

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Département Génie des procédés
Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences et Génie d'environnement

THEME :

**L'INFLEUNCE DES TYPES DE COAGULANT SUR
L'EFICACITE DE LA DECANTATION**

Présenté par :

**BENMOUDATTER FATMA ZOHRA
NEDJAR FAYZA**

Encadreur :

Mr. BOUREGHDA

Année Universitaire : 2017/2018



Remerciements



On premier lieu je remercie le tout puissant et miséricordieux (Allah).pour avoir guidé mes pas et permit de réussir mes études

Mes sincères remerciements et ma profonde gratitude vont d'abord à Mr. BOUREGHDA Med mon encadreur, pour m'avoir dirigé, orienté et soutenu tout au long de ce travail.

Je remercie par anticipation tous les membres du jury d'avoir accepté d'examiner et de juger mon travail.

Je souhaiterai également remercier tous mes enseignants du département du Génie des Procédés pour avoir participé à ma formation.

Finalement, mes remerciements vont à tous ceux qui ont contribué d'une quelconque manière à l'aboutissement de ce travail.

DEDICACE DEDICACE

*Je ne peux pas commencer sans évoquer le du
dieu le tout puissant qui m'a donnée la santé,
le courage et la force à travers mes années
d'étude.*

*J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste
travail :*

*À mon père, et ma mère ce ma donne le
courage*

À toute la famille

Surtout mon petit Hamza Ratni

A toute mes amis(es)

(Salima, Naïma, Siham Zerrouki, Laïla

Ahmed, Khaled, et Mr.ahsen)

A tous ceux qui m'ont encouragé dans ma vie

FAYZA

DEDICACE DEDICACE

*Je ne peux pas commencer sans évoquer le du
dieu le tout puissant qui m'a donnée la santé,
le courage et la force à travers mes années
d'étude.*

*J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste
travail :*

*À mon père, et ma mère ce ma donne le
courage*

*À toute la famille BENMOUDETTER et
BOUADAOUI ;*

A toute mes amis ;

A toute le groupe MGEV-16 ;

A tous ceux qui m'ont encouragé dans ma vie

Fatma Zohra
Fatma Zohra

Sommaire

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre I. Les traitements de l'eau potable

I.1. Généralité	3
I.2. L'objectif de traitement	3
I.3. Les normes physico-chimiques de potabilité.....	3
I.4. Les procède de traitement	4
I.5. Les différentes étapes de traitement dans la station de Boudouaou	4
I.5.1. Aération.....	4
I.5.2. Pré chloration	4
I.5.3. Oxydation au (KMnO ₄).....	5
I.5.4. Adsorption au charbon actif poudre (C.A.P).....	5
I.5.5. Acidification par H ₂ SO ₄	6
I.5.6. Coagulation – Flocculation	6
I.5.7. La décantation	7
I.5.8. La filtration.....	7
I.5.9. Désinfection	7
I.5.10. Neutralisation, correction du PH	8

Chapitre II. Coagulation-Flocculation

II.1. Coagulation-Flocculation.....	10
II.1.1. Généralité.....	10
II.1.2. but de coagulation-flocculation	10
II.2.1. La coagulation	11
II.2.1.1. Choix des coagulants	11
II.2.1.2. Les particules en suspension.....	11
II.2.1.3. Les facteurs influençant la coagulation.....	11
II.3. La flocculation	15
II.3.1. Définition	15
II.3.2. Choix des flocculants.....	17
II.3.3. Polymérisation puis adsorption par des espèces polymériques du coagulant.....	17

Chapitre III. La Décantation

III.1. Définition de la décantation.....	18
III.2. Théorie.....	18
III.3. Régime hydrauliques	19
III.3.1. Loi de stokes.....	19
III.4. Condition de capture des particules.....	20
III.4.1. Décantation a flux horizontale.....	20
III.4.2. Décantation a flux vertical.....	20
III.5. Vitesse de Hazen	21
III.6. Types de décantation des particules	22
III.6.1. Décantation des particules des grenues	22
III.6.2. Décantation des particules floculées	22
III.6.3. Décantation en piston des particules floculées	23
III.7. Décantation lamellaire.....	24
III.7.1. Principe.....	24
III.7.2. Types de décantation lamellaire	24
III.7.3. Choix d'un équipement	26
III.7.4. Décanteurs de suspensions diluées ultrafines.....	26
III.7.5. Décantation statique	26
III.7.6. Décantation accélérée.....	27
III.7.6.1. Décanteurs à lit de boues	27
III.8. Extraction des boues.....	28
III.8.1. Mécanique	28
III.8.2. Hydraulique	28
III.8.3. Par gravité.....	28

Chapitre IV. Partie pratique

IV.1. Etude de la coagulation-Floculation.....	30
IV .1.1. Caractéristique de l'eau brute	30
IV .1.2. Détermination des dose optimale de coagulant-floculant	30
IV .1.2.1. Cas de sulfate d'alumine	30
IV.1.2.2. Cas de chlorure ferrique	32
IV .1.2.3. Cas de la chaux.....	34
IV .2. Les déférents des valeurs du TAC pour chaque coagulant	36

IV.3.Etude du la décantation	36
IV .3.1.Etablissement des courbes de kynch pour les trois coagulants.....	36
IV .3.2.Détermination le temps de décantation pour les trois coagulants	37
IV .3.3.Calcul de la surface théorique de décantation	40
IV .4.Calcul des rendements pour les trois coagulants.....	43
Conclusion	51

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau N°1		
	Les normes physico-chimiques de potabilité.....	03
Tableau N°2		
	Différentes valeurs de a, n et C en fonction du nombre de Reynolds.....	19
Tableau N°3		
	Détermination de la dose optimale de coagulant.....	30
Tableau N°4		
	Détermination de la dose optimale de floculant.....	31
Tableau N°5		
	Détermination de la dose optimale de coagulant.....	32
Tableau N°6		
	Détermination de la dose optimale de floculant.....	33
Tableau N°7		
	Détermination de la dose optimale de floculant.....	35
Tableau N°8		
	L'évolution du temps de décantation en fonction de la hauteur.....	37
Tableau N°9		
	présente les résultats des calculs sur le décanteur lamellaire	41
Tableau N°10		
	Résumé de résultats sur le rendement.....	42
Tableau N°11		
	Résultat des vitesses en fonction de temps.....	43
Tableau N°12		
	Résultat des vitesses en fonction de temps.....	45
Tableau N°13		
	Résultat des vitesses en fonction de temps.....	47

Liste des figures

N°	Titre	Page.
Figure N°1		
	Schéma de coagulation floculation.....	03
Figure N°2		
	Potentiel électrique de particules colloïdales.....	09
Figure N°3		
	Les types d'agitateur.....	13
Figure N°4		
	Illustration de la réaction d'olation.....	16
Figure N°5		
	Illustration du phénomène de floculation par pontage par un polymère.....	17
Figure N°6		
	Décantation horizontale	20
Figure N°7		
	Décantation horizontale	21
Figure N°8		
	Décantation à flux horizontale (particules grenues).....	22
Figure N°9		
	Décantation à flux horizontale (particules floculées).....	22
Figure N°10		
	Courbe de kynch.....	23
Figure N°11		
	Décanteur à Contre-courant.....	24
Figure N°12		
	Décanteur à Co-courant.....	25

Figure N°13	
Décanteur à Courants croisés.....	25
Figure N° 14	
Distribution des vitesses de décantation.....	29
Figure N°15	
Elimination la turbidité au niveau de décanteur.....	31
Figure N°16	
Elimination la turbidité au niveau de décanteur.....	33
Figure N°17	
Valeurs des TAC pour l'eau brute et les trois coagulants.....	36
Figure N°18	
L'évolution du temps de décantation en fonction de hauteur.....	37
Figure N°19	
L'évolution du temps de décantation en fonction de hauteur pour sulfate d'aluminium.....	38
Figure N°20	
L'évolution du temps de décantation en fonction de hauteur pour chlorure ferrique.....	39
Figure N°21	
L'évolution du temps de décantation en fonction de hauteur pour la chaux.....	40
Figure N°22	
Schéma de lamelle.....	41
Figure N°23	
Schéma de décanteur lamellaire idéal.....	42
Figure N°24	
Évolution de la décantation den fonction du temps pour l' Al_2SO_4	43
Figure N°25	
Distribution des vitesses de décantation pour le Al_2SO_4	44
Figure N°26	
Évolution de la décantation den fonction du temps pour le $FeCl_3$	45

Figure N°27

Distribution des vitesses de décantation le FeCl_3 46

Figure N°28

Evolution de la décantation en fonction du temps pour le $\text{Ca}(\text{OH})_2$47

Figure N°29

Distribution des vitesses de décantation de $\text{Ca}(\text{OH})_2$48

Figure N°30

Présentation des rendements globaux pour chaque coagulant.....49

Liste des abréviations

SEAAL : Société des Eaux et Assainissement Algérienne.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

pH : potentiel Hydrogène.

MES: Matières en suspension.

NTU : (Nephelometric Turbidity Unit) - Unité de Turbidité Néphélométrique

μs : milli- siemens

TAC : Titre alcalimétrique complet

TA : Titre alcalimétrique

°F : Degré français

TH : Titre Hydrométrique

INTRODUCTION

INTRODOCTION

L'eau potable est une eau dont on considère, à l'aune de normes de qualité, qu'elle peut être bue, cuite ou utilisée à des fins domestiques et industrielles sans danger pour la santé. L'eau n'est pas seulement un ensemble de molécules H₂O (deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène). En réalité naturellement **une très grande variété de matières dissoutes**, inerte sous vivantes : des gaz, des substances minérales ou organiques, des micro-organismes (bactéries, virus, plancton), ainsi que des particules en suspension (fines particules d'argiles, limons et déchets végétaux).

En effet, l'eau est un excellent solvant qui séchage en composés solides ou gazeux tout au long de son cycle, suivant les milieux (rivières, zones humides, roches, atmosphère....) dans lesquels elle circule ou séjourne :

- Quand elle tombe en pluie, elle se charge des poussières atmosphériques,
- Quand elle ruisselle sur les sols (lessivage),
- Quand elle s'infiltré dans le sous-sol, elle se charge des produits d'altération des roches.

La composition chimique de l'eau est ainsi complètement liée aux caractéristiques du bassin versant dans lequel elle opère son cycle (la nature de sol et de sous-sol, les espèces végétales et animales, mais également les activités humaines).

Pour obtenir de l'eau potable, l'eau douce puisée nécessite de subir certains traitements définis par des normes de potabilité : ainsi, nous devons la débarrasser d'impuretés, de bactéries voire même de traces de minéraux trop fortes afin qu'elle devienne potable et qu'elle puisse donc être bue sans risque par l'homme. Pour réaliser ces traitements, la plupart des pays proposent un système de traitement et de distribution de l'eau collectif. Il y a différents types de traitements : d'une part, physico-chimiques avec l'utilisation de la décantation ou d'actions plus complexes telles que la coagulation et la floculation.

La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection des

produits chimiques, ici nous utilisons le sel d'alumine, le chlorure ferrique et la chaux. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on pourra facilement éliminer par décantation.

L'objectif général de notre travail est de voir l'influence des coagulants (mentionnés ci-dessus) utilisés à la station de traitement de l'eau potable (SEAAL) de Boudouaou et ensuite étudier leurs influences sur l'efficacité de la décantation ce qui nous permettrait de faire une approche très sérieuse sur le temps de décantation et par voie de conséquence la vitesse de décantation et son influence sur le débit et le rendement de cette opération.

Le chapitre I présente les étapes de traitement des eaux potables au niveau de centre de Boudouaou,

Le chapitre II a été réservé pour interpréter les résultats expérimentaux enregistrés, et pour l'exploitation de l'influence des paramètres mesurés sur la coagulation-floculation.

Le chapitre III traite de la décantation et des processus de cette étape, et l'importance de la décantation dans le traitement de l'eau potable et comment faire cette étape.

Le chapitre IV a été réservé pour interpréter les résultats expérimentaux enregistrés, et pour l'exploitation de l'influence des types de coagulants sur l'efficacité de la décantation.

Et enfin, une conclusion est donnée pour résumer le fruit de notre travail.

Chapitre I

Les traitements de l'eau potable

I.1. Généralité

Les ressources en eau se raréfient et leurs traitements deviennent de plus difficiles et coûteux. Les maladies, l'insalubrité et bien d'autres maux freinent la marche rigoureuse vers le développement.

Ce chapitre a pour but de montrer comment l'agencement de "chaînes de traitement", combinant plusieurs technologies, permet de traiter les eaux douces les plus difficiles en vue de les rendre potables.

I.2. L'objectif de traitement

L'objectif premier du traitement est de traiter l'eau et de fournir aux consommateurs une eau ne présentant aucun risque pour la santé humaine.

I.3. Les normes physico-chimiques de potabilité

Les normes de l'OMS internationales relatives à la potabilité de l'eau sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau N°1 : Les normes physico-chimiques de potabilité

Paramètre	Expression des résultats	Norme
Température	°C	12
Ph	/	7.00 à 8.5
Turbidité	NTU	5
Conductivité	US/cm	400
Dureté	MG de CaCo3/l	100
Bicarbonates	Mg/l	30
Calcium	Mg/l	200
Magnésium	Mg/l	150
Sodium	Mg/l	20
Potassium	Mg/l	10
Manganèse	Mg/l	0.5
Fer	Mg/l	0.3
Ammonium	Mg/l	0.5
Sulfate	Mg/l	200
Nitrite	Mg/l	0.1
Phosphore	Mg/l	0.5
Chlorure	Mg/l	200
Nitrate	Mg/l	50
Matière dissoute	Mg/l	500
Matière organiques	Mg/l	2

I.4. Les procède de traitement

L'eau brute captée en milieu naturel n'est pas toujours potable. Elle doit alors être acheminée par des canalisations jusqu'à une spécialisée dans le traitement de l'eau, qui la rend « potable » c'est-à-dire consommable sans risque, elle subit donc plusieurs traitements.

I.5. Les différentes étapes de traitement dans la station de Boudouaou

L'eau subit une chaîne de traitement et un contrôle quotidien à l'entrée et à la sortie de la station avant d'être distribué à la consommation.

Par ces étapes :

I.5.1. Aération

C'est une opération qui effectuée presque au niveau de toutes les étapes de traitement de l'ouvrage d'arriver jusqu'aux filets. L'eau est aérée pour oxyder les ions ferreux, éliminer le CO₂ et augmenter la teneur en oxygène afin de rendre l'eau agréable boire.



I.5.2. Pré chloration

La protection des conditions d'eau brute nécessite un prétraitement par la chlore (eau de javel) pour chlorer les eaux. Cette opération est effectuée dans la chambre de mélange pour

éliminer les micro-organismes, les algues, améliorer la floculation, et diminuer la couleur d'eau.

On peut aussi injecter le KMnO_4 pour faire baisser le PH.

I.5.3. Oxydation au (KMnO_4)

Le permanganate est un dérivé oxygène de manganèse ay degré d'oxydation. Il est anionique, utilisé sous forme de sel de potassium de formule KMnO_4 .

Ce réactif, relativement coûteux, est surtout utilisé en prétraitement pour l'élimination du manganèse en solution dans l'eau. Son action est plus efficace que celle du chlore. Il oxyde également le fer si celui-ci est présent.

Le permanganate a été utilisé, dans quelques cas, en pré-oxydation d'eau de surface pour l'élimination des MO; mais les difficultés d'adaptation de la dose conduisent à un risque de présence de manganèse soluble (eau rose en cas d'excès de KMnO_4).

Ce composé est d'autant plus soluble dans la température est élève dans le domaine de traitement d'eaux naturelles ; il donne lieu à deux réaction principalement selon le PH du milieu :

- **Au milieu acide :**



- **Au milieu neutre et alcalin :**



I.5.4. Adsorption au charbon actif poudre (C.A.P)

Le charbon actif fait partie d'une gamme de substances présente une très grande porosité et une surface spécifique important de l'ordre de 500 à 1500 m^2 par gramme de charbon. Ces

quantités confèrent au charbon actif un grand pouvoir d'adsorption. Ce processus physico-chimique est utilisé dans les filières d'eau potable pour fixer les substances impossibles à éliminer par un traitement classique. [2]

Le charbon actif est particulièrement efficace pour l'élimination des polluants organiques dissous, comme les détergents, les colorants solubles, les solvants chlorés, les phénols, les goûts et les odeurs. [3]

I.5.5. Acidification par H_2SO_4

Injection de l'acide sulfurique (H_2SO_4) pour régler le PH de l'eau brute afin d'avoir un bon coagulation-floculation.

I.5.6. Coagulation – Floculation

La turbidité d'une eau est principalement causée des particules très petites. Dites particules colloïdales.

Ces particules qui peuvent rester en suspension d'ans l'eau durant de très longues périodes, peuvent traverser un filtre fin.

✓ Coagulation

La coagulation consiste à introduire dans l'eau un produit appelé coagulant peuvent neutraliser les colloïdes et donner naissance a des floes permettant ainsi la précipitions des matières colloïdales et les substances chimique issues de la réaction chimique du coagulant avec les bicarbonates et les résidus de MES.

- La sulfate d'alumine $AL_2(SO_4)_3, 14H_2O$.
- Le chlorure ferrique $FeCl_3$.
- La chaux $Ca(OH)_2$.
- Le sulfate ferrique $AlCl_3$.
- Le sulfate ferreux $FeSO_4$.
- Le chlorure d'aluminium $AlCl_3$.

Le coagulant résulte d'un compromis entre son efficacité pour réduire la turbidité et l'abattement des matières organiques.

Le coagulant utilisé dans la station de traitement de Boudouaou est le sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3$.

✓ La floculation :

Après avoir été déstabilisées les colloïdales, ont tendance à s'agglomérer lorsqu'elles entrant en contact les unes avec les autres. Le taux d'agglomération des particules dépend de la probabilité des contacts et de l'efficacité de ces derniers.

La floculation justement a pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules.

Elle est de plus améliorée par l'ajout de réactif appelé adjuvant de floculation, tel que : les floculats synthétique ou poly électrolytes. [4]

I.5.7. La décantation

La décantation est opération physique ; qui réalise la séparation gravitaire des matières insoluble, elle a pour but d'éliminer les floes de coagulation-floculation.

I.5.8. La filtration

La filtration est un procédé permettant la séparation solide-liquide qui se fait sur un milieu poreux (sable) ; ou les importés sans arrêtes en profondeur.

La station de traitement de Boudouaou comporte seize filtres, ces derniers se composant de :

- Matériaux filtrant qui le sable.
- Conduite ou sort l'eau filtrée, et d'où arrivent les eaux de lavage aussi :
- Bosselures d'où sort l'eau filtrée, et d'où arrivent l'eau et l'air pendant le lavage de filtre.
- Goulottes de lavage.

La filtration permettant d'améliorer la qualité des eaux issues de la décantation, essentiellement la turbidité (obtention de turbidité inférieure à 5). [5]

I.5.9. Désinfection

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

ainsi l'eau durant tout son transport au consommateur contre toute possibilité de réinfection ou développement bactérien. Il peut subsister dans l'eau quelques germes banals, car la désinfection n'est pas une stérilisation (stérilisation destruction de tous les germes présents dans un milieu).

La désinfection des eaux comporte deux étapes importantes, correspondant à deux effets différents d'un désinfectant donné.

- **Effet bactéricide**: capacité de détruire les germes en une étape donnée du traitement.
- **Effet rémanent** : c'est un effet du désinfectant qui se maintient dans le réseau de distribution et qui permet de garantir la qualité bactériologique de l'eau. C'est à la fois un effet bactériostatique contre les reviviscences bactériennes et un effet bactéricide contre des pollutions faibles et ponctuelles survenant dans le réseau.

Le tableau suivant rappelle les qualités de chacun des désinfectants utilisés.

	O ₃	Cl ₂	ClO ₂	Chloramines	UV
Effet bactéricide	+++	++	++	+	++
Effet rémanent	0	+	+	++	0

I.5.10. Neutralisation, correction du PH

C'est l'étape finale du traitement, elle a pour but d'obtenir une eau équilibrée ; puisque le PH de l'eau diminue pendant les traitements de clarification.

Les substances communément utilisées pour UN élevé le PH d'une eau de consommation sont : la chaux, les bicarbonates, le sodium, le carbonate de sodium et la soude caustique.

Chapitre II

Coagulation-Floculation

II.1. Coagulation-Floculation

II.1.1. Généralité

L'étude expérimentale de la coagulation-floculation a pour but de déterminer le choix d'un réactif et les concentrations optimales nécessaire à une réduction maximale de la turbidité de l'eau de rejet après une simple décantation.

Une étude comparative entre deux sels métalliques, à savoir le sulfate d'aluminium, le chlorure ferrique et la chaux est présentée.

Des adjuvants de floculation de diverses natures ont été associés aux sels métalliques afin d'améliorer le rendement de réduction de la turbidité des eaux de rejet.

Afin de satisfaire cet objectif, on a choisi le jar-test comme technique expérimental. Le contrôle du degré de clarification de l'eau a été fait à l'aide d'un turbidimètre, afin de nous permettre le suivi du processus de clarification de l'eau.

II.1.2. But de coagulation-floculation

L'opération de coagulation-floculation a pour but la l'agglomération des particules (qui sont essentiellement colloïdales) par déstabilisation des particules en suspension puis formation de floes par absorption et agrégation. Les floes ainsi formés seront décantés et filtrés par la suite [6], comme le montre le schéma ci-dessous

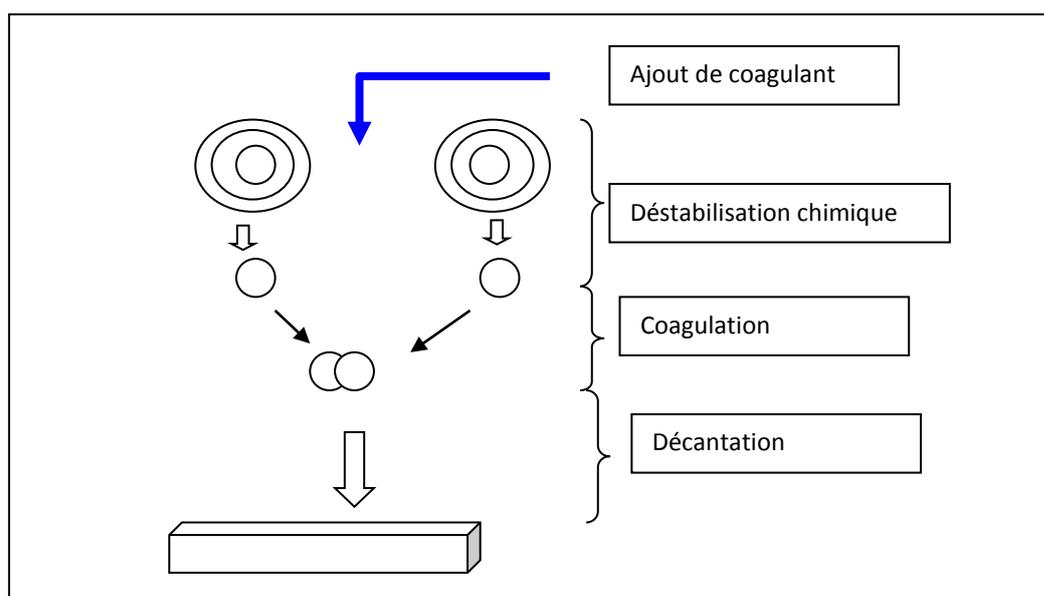


Figure N°1 : schéma de coagulation-floculation

II.2.1. La coagulation

Les particules colloïdales en solution sont « naturellement » chargées négativement. Ainsi, elles tendent à se repousser mutuellement et restent en suspension. On dit qu'il y a stabilisation des particules dans la solution. La coagulation consiste dans la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives. On utilise, pour ce faire, des réactifs chimiques nommés coagulants. Le procédé nécessite une agitation importante. Les coagulations sont des produits capables de neutraliser les charges des colloïdes présents dans l'eau. [7]

II.2.1.1. Choix des coagulants

Il est basée sur :

- ✓ Large disponibilité.
- ✓ Utilisation répandue dans le domaine de traitement des eaux.
- ✓ Coût des réactifs.
- ✓ Bonne efficacité de coagulation. [8]

II.2.1.2. LES PARTICULES EN SUSPENSION

Les matières existantes dans l'eau peuvent se présenter sous les trois groupes suivants :

- 1- les matières en suspension qui regroupe les plus grosses particules, ces matières sont d'origine minérale ou organique et possèdent un diamètre supérieur à 1 μ m. leur temps requis pour décanter d'un mètre varie de quelques dixièmes de secondes à plusieurs jours selon leur diamètre et leur densité ;
- 2- les matières colloïdales sont des MES de même origine mais de diamètre inférieur à 1micron. Leur vitesse de décantation est pratiquement nulle. Les matières colloïdales d'origine minérale ont une densité relative de l'ordre 2.65 alors que celles d'origine organique ont une densité relative beaucoup plus faible, soit de l'ordre de 1,1. Les particules colloïdales de faible densité peuvent nécessiter théoriquement jusqu'à 66600 années pour décanter de un mètre ;
- 3- les matières dissoutes, sont généralement des cations ou anions de quelques nanomètres de diamètre. [9]

II.2.1.3. Les facteurs influençant la coagulation

Le choix du coagulant peut varier avec la température et la saison. Le sulfate d'aluminium, par exemple, est un coagulant utilisé pour une température d'eau supérieure à 10-12 °C. On peut rappeler également que plus un coagulant a de charges positives, plus son efficacité est grande. Par la suite, nous allons énumérer l'ensemble des paramètres influençant le bon fonctionnement du procédé de coagulation.

a) L'influence du paramètre pH

Le pH a une influence primordiale sur la coagulation. Il est d'ailleurs important de remarquer que l'ajout d'un coagulant modifie souvent le pH de l'eau. Cette variation est à prendre en compte afin de ne pas sortir de la plage optimale de précipitation du coagulant. La plage du pH optimal est la plage à l'intérieur de laquelle la coagulation a lieu suffisamment rapidement. En effet, une coagulation réalisée à un pH non optimal peut entraîner une augmentation significative du temps de coagulation. En général, le temps de coagulation est compris entre 15 secondes et 3 minutes. Le pH a également une influence sur l'élimination des matières organiques. [10]

b) L'influence de la dose de coagulant

La dose de réactif est un paramètre à prendre en compte. Le coagulant qui est habituellement fortement acide a tendance à abaisser le pH de l'eau. Pour se placer au pH optimal, il est possible d'ajouter un acide ou une base. Une dose de coagulant excessive entraîne une augmentation du coût d'exploitation, tandis qu'un dosage insuffisant conduit à une qualité de l'eau traitée insuffisante. La quantité de réactifs ne peut pas se déterminer facilement. Des théories ont été élaborées sur les charges électriques nécessaires pour déstabiliser les colloïdes et on a mesuré un potentiel, appelé potentiel Zeta, à partir duquel apparaît un floc. (Figure 3)

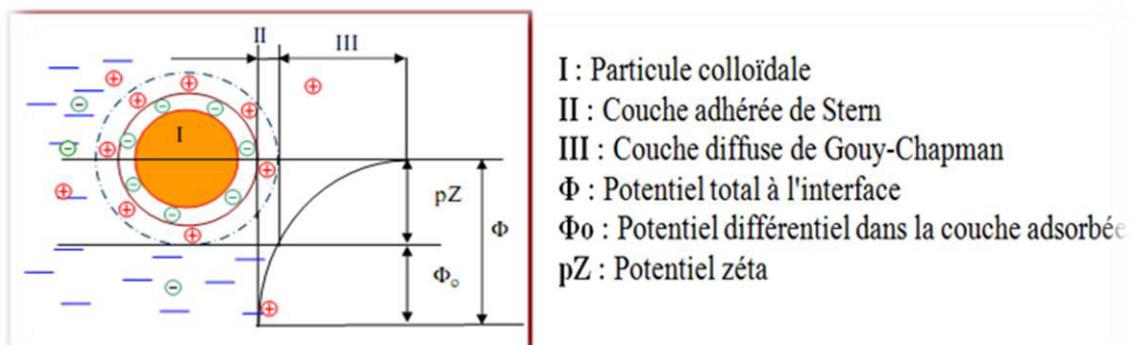


Figure 2 : Potentiel électrique de particules

La difficulté principale est de déterminer la quantité optimale de réactif à injecter en fonction des caractéristiques de l'eau brute. A l'heure actuelle, il n'existe pas de modèle de connaissance simple qui permet de déterminer le taux de coagulant en fonction des différentes variables affectant le procédé. La détermination du taux de coagulant est effectuée par analyse hors ligne au laboratoire tous les jours, à l'aide d'un essai expérimental appelé « Jar-test » (Figure 1). Cet essai consiste à mettre des doses croissantes de coagulant dans des récipients contenant la même eau brute. Après quelques instants, on procède sur l'eau décantée à toutes les mesures utiles de qualité de l'eau. La dose optimale est donc déterminée en fonction de la qualité des différentes eaux comparées.

L'inconvénient de cette méthode est de nécessiter l'intervention d'un opérateur. On voit ici tout l'intérêt de disposer à l'avenir d'un moyen automatique pour effectuer cette détermination.

c) L'influence de la température

La température joue un rôle important. En effet, une température basse, entraînant une augmentation de la viscosité de l'eau, crée une série de difficultés dans le déroulement du processus : la coagulation et la décantation du floc sont ralenties et la plage du pH optimal diminue. Pour éviter ces difficultés, une solution consiste à changer de coagulant en fonction des saisons. [12]

d) L'influence de la turbidité

La turbidité est, elle aussi, un paramètre influant sur le bon fonctionnement du procédé de coagulation. Dans une certaine plage de turbidité, l'augmentation de la concentration en particules doit être suivie d'une augmentation de la dose de coagulant. 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. Enfin, pour grossir et alourdir le floc, on ajoute un adjuvant de floculation.

e) Influence de vitesses et temps d'agitation

Le processus de coagulation floculation se déroule généralement en deux étapes :
La première étape c'est l'agitation énergique rapide de courte durée (2 minutes au maximum). Elle a pour but de favoriser la dispersion et l'homogénéisation des produits injectés dans la totalité du volume d'eau à traiter ; mais une agitation intense peut empêcher l'agrégation des particules.

La deuxième étape c'est l'agitation lente (30à60min) et elle a pour but de provoquer les contacts entre les particules pour former des floes décantables. [13]

Les agitateurs se distinguent par :

- le type de flux qu'ils génèrent dans le matériau agité ;
- l'application tributaire de la vitesse ;
- les diverses formes pour différentes viscosités.

Nous distinguons les types d'agitateurs :

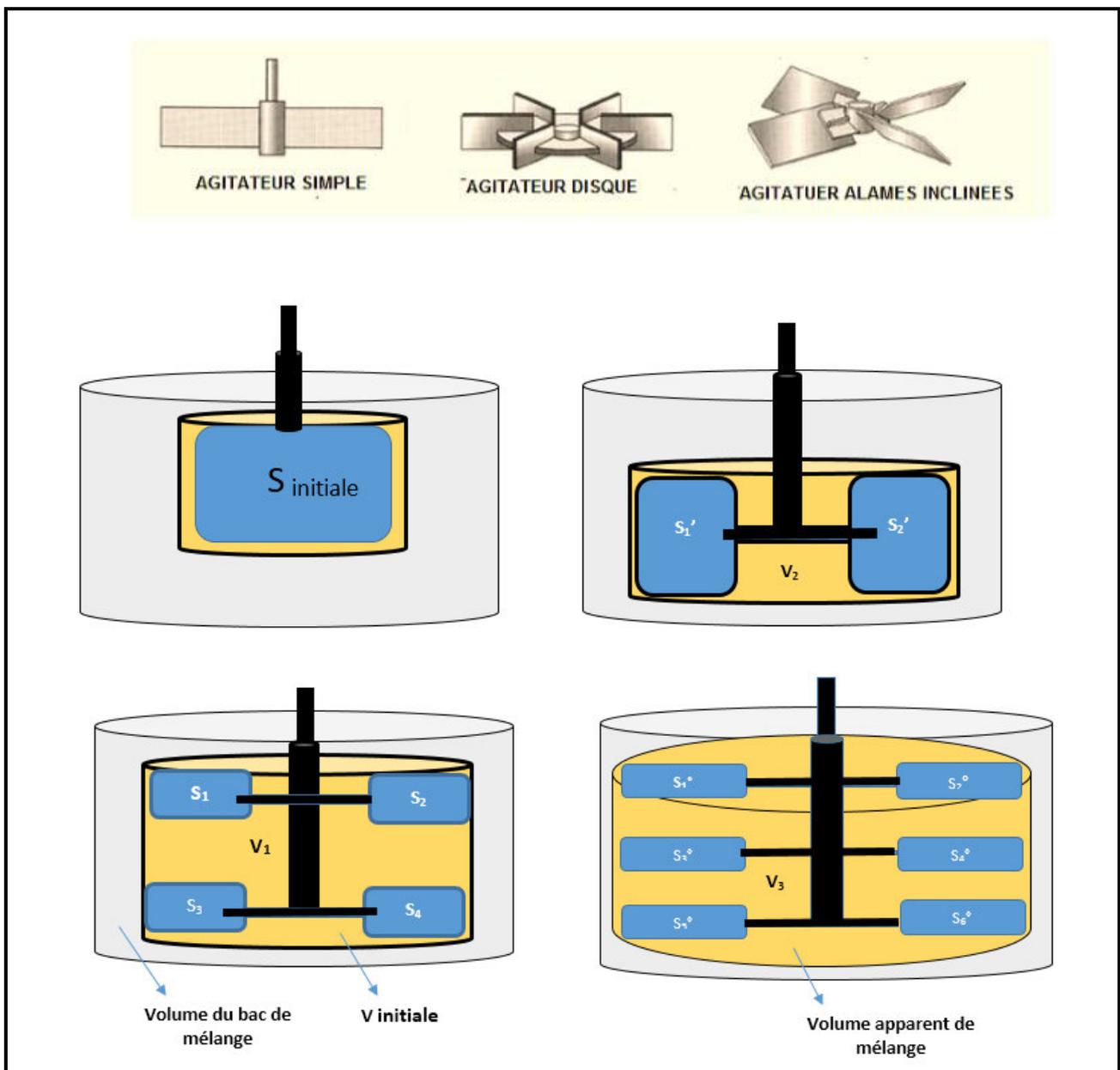


Figure N°3 : les types d'agitateurs

Remarque :

$$S \text{ initiale} = S_1 + S_2 = S_1' + S_2' = S_1^\circ + S_2^\circ + S_3^\circ + S_4^\circ + S_5^\circ + S_6^\circ$$

Le volume apparent de mélange passe de 40% à 80% en fonction des agitateurs (voir schéma au-dessus) dans le volume du bac de mélange

f) L'influence de la minéralisation

Les sels contenus dans une eau exercent les influences suivantes sur la coagulation et la floculation :

- ❖ Modification de la plage de pH optimale ;
- ❖ Modification du temps requis pour la floculation ;
- ❖ Modification de la quantité de coagulant requis ;
- ❖ Modification de la quantité résiduelle de coagulant dans l'effluent. [11]

g) L'influence de la couleur

Des études ont révélé que 90% des particules responsables de la couleur avaient de diamètre supérieur à 3.5 nm ; ces particules sont des particules colloïdales les beaucoup plus petites que les particules responsables de la turbidité.

La plupart des particules responsables de la couleur initiale ; pour un pH optimal, la couleur résiduelle décroît proportionnellement avec l'augmentation de la quantité de coagulant utilisée. Le pH optimal pour l'élimination de la couleur varie entre 4 et 6. [11]

II.3. La floculation

II.3.1. Définition

La floculation qui peut se définir par la formation de floes de colloïdes met en jeu plusieurs phénomènes. Ces phénomènes s'inscrivent dans la continuité des voies des coagulations de Tardat-Henry.

Après avoir déstabilisé les particules colloïdales par ajout d'un coagulant soit par compression de la double-couche, soit par adsorption, la floculation, quant à elle, va permettre l'agglomération des particules préalablement « déchargées » en microflocs puis en flocons décantables.

La voie majoritaire de formation du floc sera la formation d'un précipité d'hydroxyde d'aluminium $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Cette agglomération est de plus facilitée par un phénomène de transport : l'agitation thermique (floculation péricinétique) et l'agitation mécanique de l'eau (floculation orthocinétique). [9]

- ✓ **La floculation péricinétique** liée à la diffusion brownienne (agitation thermique). La vitesse de floculation ou variation du nombre de particules au cours du temps est donnée par :

$$\frac{dn}{dt} = \alpha \frac{4 K T}{3 \eta} n^2$$

n : Nombre de particules par unité de volume

a : Fraction des chocs efficaces

k : Constante de Boltzmann

T : Température absolue

? : Viscosité dynamique

d : Diamètre de la particule.

Cette floculation n'intervient que pour de petites particules dont la taille est inférieure à 1 micron. Elle favorise la formation du microfloc.

- ✓ **La floculation orthocinétique** est liée à l'énergie dissipée. L'efficacité de cette floculation qui permet d'obtenir le floc volumineux séparable est donnée par :

	Régime laminaire	Régime turbulent
$-\frac{dn}{dt}$	$\frac{1}{6} \alpha n^2 G^\circ d^3$	$K G^\circ n^2 d^3$

Le gradient de vitesse G° n'est définissable qu'en régime laminaire, comme la différence de vitesse entre deux veines liquides adjacentes dans le plan orthogonal à leur déplacement :

$$G^\circ = \frac{dV}{dz}$$

Dans la pratique, on utilise un gradient de vitesse G correspondant au régime turbulent. G est compris entre 60 et 100 m.s^{-1} .

II.3.2. Choix des flocculants

En règle générale la clarification des eaux résiduaires industrielles est meilleur par les flocculants anioniques [8], les quels sont influencés en terme d'efficacité par de nombreuses caractéristiques tel que, le pH, la conductivité électrique, la concentration et la granulométrie des particules solides en suspension.

II.3.3. Polymérisation puis adsorption par des espèces polymériques du coagulant

On croyait autrefois que seules les formes ioniques d' Al^{3+} s'adsorbaient puis se liaient à la surface du colloïde. De nombreuses recherches ont prouvé que les formes hydratées de l'aluminium avaient également un rôle important dans le processus de coagulation-floculation. En effet, à des pH acides, si la concentration du monomère $Al(H_2O)_5OH^+$ est suffisamment élevée, celui-ci a tendance à se polymériser en plus grosses molécules en établissant des doubles-ponts OH entre les deux atomes d'Al. Cette réaction se nomme l'olation.

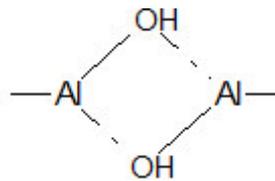


Figure N°4 : Illustration de la réaction d'olation.

On a ainsi formation d'espèce polymériques dont notamment $Al_2(OH)_2^{4+}$, $Al_3(OH)_4^{5+}$, $Al_4(OH)_6^{2+}$, $Al_6(OH)_{15}^{3+}$, $Al_{13}(OH)_{32}^{7+}$ jusqu'à $Al_{54}(OH)_{144}^{18+}$. Ces espèces fortement chargées peuvent jouer un rôle important lors de la coagulation. Dans un premier temps, elles vont neutraliser les colloïdes en augmentant de manière significative la force ionique du milieu. Dans un second temps, elles vont adsorber plusieurs colloïdes à leur surface en fonction de la disponibilité des groupes fonctionnels réactifs. Enfin, un même colloïde pouvant se faire adsorber « plusieurs » fois, on a ainsi formation du floc par pontage des polymères comme décrit sur le schéma ci-dessous.

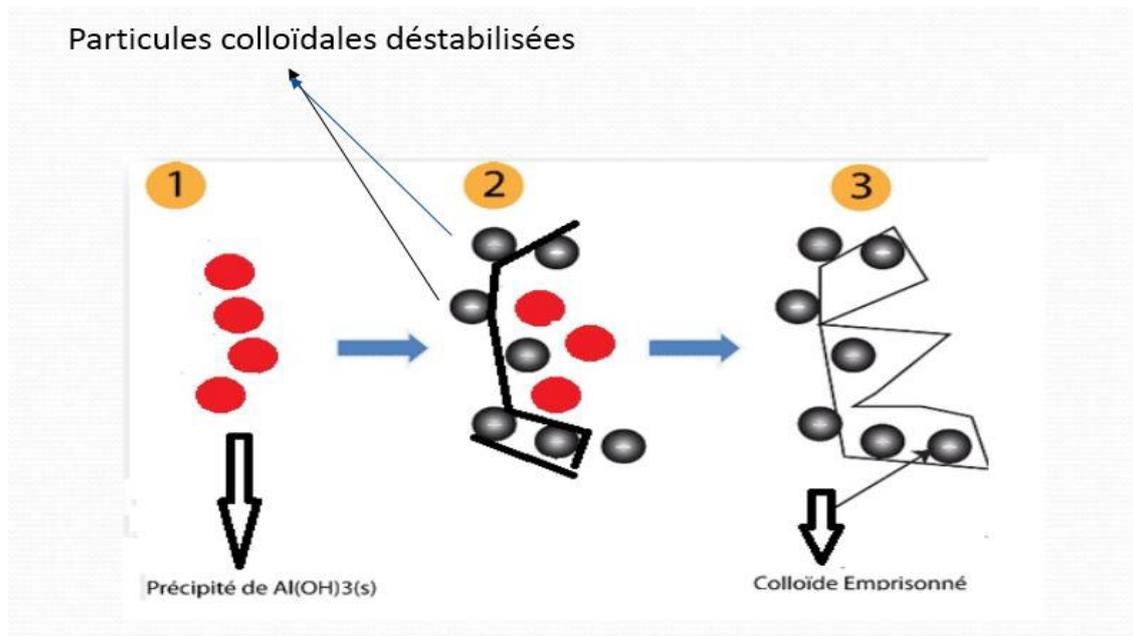


Figure N°5 : Illustration du phénomène de floculation par pontage par un polymère

C'est de ce phénomène qu'est venue l'idée de créer des polymères coagulants qui agissent comme agent de pontage.

Pour que la floculation soit efficace, il faut que les particules puissent se rencontrer afin de s'agglomérer en flocs de plus en plus gros. Deux phénomènes permettent de comprendre et de modéliser la probabilité de rencontre des flocs selon que l'on se trouve en présence de petits flocs (début de la floculation) ou de flocs déjà bien formés (fin de la floculation). On peut également ajouter un flocculant pour avoir une boue plus compacte et solide.

Chapitre III

La Décantation

III.1. Définition de la décantation

La décantation est la méthode la plus fréquente de séparation de MES et des colloïdes, mais ces derniers devront être préalablement rassemblés sous forme de floc après les étapes de coagulation-floculation

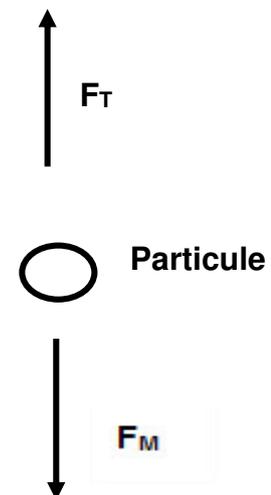
C'est un procédé utilisé pratiquement dans toutes les stations de traitement des eaux. Elle a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau.

III.2. Théorie

Lorsqu'une particule grenue est laissée dans un liquide au repos, elle est soumise à une force motrice de viscosité et d'inertie. [14]

$$F_L = \frac{C.S.\delta_f.v^2}{2} \quad (1)$$

$$F_M = ((\delta_s - \delta_f)gV) \quad (2)$$



C : coefficient de trainée.

v : vitesse de la particule.

V : volume du liquide.

S : surface de la particule.

δ_s , δ_f : Masse volumiques de la particule et du fluide.

III.3. Régime hydrauliques

La valeur de C, coefficient de traînée, est définie par la perturbation, elle-même fonction de la vitesse de chute. Cette perturbation est caractérisée par le nombre de Reynolds de grain défini par :

$$R_e = \frac{\delta_f \cdot v \cdot d}{\mu}$$

Ou :

R_e : Nombre de Reynolds.

μ : Viscosité dynamique du fluide.

d : Diamètre de la particule.

Le coefficient de traînée est donné par : $C = a R_e^n$ avec a et n constante.

R_e	Régime	A	N	C	Formule
$10^{-4} < R_e < 1$	Laminaire	24	1	$24 \cdot R_e^{-1}$	Stokes
$1 < R_e < 10^3$	Intermédiaire	18.5	0.6	$18.5 R_e^{-0.6}$	Allen
$10^3 < R_e < 2 \cdot 10^5$	Turbulent	0.44	0	0.44	Newton

Tableau N°2 : Différentes valeurs de a, n et C en fonction du nombre de Reynolds

III.2.1. Loi de stokes

Loi de stokes permet de définir la vitesse relative de chute d'une particule sphérique donnée dans un fluide (eau) :

$$V_s = \frac{d^2 g}{18\mu} \left(\frac{\delta_p}{\delta_f} - 1 \right)$$

Ou :

V_s : vitesse de stokes.

μ : Viscosité cinématique de fluide.

δ_p : Masse volumique de la particule.

δ_f : Masse volumique du fluide.

III.4. Condition de capture des particules

III.4.1. Décantation a flux horizontale

Soit un décanteur horizontal simple, on appelle

$S = L.l$ la surface utile du radier.

Les particules dont la vitesse de sédimentation est supérieure à la vitesse ascendante du liquide sont retenues.

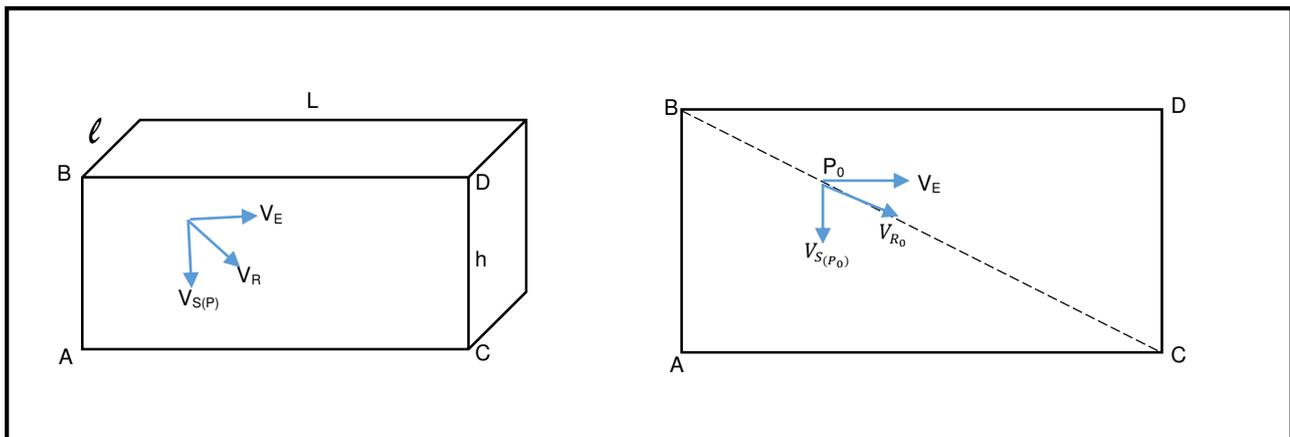


Figure N°6 : Décantation horizontale

III.4.2. Décantation a flux vertical

Dans le décanteur vertical simple, la vitesse de Hazen est égale à la vitesse ascensionnelle.

La vitesse ascensionnelle est la vitesse de circulation de l'eau vers le haut dans la partie supérieure cylindrique de l'ouvrage.

La chute d'une particule obéit donc au schéma de la (figure N°7). [15]

$$V_C = V_S - V_H$$

Avec

V_S : Vitesse de Stokes ou vitesse de chute théorique en statique.

V_H : Vitesse de Hazen dans l'ouvrage.

V_C : Vitesse de chute réelle.

Si $V_S > V_H \Rightarrow V_C$ Entraîne la particule vers le bas.

Si $V_S < V_H \Rightarrow V_C$ Entraîne la particule vers le haut.

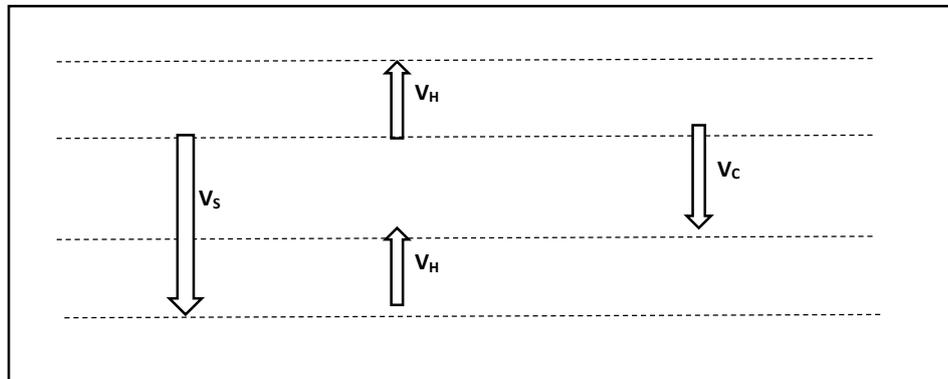


Figure N°7 : Décantation verticale.

III.5. Vitesse de Hazen

Une particule P est entraînée verticalement vers le fond du décanteur à la vitesse $V_{S(P)}$, vitesse de Stokes de la particule P dans l'eau.

La particule est également entraînée horizontalement par le courant d'eau (de débit Q), sous l'effet d'une vitesse d'écoulement V_E .

La vitesse résultante, notée V_R , dépend de $V_{S(P)}$ et de V_E ; si la droite qui porte cette vitesse V_R traverse le fond du décanteur avant son extrémité, la particule peut décanter.

$$V_{S(P)} = \frac{Q}{S}$$

L'expression Q/S , exprimée en m/h, a la dimension d'une vitesse.

On l'appelle vitesse de Hazen, notée en V_H . Elle représente l'efficacité intrinsèque d'un décanteur.

Plus la vitesse de Hazen V_H dans un décanteur est faible, plus un pourcentage élevé de particules présentes à l'entrée peut décanter. [14]

III.6. Types de décantation des particules

III.6.1. Décantation des particules des grenues

C'est le cas le plus simple, le seul facilement décrit par des équations.

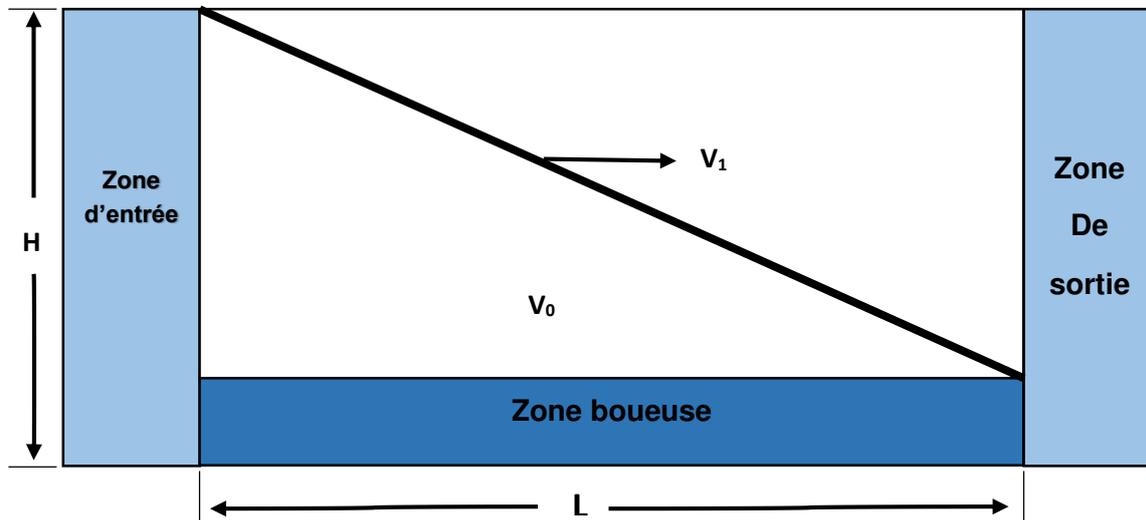


Figure N°8 : Décantation à flux horizontale (particules grenues).

III.6.2. Décantation des particules floculées

Lors de la décantation, la floculation se poursuit et la vitesse de sédimentation des particules V_0 augmente. Ce processus se produit dès que la concentration en matières floculées est supérieure à environ 50 mg/l.

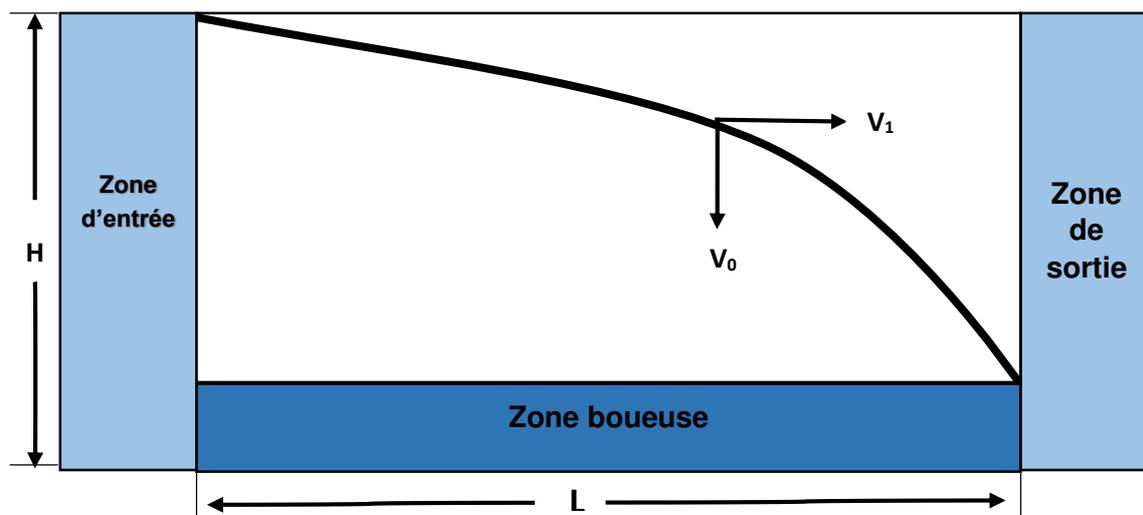


Figure N°9 : Décantation à flux horizontale (particules floculées).

III.6.3. Décantation en piston des particules floculées

Dès que la concentration en particules (floculées) devient importante, les interactions entre particules ne sont plus négligeables. La décantation est freinée. Les particules adhèrent entre elles et la masse décante en piston avec formation d'une interface nette entre les floccs et le liquide surnageant. [16]

Ce phénomène est caractéristique des boues activées et des suspensions chimiques floculées quand leur concentration est supérieure à environ 500mg/l.

Courbe de kynch : L'hypothèse fondamentale de Kynch (méthode graphique) est que la vitesse de chute d'une particule ne dépend que de la concentration locale « C » en particules

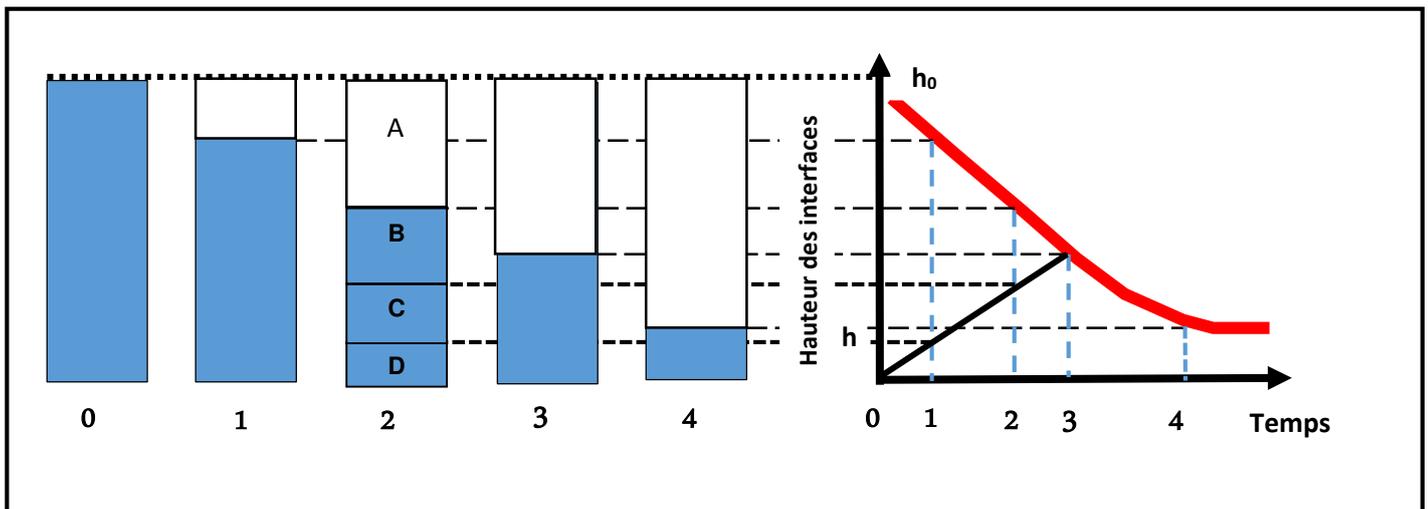


Figure N°10 : Courbe de kynch

A : zone de clarification où le liquide est clair.

B : zone de suspension homogène de même aspect que la solution de départ avec une interface A-B nette.

C : zone de transition (pas toujours observable).

D : zone d'épaississement des boues dont le niveau augmente rapidement avant de diminuer lentement.

À partir d'un certain état, les zones b et c disparaissent, c'est le point critique. L'évolution de la hauteur de l'interface a-b en fonction du temps, constitue **la courbe de Kynch**.

III.7. Décantation lamellaire

III.7.1. Principe

Pour les décanteurs à flux horizontal, la seule grandeur fondamentale est la surface horizontale S_H de l'ouvrage.

La décantation lamellaire consiste à multiplier dans un même ouvrage les surfaces de séparation eau-boue. Ainsi le positionnement de faisceaux lamellaires (tubes ou plaques parallèles) dans la zone de décantation crée un grand nombre de cellules élémentaires de séparation. Afin d'assurer l'évacuation des boues, il est nécessaire d'incliner les lamelles d'un angle par rapport à horizontale.

III.7.2. Types de décantation lamellaire

Trois types de décantation lamellaire existent :

- **Contre-courant** dans ce type de décanteur la boue et l'eau circulent en sens inverse.

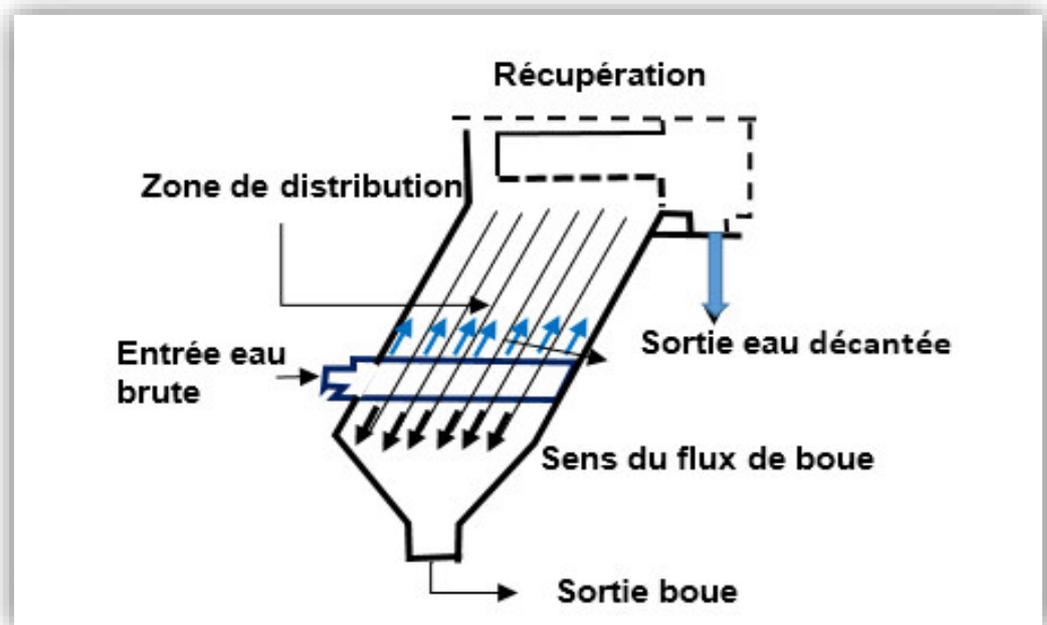


Figure N°11 : Décanteur à Contre-courant

- **Co-courant** dans ce type de décanteur la boue et l'eau circulent de haut en bas.

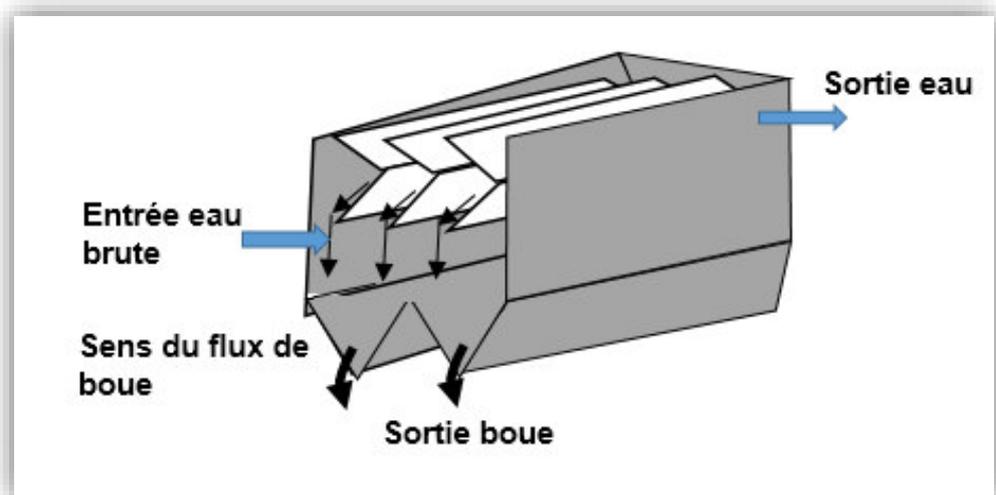


Figure N°12 : Décanteur à Co-courant

- **Courants croisés** dans ce type de décanteur la boue et l'eau circulent perpendiculairement).

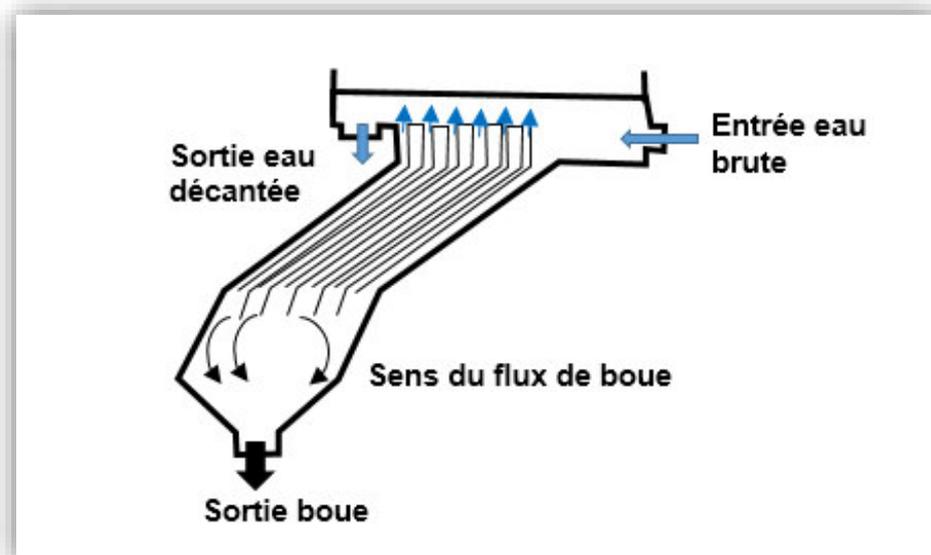


Figure N°13 : Décanteur à Courants croisés

III.7.3. Choix d'un équipement

Bien qu'il s'agisse fondamentalement d'équipements voisins adaptés à une fonction précise, il paraît nécessaire de distinguer les décanteurs de matières en suspension, ultrafines et diluées, dont la concentration s'exprime en mg/l, et les décanteurs de matières d'origine essentiellement minérale, dont la concentration s'exprime en g/l. dans les deux cas, les équipements font appel à la sédimentation des solides dans l'eau.

III.7.4. Décanteurs de suspensions diluées ultrafines

Ces appareils sont utilisés principalement dans le traitement des eaux usées, domestique ou industrielles, et des eaux potables, dont les composés sont :

- Des matières minérales (sable, limons, argiles...) ou organiques (acides humiques ou fulviques résultant de la matière organique, microorganismes). Ces substances sont responsables de la turbidité et de la couleur, et leur dimension est supérieure au micromètre ;
- Des matières colloïdales de même origine que les précédentes, mais d'une taille inférieure au micromètre. Elles sont également génératrices de turbidité et de couleur ;
- Des matières dissoutes, de dimensions inférieures à quelques nanomètres et qui nécessitent un traitement spécifique suivant leurs espèces (oxydation, précipitation, coagulation-floculation).

En clarification, deux techniques principales sont mises en œuvre : la décantation statique et la décantation accélérée.

III.7.5. Décantation statique

La décantation statique est employée dès que les volumes horaires concernés sont importants (des centaines ou des milliers de m³/h) avec des particules solides en faible concentration, possédant une vitesse de sédimentation élevée. On peut en outre procéder tout d'abord à une décantation statique puis affiner le traitement par centrifugation des boues ainsi obtenues.

Ces décanteurs sont soumis aux mêmes difficultés que les décanteurs à contact de boues en ce qui concerne la floculation.

On en distingue trois types :

- le décanteur statique sans raclage, dont la surface de décantation en m² est égale à 1 à 2 fois le débit en m³/h. Les boues y sont collectées gravitairement. Ils sont à flux vertical pour de petits débits (inférieurs à 20 m³/h), à flux horizontal lorsque le volume de boues à décanter est faible.
- le décanteur statique à raclage mécanique, dont le débit peut atteindre 300 000 m³/j. La collecte gravitaire n'étant plus possible du fait de la surface importante du bassin, les boues sont prélevées par un pont racleur ou une chaîne racleuse (décanteur circulaire ou rectangulaire).
- le décanteur à succion de boues, qui extrait les boues par un système en dépression. 50 à 100% du débit des boues traitées est recyclé.

En sortie, les boues subissent la même valorisation que pour les décanteurs à contact de boues (séchage, épandage).

III.7.6. Décantation accélérée

La décantation accélérée est particulièrement utilisée dans le traitement des eaux destinées à la consommation humaine, ou en prétraitement avant un traitement poussé pour certaines eaux industrielles. Elle est appliquée à des suspensions diluées (quelques milligrammes à quelques centaines de milligrammes par litre). Les solides en suspension sont généralement très divisés et demandent un prétraitement par coagulation-floculation.

La plupart des appareils assurent tout ou partie de l'opération de coagulation-floculation soit parce que celle-ci est assurée in situ, comme dans le cas des décanteurs à lit de boues, comme dans le cas des décanteurs lamellaires à plaques ou à tubes. [17]

III.7.6.1. Décanteurs à lit de boues

Le principe de ces appareils vise à favoriser la formation de particules plus grosses, qui décantent plus rapidement, en mélangeant des boues déjà décantées à la suspension à décanter, préalablement conditionnée avec un coagulant et éventuellement un floculant.

$$Q_{\text{te Boues}}_{\text{extraite}} = Q \cdot [C_i - C_f] \cdot R$$

Q : débit en m³/h

C_i : concentration initiale eau brute en gr/l

C_f : concentration finale, après décantation en gr/l

R : rendement de la décantation en %

Le rendement réel de la décantation englobe la boue issue des particules ayant une vitesse de chute inférieure ou égale à V_p, toutefois une certaine proportion ou fraction de boue dont les vitesses sont supérieures à V_p vont chuter dans le rapport H₀/H

Lorsque la suspension présente toute une gamme de dimensions, le total éliminé peut être obtenu par intégration graphique, selon la relation suivante :

$$R = (1 - f_0) + \frac{1}{V_0} \times \int_0^{C_0} V \times dC$$

Où f₀ est la fraction de particules ayant une vitesse de sédimentation inférieure ou égale à V₀.

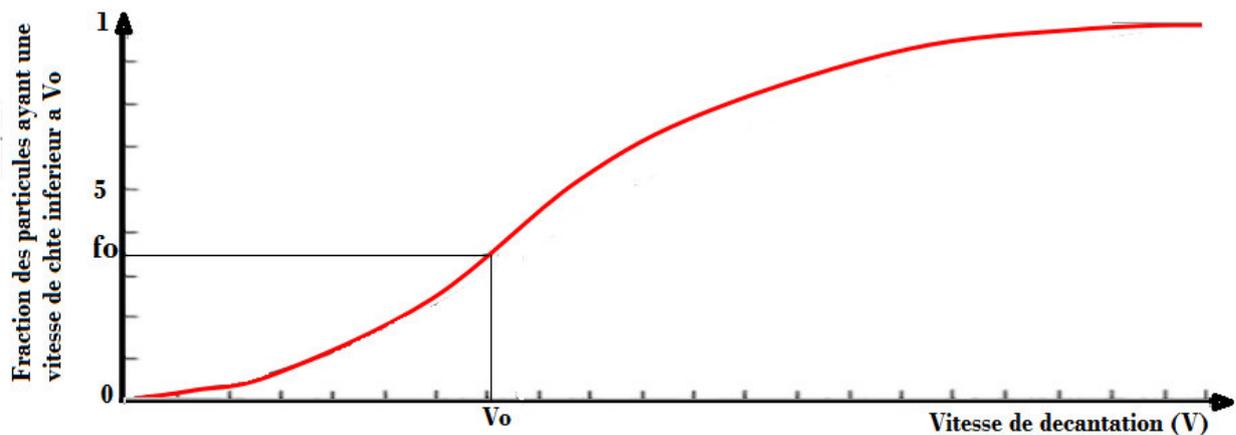


Figure 14 : Distribution des vitesses de décantation

Chapitre IV

Partie expérimentale

IV.1. Etude de la coagulation-Floculation

IV .1.1. Caractéristique de l'eau brute

Analyse	Valeur
Turbidité (NTU)	8.27
pH	8.37
Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	1203
T ($^{\circ}\text{C}$)	15.5
TAC	21

IV .1.2. Détermination des dose optimale de coagulant-floculant

IV .1.2.1. Cas de sulfate d'alumine

a) Détermination de la dose optimale de coagulant

Conditions opératoires

- pH (eau brute) = 7.8
- vitesse d'agitation 180 tours par minutes pendant 2 minutes puis 40 tours par minutes pendant 18 minutes

Tableau N°3 : détermination de la dose optimale de coagulant

N° de bécher		1	2	3	4	5	6
Dose de sulfate d'alumine	(mg/l)	50	60	70	80	90	100
Turbidité)	(NTU)	2.55	2.16	1.51	2.00	2.19	2.65
pH		7.50	7.28	7.22	1.16	7.09	7.09
Conductivité	(ms/cm)	1237	1233	1241	1237	1228	1237
Température	($^{\circ}\text{C}$)	15.4	15.3	15.3	15.1	15.2	15.2

On constate que la dose optimale est de : **70 mg/l**, a **pH = 7.8** et des dose augmenté de coagulant (sulfate d'alumine) de **50 à 100 mg/l**.

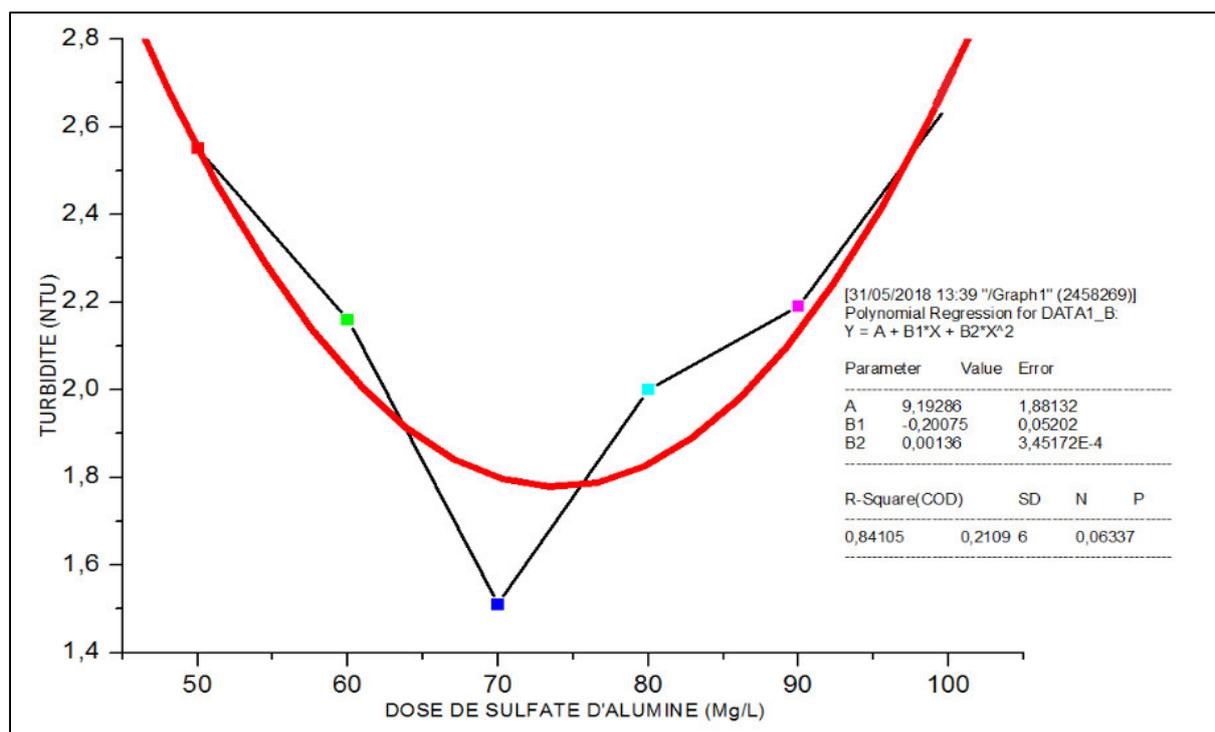


Figure N°15 : Elimination la turbidité au niveau de décanteur

b) Détermination de la dose optimal de flocculant

Condition opératoire

- pH = 7.22
- la dose de sulfate d'alumine 70 mg/l
- vitesse d'agitation 180 tours par minute pendant 2 min puis 40 tours par minutes pondant 20 minutes

Tableau N°4 : détermination de la dose optimale de flocculant

N° de bécher		1	2	3	4	5	6
Dose de sulfate d'alumine	(mg/l)	70					
Dose de polymère	(mg/l)	0.025	0.05	0.075	0.100	0.125	0.150
Turbidité	(NTU)	1.20	1.14	1.37	1.40	1.21	1.33
pH		7.32	7.31	7.23	7.20	7.19	7.18
Température	(c°)	16.4	16.3	16.3	16.2	16.2	16.3

On constate que la dose optimale est de : 0.05 mg/l, à pH égale 7.22, et concentration 70 mg/l de coagulant sulfate d'alumine

Interprétation

La détermination de la dose optimale de coagulant est en fonction de pH car il est le facteur le plus important dans le processus de coagulation-floculation.

IV.1.2.2.Cas de chlorure ferrique

a) Détermination de la dose optimale de coagulant

Condition opératoire

- pH (eau brute) = 8.36
- vitesse d'agitation 180 tours par minutes pendant 2 minutes puis 40 tours par minutes pendant 18 minutes

Tableau N°5 : détermination de la dose optimale de coagulant

N° de bécher		1	2	3	4	5	6
Dose de chlorure ferrique	(mg/l)	5	10	15	20	25	30
Turbidité	(NTU)	4.17	3.32	2.53	2.05	1.91	2.20
pH		8.33	8.21	8.12	7.99	7.97	7.92
Conductivité	(ms/cm)	1217	1224	1224	1227	1227	1223
Température	(c�)	16.6	16.6	16.6	16.5	16.4	16.4

On constate que la dose optimale est de : **25 mg/l**, a Ph=8.36 et des doses de coagulant (chlorure ferrique) de 5   30 mg/l.

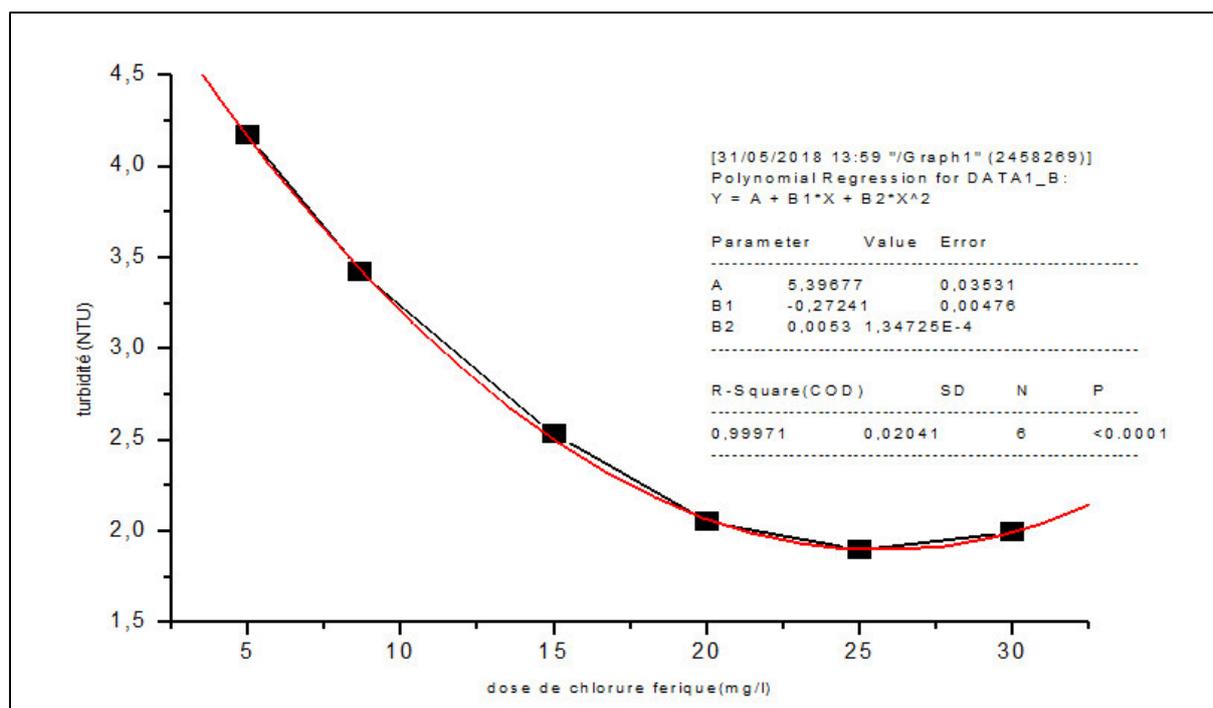


Figure N°16 : Elimination la turbidité au niveau de décanteur

b) Détermination de la dose optimal de flocculant

Condition opératoire

- pH = 7.97
- la dose de chlorure ferrique 25 mg/l
- vitesse d'agitation 180 tours par minute pendant 2 min puis 40 tours par minutes pondant 20 minutes

Tableau N°6 : détermination de la dose optimale de flocculant

N° de bécher		1	2	3	4	5	6
Dose de chlorure ferrique	(mg/l)	25					
Dose de polymère	(mg/l)	0.025	0.05	0.075	0.100	0.125	0.150
Turbidité	(NTU)	4.10	2.48	2.8	3.93	2.75	2.98
pH		7.92	7.91	7.90	7.90	7.90	7.89
Température	(c°)	17.0	17.1	17.1	17.2	17.0	17.2

On constate que la dose optimale est de : 0.05 mg/l à Ph=7.97 et a concentration 25 mg/l de coagulant chlorure ferrique.

IV .1.2.3.Cas de la chaux

a) Détermination de la dose optimale de coagulant

Dose de chaux

- **TH-TAC positif:** la dose théorique de chaux nécessaire pour obtenir la précipitation optimale du seul carbonate de calcium est:

$$\text{CaO} : 5,6 (\text{TAC} + \text{C}) \text{ g.m}^{-3}$$

Ou

$$\text{Ca(OH)}_2 : 7,4 (\text{TAC} + \text{C}) \text{ g.m}^{-3}$$

Si on doit précipiter à la fois le carbonate de calcium et la magnésie, le **TMg étant supérieur à TH-TAC** (titre $\text{Mg(CO}_3\text{H)}_2 = \text{TAC} - \text{TCa}$)

$$\text{CaO} : 5,6 (2 \text{ TAC} - \text{TCa} + \text{C}) \text{ g.m}^{-3}$$

Ou

$$\text{Ca(OH)}_2 : 7,4 (2 \text{ TAC} - \text{TCa} + \text{C}) \text{ g.m}^{-3}$$

- **TH-TAC négatif:** ceci concerne les eaux bicarbonatées sodiques. On peut toujours obtenir une bonne précipitation du calcium et du magnésium en calculant la chaux sur $\text{TAC} + \text{TMg} + \text{C}$, mais on produira ainsi une eau chargée en carbonate de sodium et en soude caustique, et on peut avoir intérêt à employer une dose plus faible. [18]

Résultats des manipulations :

$$\text{TH} = 42.8 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\text{TAC} = 39.2 \text{ }^\circ\text{F} = 478.24 \text{ mg/l}$$

$$\text{C (concentrations de } \text{CO}_2) = 0.63 \text{ méq/l} = 13.86 \text{ mg/l}$$

TH - TAC est positif donc :

$$\text{Ca(OH)}_2 = 7,4 (\text{TAC} + \text{C}) \text{ g.m}^{-3}$$

$$\text{Ca(OH)}_2 = 8 (478.24 + 13.86) = 3936.8 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ca(OH)}_2 = 3.93 \text{ g/l c'est la dose optimale de la chaux}$$

b) Détermination de la dose optimal de flocculant

Condition opératoire

- pH = 8.20
- la dose de la chaux est : 3.9 g/l
- vitesse d'agitation 180 tours par minute pendant 10 min
puis 40 tours par minutes pondant 50 minutes

Tableau N°7 : détermination de la dose optimale de flocculant

N° de bécher		1	2	3	4	5	6
Dose de la chaux	(g/l)	3.9					
Dose de polymère	(mg/l)	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
Turbidité	(NTU)	5.32	5.12	5.86	4.55	4.10	5.10
pH		12.65	12.64	12.67	12.66	12.67	12.68
Température	(c°)	21.3	21.1	20.9	20.9	21.1	21.0

On constate que la dose optimale est de : 2.25 mg/l, à Ph=8.20 et dose de coagulant (la chaux) est égale 3.9 mg/l.

IV .2.Les déférents des valeurs du TAC pour chaque coagulant

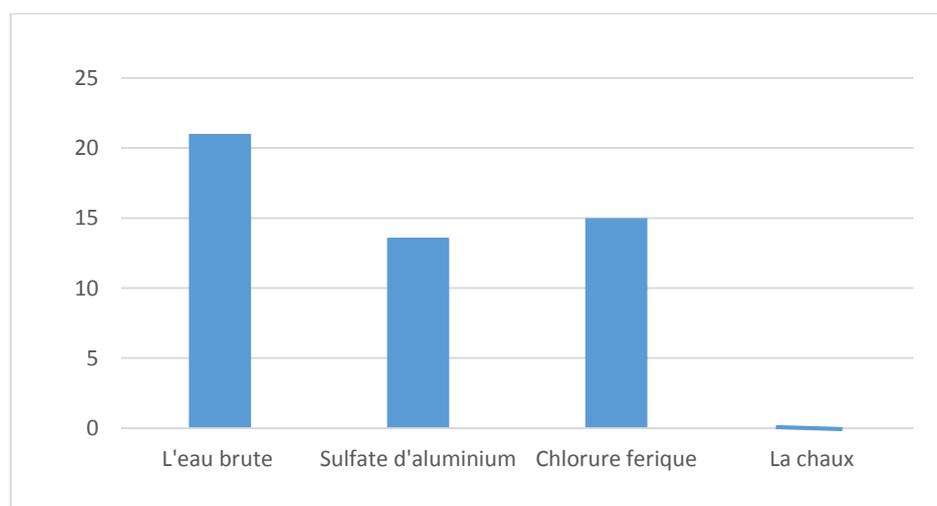


Figure N°17 : valeurs des TAC pour l'eau brute et les trois coagulants

Interprétation :

L'addition de coagulant dans l'eau à une influence directe sur le facies de l'eau, en effet, il y a une variation de la dureté bicarbonatée en dureté permanente soluble pour le sulfate d'alumine et les chlorures ferriques et une élimination de ce TAC pour la chaux. Cette perte de TAC est fonction de la nature et de la concentration du réactif mis en jeu, et des conditions opératoires (figure N°17).

IV.3.Etude du la décantation**IV .3.1.Etablissement des courbes de kynch pour les trois coagulants**

Il s'agit de déterminer graphiquement les vitesses de décantation et les surfaces respectives pour des sédimentations établies en fonction du type de coagulant utilisé

Tableau N°8 :l'évolution du temps de décantation en fonction de la hauteur

Temps	Hauteur		
	sulfates d'alumine	chlorures ferrique	la chaux
0	40	40	40
5	34	33	30
10	25	24	21
15	18	16	12
30	12	11	10
45	07	06	06
60	05	04	03
75	03	02	02
90	2.8	02.5	01.75
100	2.8	02.5	01.75

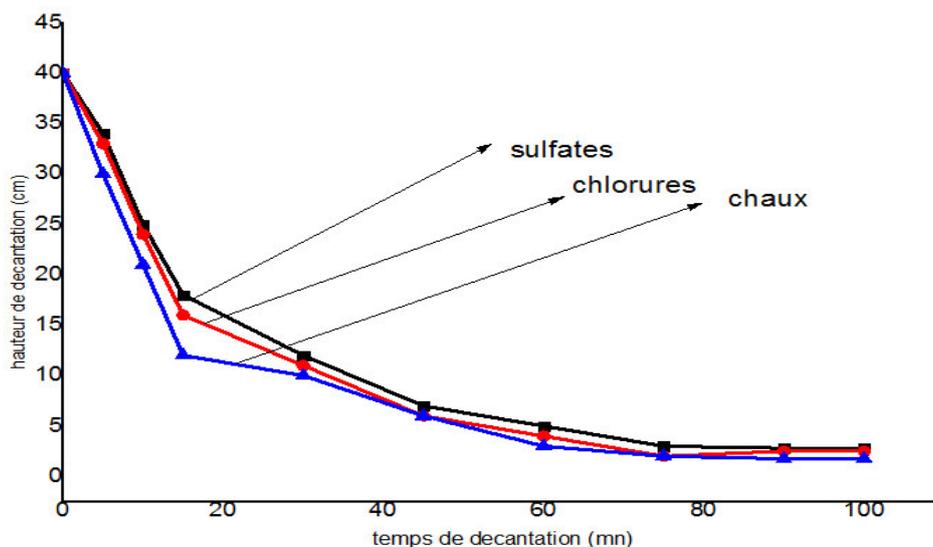


Figure N°18 : L'évolution du temps de décantation en fonction de hauteur

Nous constatons d'après l'allure de courbes que la chaux présente une allure plus prononcée que les deux autres coagulants entraînant un épaissement plus dense donc une rendement de décantation plus élevé.

IV .3.2.Détermination le temps de décantation pour les trois coagulants

Coagulants	Dose (mg/l)	Concentration initiale de l'eau brute (g/l)	Concentration finale dans la zone d'épaissement (g/l)
Sulfate d'alumine	70		48.21
Chlorure ferrique	25	5,75	75.23
La chaux	3936.8		79.87

$$C_0.H_0 = C_f.H_f \longrightarrow H_f = C_0.H_0/C_f$$

C_0 : Concentration initiale de l'eau brute en gramme par litre.

C_f : Concentration finale dans la zone d'épaissement en gramme par litre.

H_0 : c'est hauteur initiale d'eau décanté en centimètre.

H_f : hauteur finale d'eau décanté en centimètre.

a- Cas du sulfate d'alumine $\text{Al}_3(\text{SO}_4)$

$$C_0 = 5.75 \text{ g/l}$$

$$C_f = 48.21 \text{ g/l}$$

$$H_0 = 40 \text{ cm}$$

$$H_f = \frac{C_0 \times H_0}{C_f}$$

$$H_f = 7.4 \text{ cm}$$

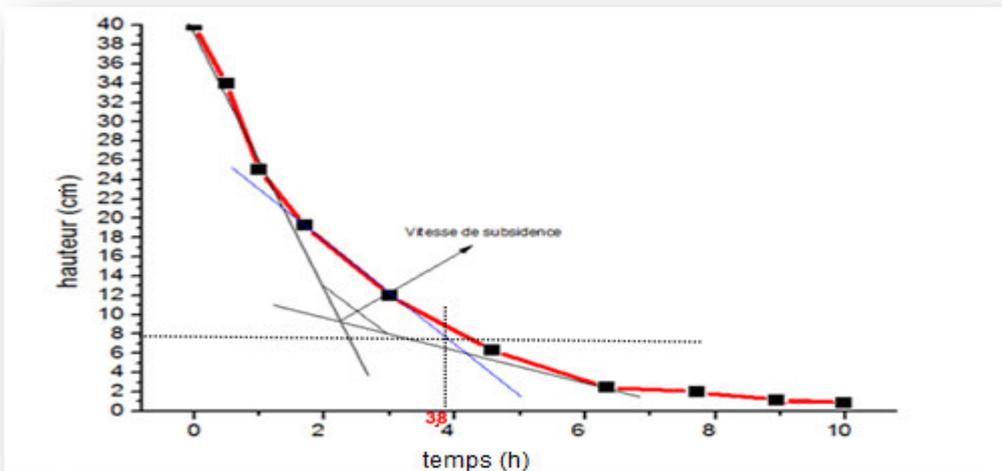


Figure N°19 : l'évolution du temps de décantation en fonction de hauteur pour sulfate d'aluminium

On trace la **courbe horizontale H_f** et son intersection avec **la tangente, au point de subsidence**, on trace la **verticale**, la lecture nous donnera **le temps de décantation** qui est égal a **$t_f = 3.8\text{h}$**

$$\text{Vitesse de décantation} = H_0 / t_f = 40 / 3.8 = 10.52 \text{ cm/h}$$

$$V_{\text{décantation}} = 2.9 \cdot 10^{-5} \text{ m/s.}$$

b- cas du chlorure ferrique $\text{Fe}(\text{Cl}_3)$

$$C_0 = 5.75 \text{ g/l}$$

$$C_f = 45.23 \text{ g/l}$$

$$H_0 = 40 \text{ cm}$$

$$H_f = \frac{C_0 \times H_0}{C_f}$$

$$H_f = 5.08 \text{ cm}$$

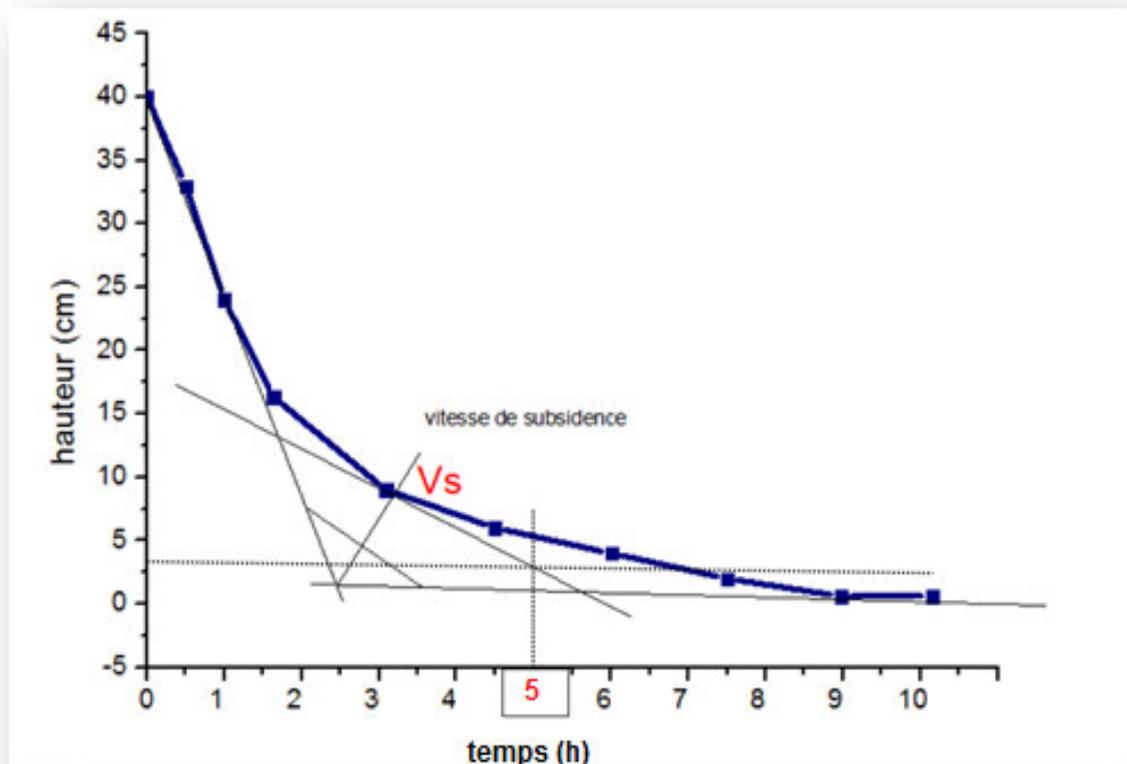


Figure N°20 : l'évolution du temps de décantation en fonction de hauteur pour chlorure ferrique

On trace la courbe horizontale H_f et son intersection au point de subsidence on trace la verticale, la lecture nous donnera le temps de décantation égal a $t_f = 5 \text{ h}$

$$\text{Vitesse de décantation} = H_0 / t_f = 40/5 = 8 \text{ cm/h}$$

$$V_{\text{décantation}} = 2.22 \cdot 10^{-5} \text{ m/s.}$$

c- Cas de la chaux la chaux $\text{Ca}(\text{OH})_2$

$$C_0 = 5.75 \text{ g/l}$$

$$C_f = 79.87 \text{ g/l}$$

$$H_0 = 40 \text{ cm}$$



$$H_f = \frac{C_0 \times H_0}{C_f}$$

$$H_f = 2.87 \text{ cm}$$

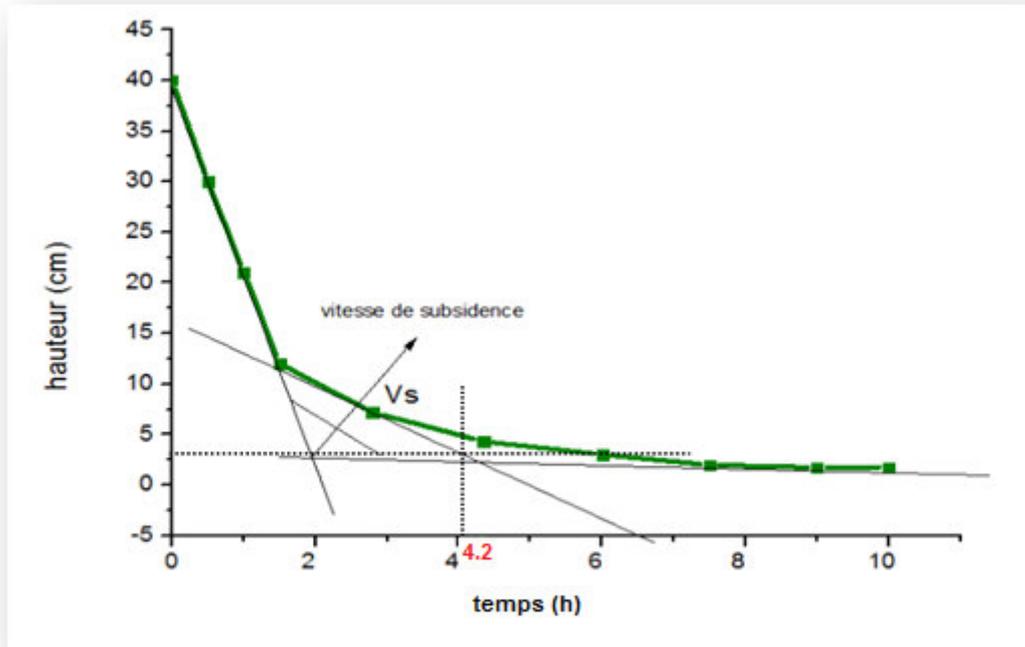


Figure N°21 : l'évolution du temps de décantation en fonction de hauteur pour la chaux

On trace la courbe horizontale H_f et son intersection au point de subsidence on trace la verticale, la lecture nous donnera le temps de décantation égal à $t_f = 4.2 \text{ mn}$

$$\text{Vitesse de décantation} = H_0/t_f = 40/4.2 = 9.52 \text{ cm/h}$$

$$V_{\text{décantation}} = 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s.}$$

IV .3.3.Calcul de la surface théorique de décantation

Dans une première étape on va calculer la surface théorique de décantation pour une particule la plus défrisée se de plaçant avec des valeurs qu'on a déterminé par la méthode graphique de kynch.

Dans une deuxième étape on déterminera pour un décanteur lamellaire le nombre de lamelles inclinées à 60° .

Partant du principe que ;

$$Vp = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{n(LX) \cos 60^\circ}$$

Le dédit de traitement : $Q = 540\,000 / 6 = 90\,000 \text{ m}^3/\text{jours} : 3750 \text{ m}^3/\text{h}$

On présent dans le tableau au-dessous :

- la surface théorique de décantation pour chaque coagulant

$$S \text{ (surface théorique de décantation)} = Q.V \text{ (vitesse de décantation)} = Q (t_f / H_0)$$

- le nombre théorique de lamelles pour chaque coagulant

$$n = \frac{\text{Surface théorique de décantation}}{\text{surface de lammelle}}$$

Tableau N°9 : présente les résultats des calculs sur le décanteur lamellaire

Coagulant	Vitesse de décantation. (m/h)	Surface théorique de décantation (m ²)	L (m)	l (m)	Surface lamelle (m ²)	Nombre de lamelles
Sulfate d'alumine	2.9 10 ⁻⁵	129310.3	2.730	0.750	2.04	63388
Chlorure ferrique	2.2 10 ⁻⁵	39473.68				19350
La chaux	1.5 10 ⁻⁵	46875				22978

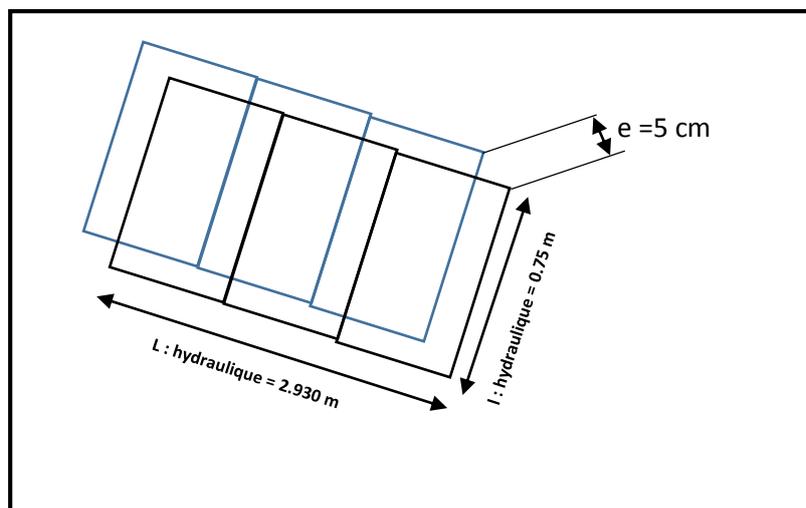


Figure N°22 : schéma de lamelle

Le décanteur lamellaire correspondant sera calculé sur la base de l'écartement entre lamelle « e », le nombre de lamelle et le volume des décanteurs

(Les calculs et le schéma du décanteur en question sera)

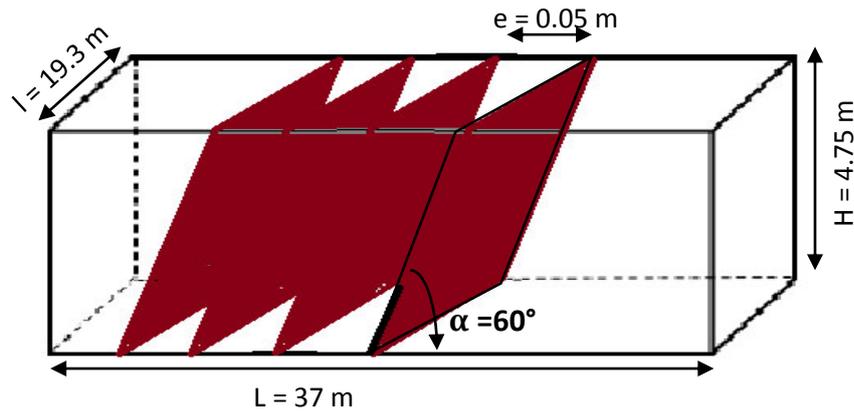


Figure N°23 : schéma de décanteur lamellaire idéal

Rappel Conditions opératoires

pH optimale pour chaque coagulant,

Température, $T = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$,

Vitesse d'agitation (rapide : 180 tr/min pendant 2 min, et lent : 40 tr/min pendant 18 min),

Il ressort les résultats figurant dans le tableau N°9 est résumé tous les résultats qui calcul avant pour remarque bien la différence entre les trois coagulants

Tableau N°10 : résumé de résultats sur le rendement

Coagulants	Temps de décantation (h)	Vitesse de décantation (m/h)	Le rendement (%)
Sulfate d'aluminium	3.8	$2.9 \cdot 10^{-5}$	84%
Chlorure ferrique	5	$2.2 \cdot 10^{-5}$	96%
La chaux	4.2	$1.5 \cdot 10^{-5}$	99%

IV .4.Calcul des rendements pour les trois coagulants

- Pour le sulfate d'alumine :

Les résultats de vitesse des particules a hauteur H (H = 40cm), pour certaine temps de décantation

Tableau N°11 : résultat des vitesses en fonction de temps.

Temps de décantation (minutes)	Fraction de poids qui reste %	Vitesse de décantation (m/h)
5	0.92	4.8
10	0.84	2.4
15	0.59	1.6
20	0.36	1.2
30	0.26	0.8
60	0.10	0.4

L'évolution de la décantation en fonction du temps est présentée dans la figure N°24

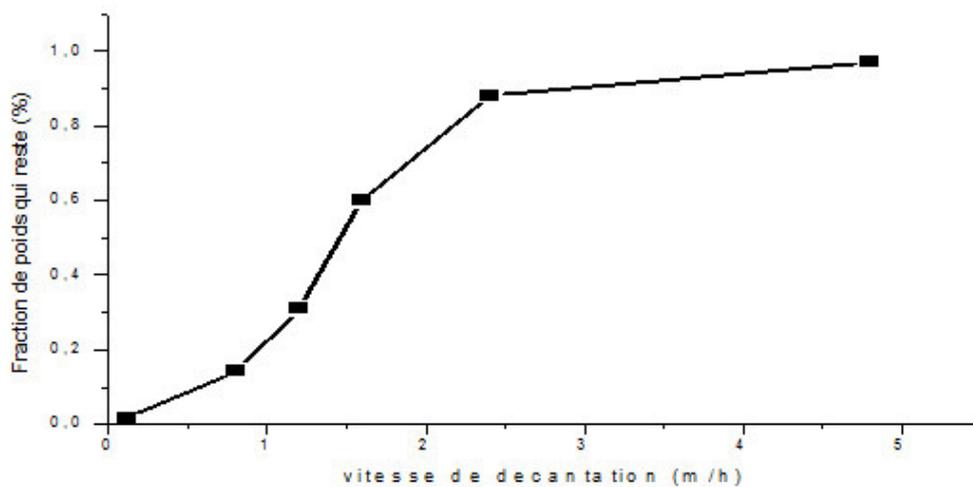


Figure N°24 : évolution de la décantation en fonction du temps pour le Al_2SO_4

Calcul du rendement pour le sulfate d'alumine (Al_2SO_4)

En appliquant la formule $R = (1 - f_0) + \frac{1}{V_0} \int_0^{C_0} V Dc$

Qui ne être résolue que graphiquement en utilisant la courbe des répartitions des vitesses, ou :

- **1-fo** : représente le rendement des chutes de particules ayant une vitesse supérieure à la vitesse de la particule la plus défavorisée.
- Et le reste de la formule représente une partie des particules ayant une vitesse de chute des particules ayant une vitesse supérieure à la vitesse de chute de la particule la plus défavorisée

Le calcul est basée sur la connaissance de la vitesse de décantation de la particule la plus défavorisée ayant été utilisée pour dimensionner le décanteur, dans notre cas elle est de l'ordre de 1.49 m/h pour le décanteur pulsateur de la station de traitement des eaux potable de BOUDOUAOU.

On tire fo graphiquement et la surface ABDC.2/3 représente : $\frac{1}{V_0} \int_0^{C_0} V dC$

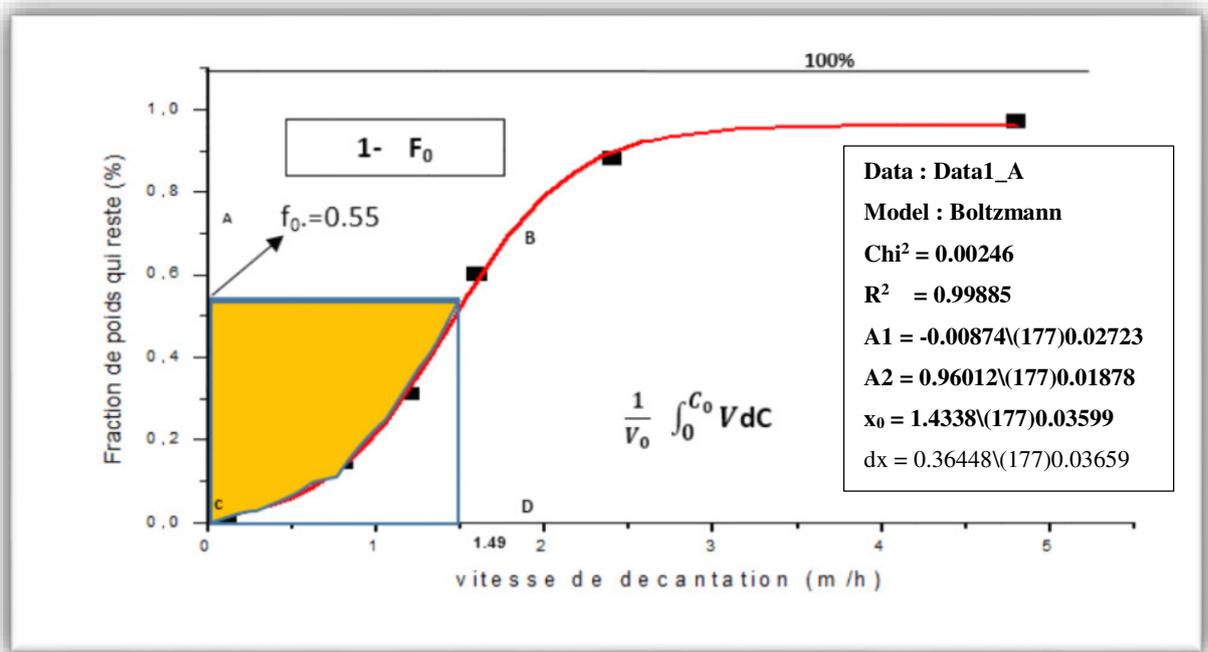


Figure N°25 : Distribution des vitesses de décantation pour le Al₂SO₄

Vu que Fo= 0.67, donc 1-fo=1-0.55=0.45 donnant un rendement de 45%.

$\frac{1}{V_0} \int_0^{C_0} V dC$:est représentée par la surface par $ABDC.2/3 = (1.49.0.55).2/3 = 0.54$,
donnant un rendement de 54 %

- Pour le chlorure ferrique :

Les résultats de vitesse des particules a hauteur H (H = 40cm), pour certaine temps de décantation :

Tableau N°12 : résultat des vitesses en fonction de temps

Temps de décantation (minutes)	Fraction de poids qui reste %	Vitesse de décantation (m/h)
5	0.97	4.8
10	0.88	2.4
15	0.60	1.6
20	0.31	1.2
30	0.20	0.8
60	0.10	0.4

L'évolution de la décantation en fonction du temps est présentée dans la figure N°26

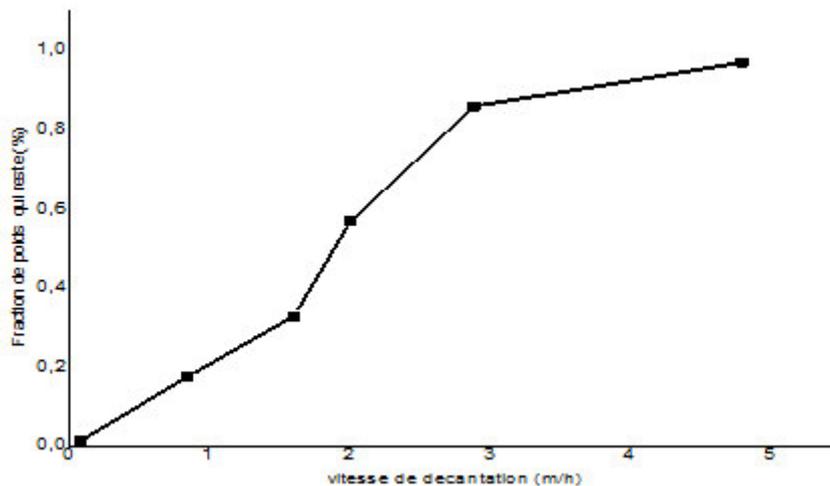


Figure N°26 : évolution de la décantation en fonction du temps pour le FeCl₃

Calcul du rendement pour le chlorure ferrique (FeCl₃)

En appliquant la formule $R = 1 - f_0$ qui ne peut être résolue que graphiquement en utilisant la courbe des répartitions des vitesses, ou :

- **1-f₀** : représente le rendement des chutes de particules ayant une vitesse supérieure à la vitesse de la particule la plus défavorisée.
- Et le reste de la formule représente une partie des particules ayant une vitesse de chute des particules ayant une vitesse supérieure à la vitesse de chute de la particule la plus défavorisée

Le calcul est basée sur la connaissance de la vitesse de décantation de la particule la plus défavorisée ayant été utilisée pour dimensionner le décanteur, dans notre cas elle est de l'ordre de 1.49 m/h pour le décanteur pulsateur de la station de traitement des eaux potable de BOUDOUAOU.

On tire f₀ graphiquement et la surface abcd.2/3 représente : $\frac{1}{V_0} \int_0^{C_0} V dC$

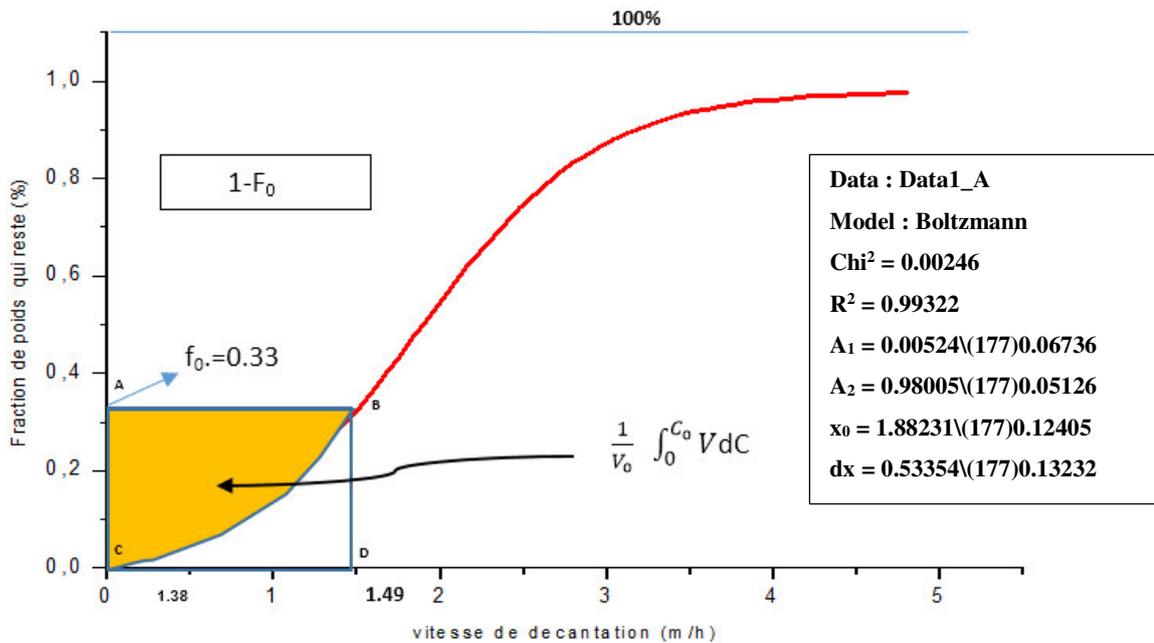


Figure N°27 : Distribution des vitesses de décantation le FeCl₃

Vu que Fo= 0.33, donc : **1-f₀** = 1-0.33 = 0.67 donnant un rendement de 67%.

$\frac{1}{V_0} \int_0^{C_0} V dC$:est représentée par la surface par ABDC.2/3 =(1.49*0.33).2/3= 0.32, donnant un rendement de 32 %.

- Pour la chaux :

Les résultats de vitesse des particules a hauteur H (H = 40cm), pour certaine temps de décantation :

Tableau N°13 : résultat des vitesses en fonction de temps.

Temps de décantation (minutes)	Fraction de poids qui reste %	Vitesse de décantation (m/h)
5	0.99	4.8
10	0.80	2.4
15	0.60	1.6
20	0.25	1.2
30	0.15	0.8
60	0.10	0.4

L'évolution de la décantation en fonction du temps est présentée dans la figure au-dessous

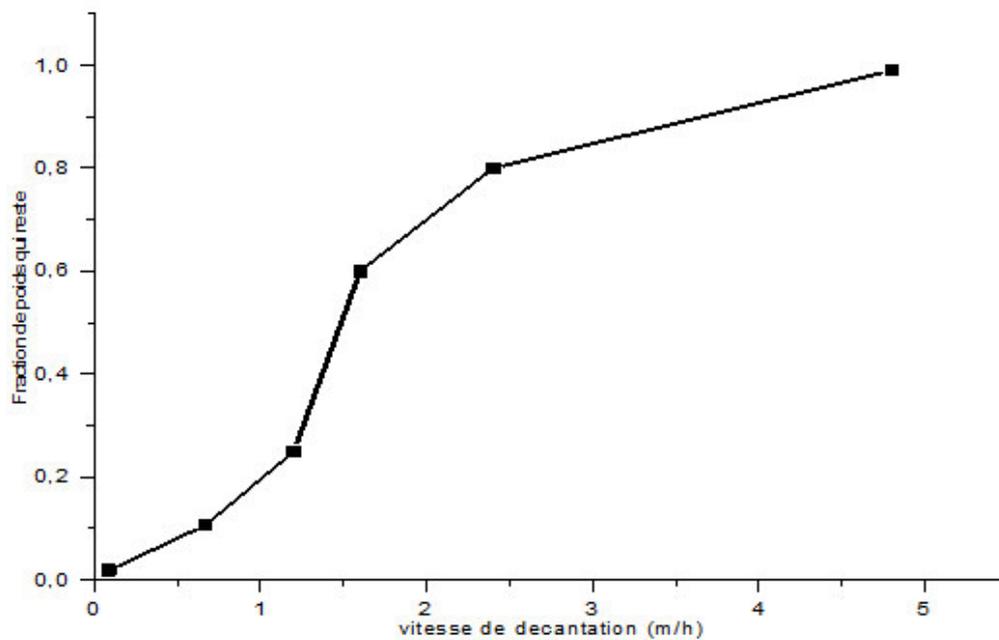


Figure N°28 : évolution de la décantation den fonction du temps pour le $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Calcul du rendement pour la chaux (Ca(OH)₂)

En appliquant la formule $R_1 = 1 - f_0$ qui ne être résolue que graphiquement en utilisant la courbe des répartitions des vitesses, ou :

- **1-f₀** : représente le rendement des chutes de particules ayant une vitesse supérieure à la vitesse de la particule la plus défavorisée.
- Et le reste de la formule représente une partie des particules ayant une vitesse de chute des particules ayant une vitesse supérieure à la vitesse de chute de la particule la plus défavorisée

Le calcul est basée sur la connaissance de la vitesse de décantation de la particule la plus défavorisée ayant été utilisée pour dimensionner le décanteur idéal,

On tire f_0 graphiquement et la surface abcd.2/3 représente : $\frac{1}{V_0} \int_0^{C_0} V dC$

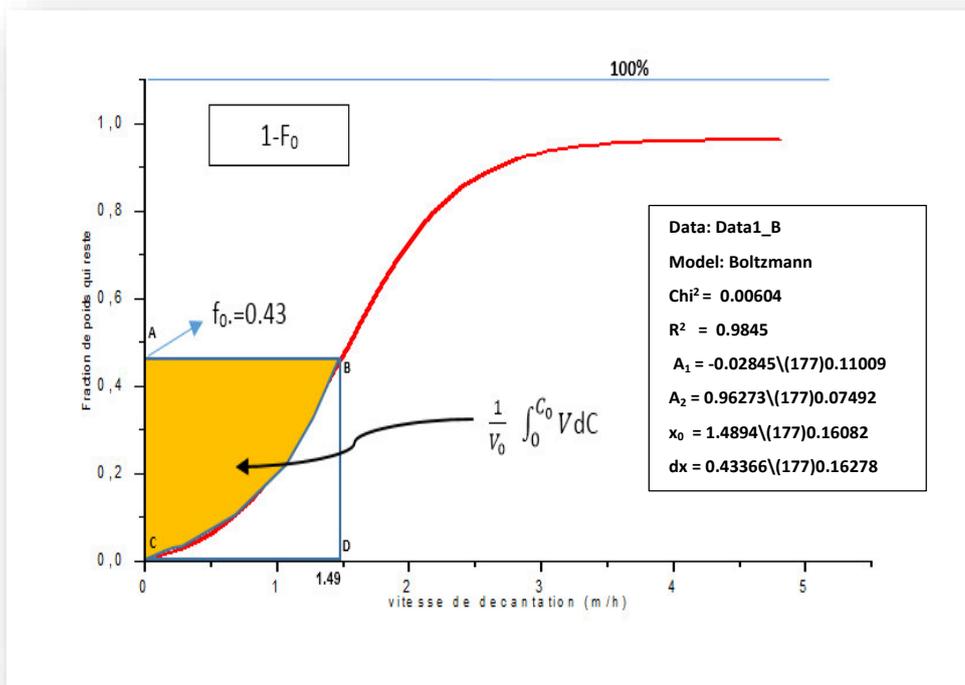


Figure N°29 : Distribution des vitesses de décantation de Ca(OH)₂

Vu que $F_0 = 0.43$, donc : **1-f₀** = 1-0.43 = 0.57 donnant un rendement de 57%.

$\frac{1}{V_0} \int_0^{C_0} V dC$:est représentée par la surface par $ABDC.2/3 = (1.49 * 0.43).2/3 = 0.42$, donnant un rendement de 42 %.

Tableau N°13 : résultats global de rendement

Types de coagulant	$(1-f_0)$	$\frac{1}{v_0} \int_0^{C_0} v Dc$	Rendement global théorique
Sulfate d'aluminium	45%	54%	99%
Chlorure ferrique	67%	32%	99%
La chaux	57%	42%	99%

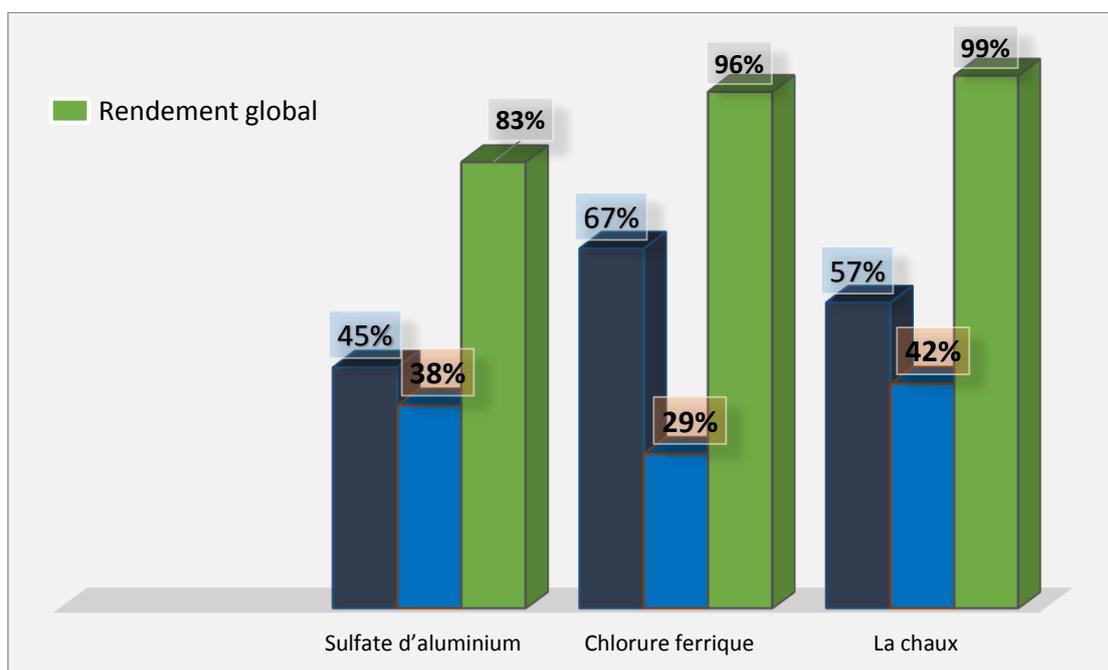


Figure N°30 : présentation des rendements globaux pour chaque coagulant

Interprétation

Il ressort de notre étude (Figure N°29) que le rendement diffère en fonction du coagulant, donc de sa structure chimique, de son poids moléculaire et de sa solubilité et de la nature du floc formé, on constate que la chaux a un rendement le plus élevé ceci est dû au fait, que cette dernière précipite directement sous forme de cristaux de carbonates de calcium (CaCO_3) qui est du marbre.

Pour les deux autres coagulants le rendement est moins élevé, et ceci peut-être dû à la solubilisation du produit et de la formation du complexe $\text{Al}(\text{OH})_3$ qui peut se présenter sous différentes formes avec des charges élevées (jusqu'à 6^+), ajouté à cela les floccs de matières colloïdales déstabilisées qui renferment de l'eau ce qui diminue leur densité apparente et diminue leur vitesse de décantation au-dessous de la vitesse de la particule admissible.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

L'objectif de notre étude a porté sur l'influence des types de coagulants sur l'efficacité de la décantation, au niveau de la station de production des eaux potable SEAAL (Boudouaou).

Ce travail basé sur :

- La détermination des doses optimales pour chaque coagulant.
- L'établissement des courbes de Kynch pour chaque coagulant.
- La détermination des temps de décantation pour chaque coagulant.
- Enfin l'étude des rendements de décantation pour chaque cas.

Les essais réalisés nous ont permis de conclure que la dose optimale de coagulant est en fonction de pH, car il est le facteur le plus important dans le processus de coagulation-floculation, en remarque que l'addition de ces coagulant dans l'eau à une influence directe sur le facies de l'eau (TAC), en effet, il y a une variation de la dureté bicarbonatée en dureté permanente soluble pour le sulfate d'alumine et les chlorures ferriques et une élimination de ce TAC pour la chaux. Cette perte de TAC est fonction de la nature et de la concentration du réactif mis en jeu, et des conditions opératoires

Enfin on conclue dans notre étude que le rendement de décantation diffère en fonction du coagulant, on constate que la chaux a un rendement le plus élevé ceci est dû au fait, que cette dernière précipite directement dans le bas de décanteur ou lamelles sous forme de cristaux de carbonates de calcium qui est du marbre. Pour les deux autres coagulants le rendement est moins élevé, ajouté à cela les floes de matières colloïdales déstabilisées qui renferment de l'eau ce qui diminue leur densité apparente et diminue leur vitesse de décantation au-dessous de la vitesse de la particule admissible.

Référence

Référence bibliographique

[1] : Lakhadarib, 2011 : Effet de la coagulation floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz. Mémoire de magister en chimie inorganique et environnement ; département de chimie ; Faculté des Sciences, Université AbouBekrBelKaid, Tlemcen, Décembre 2011.

[2] : « Claude CARDOT » le traitement des eaux ellipses édition 1999.

[3] : « RYMOND DESJARDINS » traitement des eaux 2^{ème} édition école.

[4] : « JOEL GRAINDORGE » La qualité de l'eau potable-technique et responsabilités édition 2007.

[5] : Traitement des eaux – les eaux potable – docteur KETTAB AHMED.

[6] : VALIRON F, Gestion des eaux : alimentation en eau assainissement, Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, 1989.

[7] : TECHNIQUES D'INGENIEUR, eau de distribution-clarification c5 199.

[8] : DESJARDINS.C, Le traitement des eaux - 2e édition - Librairie Eyrolles, 01/07/1997.

[9] : Desjardins C, 1999 : Simulation et étude en laboratoire de la floculation lestée (actiflo) à l'aide d'une procédure modifiée de jar test, Mémoire pour l'obtention du diplôme de maitrise ès sciences appliquées, Ecole polytechnique de Montréal, Canada.

[10] : Hernandez De León H.R, 2006 : Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable, Mémoire pour l'obtention de diplôme de Docteur de l'Institut National des Science, es Appliquées de Toulouse.

[11] : Desjardins R, 1997 : Traitement des eaux ; Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2^{ème} édition revue.

[12] : Bachi M, et Abdelli R ; 2005 : l'influence des paramètres physiques et chimiques sur la Hydraulique, MEMOIRE D'INGENIEUR Département d'Hydraulique, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université AbouBekrBelkaid, Tlemcen, juillet 2005.

[13] : EzzianeS. 2007 : Traitement des eaux de rejets de l'unité CERAMIT « TENES », Mémoire de Magister, département de génie des procédés, Faculté des sciences et sciences de l'ingénieur ; Université Hassiba Ben Bouali, chlef.

[14] : « DEGREMONT » 2005 memento technique de l'eau 8^{ème} Edition paris.

[15] : TECHNIQUE D'INGENIEUR « Décantation-Aspects théoriques »

[16] : TECHNIQUE D'INGENIEUR « Décantation-Equipements et procédés » j3451

[17] : La lettre d'information du syndicat mixte de l'usine de NIVE (France) Par : « JEAN CLAUDE BOUSTINGORRY » présent de syndicat Octobre-Décembre 2002.

SITES WEB

[13] : <http://www.univ-chlef.dz/uhbc/index.php/fonds-documentaire/theses-et-memoires.html>.

[18] : <https://www.suezwaterhandbook.fr/eau-et-generalites/processus-elementaires-du-genie-physico-chimique-en-traitement-de-l-eau/precipitations-chimiques/elimination-de-la-durete-calcium-et-magnesium>

ANNEXES

Jar test : c'est un test servant à déterminer les quantités (les doses) optimales des réactifs à rajouter l'eau brute

- Le test est réalisé chaque semaine pour connaître les quantités appropriées de sulfate d'alumine, et de poly électrolyte à injecter dans l'eau brute.

Mode opération : l'essai consiste à mettre dans six béchers d'un litre contenant la même eau brute, des doses croissantes de coagulant (sulfate d'alumine) et de floculant (poly électrolyte) et faire les étapes suivantes :

Pour la coagulation :

Une agitation rapide pendant 2 minutes (180 tours), en suite une agitation lente pendant 18 minutes (40 tours).

C'est ce qui permet le contact entre les particules colloïdales et les agglomérer en floc.

Une sédimentation (laisser les béchers se décantent pendant 45 minutes)

Enfin on prend les turbidités en fonction des concentrations et on trace la courbe qui correspond à la dose optimale du sulfate d'alumine.

Pour la floculation :

Une agitation rapide pendant 30 secondes, en suite une agitation lente pendant 18 minutes

On laisse décantent pendant 45 minutes.

Mais dans ce cas avant d'ajouter les doses croissantes du poly électrolyte il faut ajouter à chaque bécher la dose optimale trouvée du sulfate d'alumine

Enfin on prend les turbidités et on trace la courbe de la turbidité en fonction des concentrations pour obtenir la dose optimale (le point correspondant au minimum de la courbe).



Photo de jar test

Mesure de la turbidité

Allumer l'appareil

Rincer la cuvette avec l'eau distillée la remplir jusqu'au trait (30ml) avec l'échantillon à analyser

Essuyer soigneusement la cuvette avec le papier absorbant, puis la placer dans le turbidimètre valeur affichée sur l'appareil qui s'exprime en NTU.



Photo de turbidimètre session 7

Mesure du PH :

Mode opération :

on fait l'étalonnage de pH mètre avec la chlorure de potassium KCL à PH7, après avoir rince l'électrode avec l'eau distillée ; on plonge l'électrode dans l'eau à analyser et on laisse jusque a la stabilisation du pH , puis on note la valeur affichée sur l'appareil.

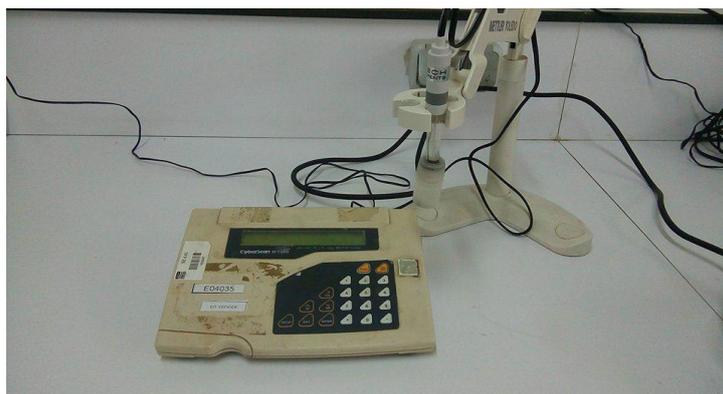


Photo de PH mètre

Mesure de conductivité :

Principe :

La conductivité électrique permet d'évaluer la minéralisation de l'eau, par définition la conductivité électrique est la conductance d'une colonne d'une comprise entre deux électrodes métalliques.

Mode opératoire :

Préparer l'appareillage selon les instructions du fabricant et s'assurer qu'il est équipé d'une cellule de mesure en platine.

Prendre un échantillon conservé dans de bonnes conditions (température ambiante-conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil avec unité de micro siemens ($\mu\text{s/cm}$), puis on multiplie cette valeur fois le facteur de correction.



Photo de conductimètre

Résumé :

Pour obtenir de l'eau potable, nous devons la débarrasser d'impuretés, de bactéries voire même de traces de minéraux trop fortes afin qu'elle devienne potable et qu'elle puisse donc être bue sans risque par l'homme. Des traitements physico-chimiques avec l'utilisation de la décantation ou d'actions plus complexes telles que la coagulation et la floculation sont les plus utilisés.

L'objectif général de notre travail est de voir l'influence des coagulants (Sulfate d'alumine, Chlorure ferrique, La chaux) sur l'efficacité de la décantation ce qui nous a permis de faire une approche très sérieuse sur le temps de décantation et par voie de conséquence la vitesse de décantation et son influence sur le débit et le rendement de cette opération.

Il ressort de notre étude que le rendement diffère en fonction du coagulant, donc de sa structure chimique, de son poids moléculaire et la solubilité et de la nature du floc formé, on constate que la chaux a un rendement le plus élevé ceci est dû au fait, que cette dernière précipite directement sous forme de cristaux de carbonates de calcium qui est du marbre.

Pour les deux autres coagulants le rendement est moins élevé, ajouté à cela les floccs de matières colloïdales déstabilisées qui renferment de l'eau ce qui diminue leur densité apparente et diminue leur vitesse de décantation au-dessous de la vitesse de la particule admissible.

المخلص :

من أجل مياه الشرب، لدينا للتخلص من الشوائب والبكتيريا أو آثار المعدنية حتى قوية جدا بحيث تصبح نظيفة، ويمكن أن يكون في حالة سكر بأمان من قبل البشر. تعتبر العلاجات الفيزيائية الكيميائية باستخدام التصفية أو الإجراءات الأكثر تعقيداً مثل التجلط والترويب هي الأكثر استخداماً.

ويتمثل الهدف العام من عملنا هو أن نرى تأثير التخثر [كبريتات الألومنيوم، كلوريد الحديد، الجير] على فعالية تسوية التي سمحت لنا لجعل نهج خطير جدا إلى زمن الاستقرار وبالتالي معدل التسوية وتأثيرها على معدل التدفق وعائد هذه العملية.

ويبدو من دراستنا أن الأداء يختلف تبعاً لتجلط الدم، لذلك بنيتها الكيميائية، الوزن الجزيئي والذوبان وطبيعة الندف شكلت الثابت هو أن الجير لديها أعلى عائد هذا يرجع إلى في الواقع، فإنه يترسب مباشرة في شكل بلورات من كربونات الكالسيوم التي هي من الرخام.

لاثنين التخثر الأخرى العائد أقل، إضافته إلى الندف زعزعة استقرار المواد الغروية التي تحتوي على الماء مما يقلل من الكثافة الظاهرية ويقلل سرعة تسوية ما دون سرعة الجسيمات المسموح به.

Summary :

To obtain drinking water, we must rid it of impurities, bacteria or even traces of minerals too strong so that it becomes drinkable and so it can be drunk without risk by humans. Physico-chemical treatments with the use of decantation or more complex actions such as coagulation and flocculation are the most used.

The general objective of our work is to see the influence of coagulants (alumina sulphate, ferric chloride, lime) on the effectiveness of the settling which allowed us to make a very serious approach on the settling time and consequently the rate of settling and its influence on the flow rate and the yield of this operation.

It emerges from our study that the yield differs according to the coagulant, therefore of its chemical structure, of its molecular weight and the solubility and the nature of the floc formed, it is constant that the lime has a higher yield this is due to the In fact, it precipitates directly in the form of crystals of calcium carbonates which is marble.

For the other two coagulants the yield is lower, added to that floccs of destabilized colloidal materials which contain water which decreases their apparent density and decreases their settling rate below the speed of the permissible particle.