorsqu'on maintient le pH dans sa plage optimale.

Quand la turbidité de l'eau est trop faible, on peut augmenter la concentration en particules par addition d'argiles. Dans le cas de fortes pluies, l'augmentation des MES favorise une meilleure décantation.

### **\*Influence de l'agitation**

Au cours de la coagulation et de la floculation, on procède au mélange des produits chimiques par deux séquences d'agitations : la première est rapide, cette agitation a pour but principal d'homogénéiser le mélange des réactifs et déstabiliser les particules, la deuxième est lente et il a pour but de favoriser les collisions entre les particules déstabilisées et ainsi entraîner leur agrégation.

### **\*Influence de coagulant**

Le choix du coagulant influence les caractéristiques de la coagulation. Ainsi, même L'alun est le coagulant le plus fréquemment utilisé, il peut être avantageux de le remplacer par du sulfate ferrique. Ce dernier procure en effet à plusieurs eaux une plage de pH optimale plus large que celle due à l'alun. De plus, pour un même pH élevé, le sulfate ferrique est moins soluble que l'alun.

On ne peut choisir un coagulant et en déterminer la concentration optimale, pour une eau donnée, qu'après avoir effectué des essais.

## **1.5. La floculation**

La floculation est l'étape où les particules préalablement déchargées s'agglomèrent en structures plus grosses appelées microflocs. Ces microflocs s'agrègent ensuite en flocons plus volumineux, appelés floccs, qui peuvent alors subir une décantation.

Ces agrégations successives dépendent en réalité de deux phénomènes de transport régissant la vitesse de floculation :

**La floculation péricinétique.** N'intervenant que sur les particules colloïdales, elle favorise la formation du microfloc. Elle est liée à la diffusion brownienne, c'est-à-dire à l'agitation thermique. Le mouvement brownien correspond au déplacement désordonné des colloïdes par le bombardement de chaque molécule d'eau.

**La floculation orthocinétique.** Liée à l'énergie mécanique dissipée dans la zone de floculation. L'efficacité de cette floculation qui permet d'obtenir un floc volumineux séparable.

L'étape de floculation peut être améliorée en ajoutant un autre réactif : l'adjuvant de floculation, communément appelé le floculant.

### **1.6. Les floculants**

Les floculants ou adjuvants de floculation sont dans leur plus grande partie des polymères avec un poids moléculaire très élevé.

Ces polymères sont ajoutés après la coagulation pour augmenter davantage la taille et la cohésion des floccs.

Ils peuvent être de trois natures différentes :

#### **\*Les floculants minéraux**

- Silice activée (le plus utilisée)
- L'hydroxyde ferrique
- L'alumine

#### **\*Les floculants organiques**

Ce sont des polymères naturels extraits de substances animales ou végétales.

- L'amidon (extraits de grains végétales)
- Alginates (obtenus à partir d'algues marines)
- Plusieurs polysaccharides naturels ont des propriétés floculantes (dérivés de la cellulose, gommés, tanins)

#### **\*Les floculants organiques de synthèse**

Ce sont des produits fabriqués à partir de monomères à très haute masse moléculaire. Ils ont permis d'atteindre des performances (taille, solidité, densité des floccs) remarquables.

## **2. La décantation**

C'est un procédé utilisé dans toutes les usines de traitement des eaux. Elle a pour but d'éliminer les particules en suspension et les colloïdes (rassemblés sous forme de floccs après l'étape de coagulation floculation) dont la densité est supérieure à celle de l'eau .

Les particules en suspension s'accumulent au fond du bassin de décantation, d'où on les extrait périodiquement [Figure 6]. L'eau clarifiée située près de la surface est dirigée vers l'unité de filtration.

Dans la réalité, les particules ne sont pas soumises uniquement aux forces de gravité mais aussi aux forces de frottement et aux forces d'interaction entre les particules.

### **2.1. Types de décantation**

Selon la concentration en solide et la nature des particules (densité et forme), on distingue quatre types de décantation :

#### **❖ Décantation de particules discrètes**

Ce type de décantation est caractérisé par le fait que les particules conservent leurs propriétés physiques initiales : forme, dimension et densité. La vitesse de chute de la particule est indépendante de la concentration en solides.

#### **❖ La décantation de particules floculantes**

Ce type de décantation se caractérise par une agglomération des particules lors de leur chute. Par conséquent, les propriétés physiques de ces particules (forme, taille, densité et vitesse de chute) changent au cours du processus.

#### **❖ La décantation freinée**

Dans ce type de décantation, les particules solides sont suffisamment rapprochées pour être cohésives. Elles forment une matrice maillée uniforme. Les forces de cohésion sont suffisamment fortes pour entraîner les particules dans la même direction et avec la même force, indifféremment de leur taille ou densité. Il existe une interface claire entre les particules décantées et le liquide surnageant.

#### **❖ La décantation en compression de boues**

Les particules entrent en contact les unes avec les autres et reposent sur les couches inférieures.



**Figure 6: Processus de décantation de l'eau dans un décanteur lamellaire**

### **3. Filtration**

La filtration consiste à faire passer l'eau à travers un matériau poreux (filtre) afin d'éliminer les matières en suspension restants.

Le type de filtration le plus utilisé est la filtration sur sable.

- **La filtration sur sable.**

La filtration sur sable permet une séparation sur la base du diamètre des particules. Il consiste en un récipient ou bassin rempli de sable en guise de médium filtrant [Figure 7]. Le liquide à traiter s'écoule de haut en bas à travers ce médium.

Le filtre à sable purifie l'eau de trois manières différentes :

- ❖ La filtration permet d'intercepter les dernières particules visibles à l'œil nu de l'eau à traiter.
- ❖ Flocculation pendant laquelle les substances se collent à la surface du sable et viennent grossir la taille de ce dernier.

- ❖ Assimilation par des micro-organismes qui se nourrissent des polluants de l'eau.



**Figure 7: Filtration de l'eau sur sable**

#### **4. Désinfection**

Après la filtration, on obtient de l'eau limpide et claire mais elle n'est pas encore potable parce qu'elle contient encore des germes pathogènes. La désinfection est l'élimination des germes pathogènes (bactéries, virus et certains parasites), la stérilisation et la destruction de tous les organismes vivants dans l'eau, et par conséquent la diminution du nombre des maladies provenant de l'eau, tels que la fièvre typhoïde, le choléra et l'hépatite A ou E. Elle se fait par ajout à l'eau d'une certaine quantité des produits chimiques oxydants dotés des propriétés germicides.

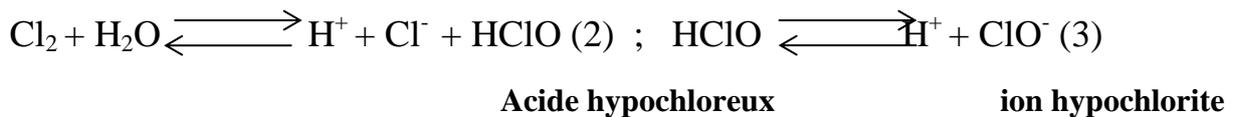
Les quatre principaux désinfectants utilisés en production d'eau potable sont les suivants :

- Le chlore
- Le dioxyde de chlore
- L'ozone
- Le rayonnement UV

## 4.1. Le chlore

Le chlore est l'un des produits utilisés pour la désinfection de l'eau où il est employé essentiellement sous forme de chlore gazeux ou d'hypochlorite de sodium (eau de Javel). Doté d'un pouvoir oxydant très important, il est de plus rémanent.

Les réactions chimiques induites par le chlore gazeux sont les suivantes :



Le sens de déplacement de ces réactions dépend du PH [Figure 8] :

- \* pH < 2, tout le chlore est sous forme moléculaire (Cl<sub>2</sub>).
- \* pH = 5, tout le chlore est sous forme d'acide hypochloreux (HClO).
- \* pH = 10, tout le chlore est sous forme d'hypochlorite (ClO<sup>-</sup>).

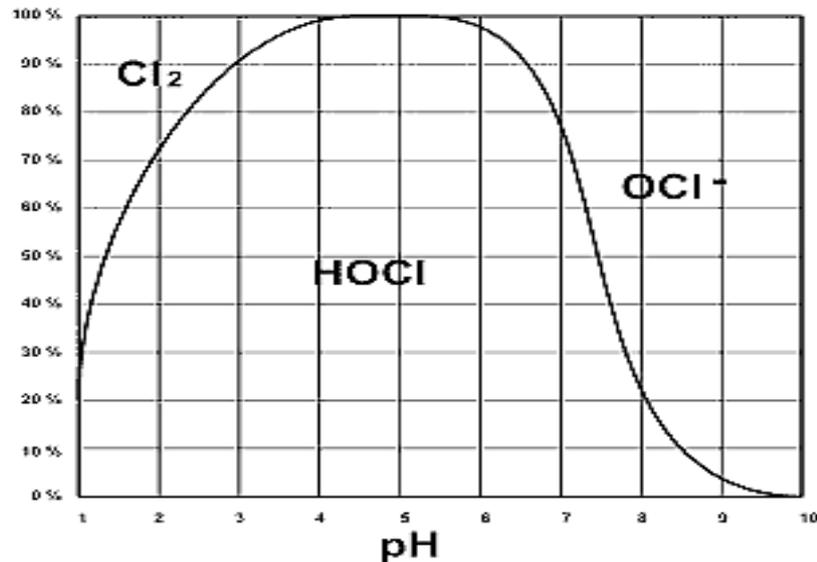
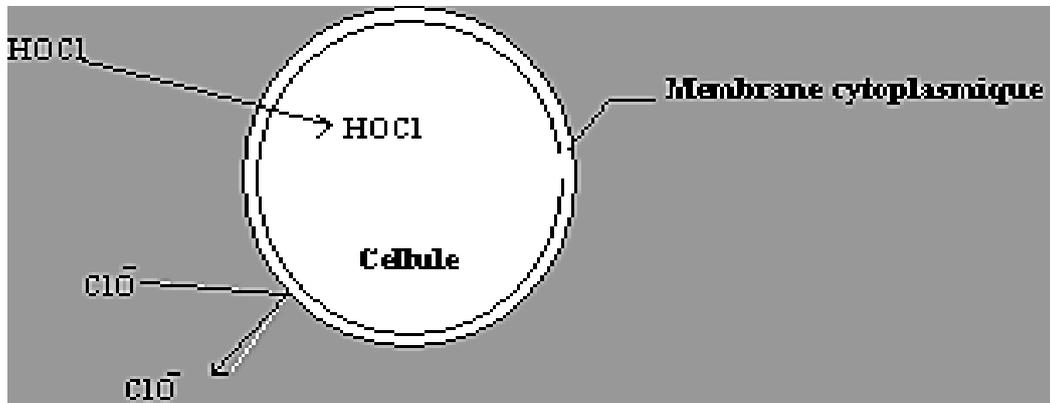


Figure 8: Les formes de chlore dans l'eau

L'acide hypochloreux possède l'effet bactéricide le plus important. En effet il ne porte pas de charge électrique et sa forme ressemble à celle de l'eau. La membrane cytoplasmique le laisse donc passer en même temps que l'eau,

contrairement au  $\text{ClO}^-$  qui ne pénètre pas du fait de sa charge négative. A l'intérieur de la cellule, l' $\text{HOCl}$  bloque toute activité enzymatique, entraînant ainsi la mort de la cellule [Figure 9].



**Figure 9: Destruction d'un microorganisme par HOCl**

Le chlore réagit avec différents composés présents dans l'eau que sont :

- **Les composés minéraux réducteurs**

Ils réagissent très rapidement par réaction d'oxydoréduction et constituent la demande immédiate en chlore. C'est le cas notamment des composés tels que  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NO}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ... qui seront oxydés par l'acide hypochloreux.

- **Les composés organiques**

Le chlore se combine avec les composés organiques pour former des composés organiques chlorés tels que les trihalométhanes (THM), les chlorophénols. Les THM les plus courants dans l'eau sont le chloroforme, le bromodichlorométhane et le bromoforme.

- **L'azote ammoniacal**

Le chlore se combine à l'azote ammoniacal pour former des chloramines. On obtient des mono, di ou tri chloramines ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ,  $\text{NHCl}_2$ ,  $\text{NCl}_3$ ). Ces chloramines ont un très faible pouvoir désinfectant (5 fois moins que  $\text{ClO}^-$  et 500 fois moins que  $\text{HClO}$ ). Si l'on continue l'ajout de chlore, les chloramines vont se transformer en diazote ( $\text{N}_2$ ). C'est à partir de ce moment, appelé break point, que le chlore libre apparaît. L'équation bilan de ces réactions s'écrit



Après action du chlore sur ces composés, il subsiste un résiduel de chlore se présentant sous différentes formes [Figure 10].

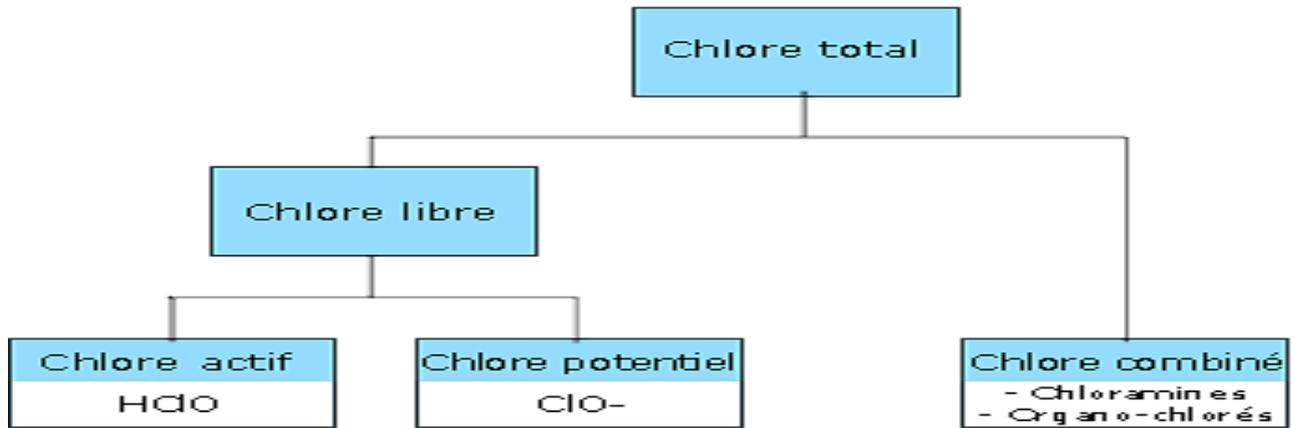


Figure 10 : Les états du chlore

#### 4.2. Chloration au point critique -Break-point

C'est un procédé dans lequel la demande en chlore est satisfaite, les composés de chlore combiné sont détruits, l'ammoniac est oxydé pour donner de l'azote gazeux et un résidu de chlore libre est obtenu sans qu'il soit nécessaire d'ajouter du chlore.

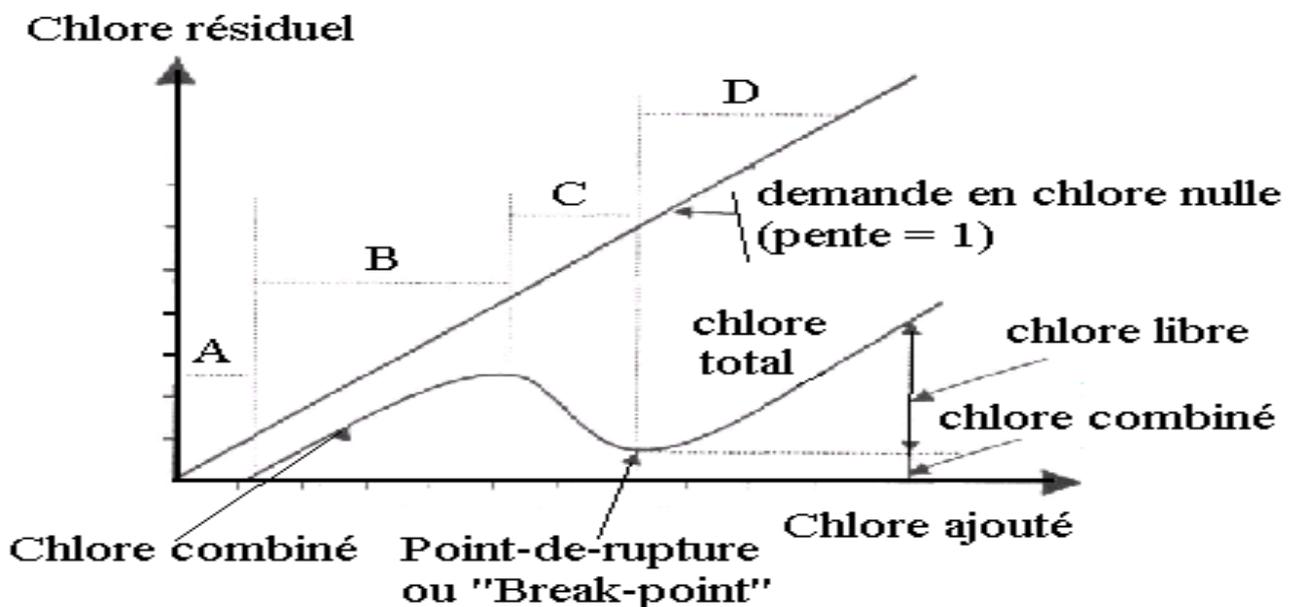


Figure 11: Chloration au break-point

On peut découper la courbe de chlore résiduel en fonction du chlore ajouté en quatre phases A, B, C et D [Figure 11].

**A** : Destruction du chlore par les composés minéraux,

**B** : Formation de composés chlorés organiques et de chloramines,

Au **point de rupture (Break-point)** les monochloramines, dichloramines et trichloramines ont quasi disparues

**C** : Destruction des chloramines par ajout de chlore supplémentaire,

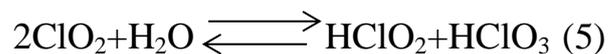
**D** : Production de chlore actif. Tout le chlore ajouté sera sous forme d'acide hypochloreux mais il reste du chlore combiné ( trichloramines)

La demande en chlore correspond à la quantité de chlore consommée par l'eau pour sa désinfection et pour l'oxydation des autres composés qui réagissent avec le chlore.

### 4.3. Le dioxyde de chlore

Le dioxyde de chlore est un gaz jaune rougeâtre, de formule  $\text{ClO}_2$ , à haut pouvoir désinfectant, décolorant et désodorisant. Son action désinfectante vis-à-vis des micro-organismes est plus rapide que celle du chlore.

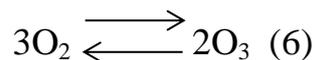
La réaction de sa mise en solution dans l'eau s'écrit :



### 4.4. L'ozone

L'ozone, une molécule dont la formule chimique est  $\text{O}_3$ , est un oxydant très puissant et un gaz instable. Il est produit sur place au moyen d'un générateur d'ozone qui transforme en ozone une partie de l'oxygène d'un gaz, soit d'air sec, soit d'oxygène pur du commerce.

La fabrication de l'ozone se fait selon la réaction :



L'ozone permet de détruire une grande quantité de micropolluants (le virus, le fer et le manganèse) présents dans l'eau et de restituer une eau exempte de goût, d'odeurs et de couleur.

## 4.5. Le rayonnement UV

Le rayonnement UV est produit par des lampes UV constituées de gaz rare et de vapeur de mercure. Le passage d'un courant électrique provoque l'excitation des atomes de mercure qui émettent en retour des rayons de longueur d'onde comprise entre 240 et 270 nm [Figure 12].

Ces ondes lumineuses UV ont la capacité, en fonction de leur longueur, d'attaquer l'ADN des micro-organismes (virus, bactéries, levures, moisissures, etc ), cette dégradation permet d'éviter la réplication du matériel génétique et empêche les micro-organismes de survivre ou de se multiplier.

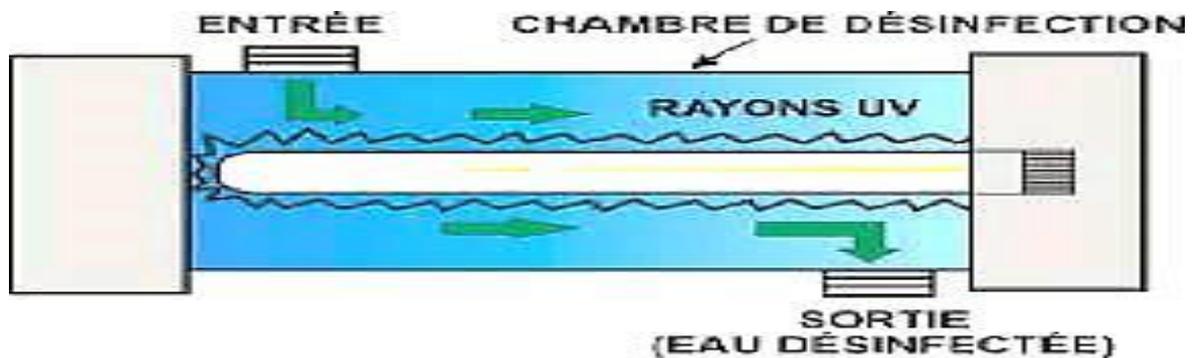


Figure 12: Désinfection de l'eau par le rayonnement UV

## **Conclusion**

Pour obtenir le titre « d'eau potable » et ainsi pouvoir être consommée sans risque pour la santé, l'eau brute puisée dans les rivières, les fleuves et les lacs doit subir plusieurs traitements.

Au cours de ce mémoire, on peut conclure que la coagulation-floculation et la décantation est l'étape la plus importante dans la chaîne de production d'eau potable, mais assurer le bon fonctionnement il faut respecter diverses conditions et les paramètres tel que le pH, la température, l'agitation au cours de la coagulation, l'ajout du bon flocculant pour accélérer la floculation jusqu'à l'évacuation de ces floes au niveau des décanteurs.

## La bibliographie

- [http://fr.m.wikipedia.org/wiki/Cycle\\_de\\_l%27eau](http://fr.m.wikipedia.org/wiki/Cycle_de_l%27eau)
- Héctor Ricardo Hernández De León. Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable .Thèse de doctorat, INSA de Toulouse (2006).
- Izlane Benhaddou , Mehdi Bouamama, Etude comparative entre trois coagulants utilisés dans le traitement des eaux le sulfate d'aluminium, le chlorure ferrique et le polychlorosulfate basique d'aluminium, mémoire de fin d'études, Licence GC, Faculté des Sciences et Techniques Fès (2006 /2007).
- Altmeyer, N., Abadia, G., Schmitt, S., & Leprince, A. (1990). Risques microbiologiques et travail dans les stations d'épuration des eaux usées. Documents pour le Médecin du Travail, (44).
- BOUREZGUE, M.. Combinaison de l'Analyse en Composante principales et les réseaux de neurones artificiels pour la prédiction des paramètres descripteurs de la qualité des eaux brutes . Thèse de doctorat, Université Mohamed Boudiaf-M'Sila (2012)
- Sara, M. B. Etude et optimisation de l'efficacité de gel des grains de Nasturtium officinale dans le traitement de l'eau .Master Génie de procédés de l'environnement , Faculté des sciences et de la technologie de Bordj Bou-Arréridj (2021)
- Hecini,Linda . Incidence de la coagulation-floculation des eaux sur l'élimination de la matière organique aromatique en présence de sels calciques, sulfatés et phosphatés . Thèse de doctorat . Université Mohamed Khider-Biskra (2016).
- BELLO, Iliass. Traitement De l'Eau SOUTERRAINE POUR LA CONSOMMATION : CAS DE L'USINE D'EAU DE OUANDO.Licence Sciences et Techniques de l'eau .Ecole Polytechnique D'abomey-Calavi(2015)