

# Sommaire

Introduction générale

01

## Première partie : Etude bibliographique

### Chapitre I : Le cadmium et ses effets toxiques

<b>I-1 Introduction</b>	3
<b>I-2 Généralités sur le cadmium</b>	3
I-2-1 Caractéristiques physico-chimiques du cadmium	3
I-2-2 Origine du cadmium	7
I-2-2-1 Origine naturelle	7
I-2-2-2 Origine Industrielle	8
<b>I-3 Présence du cadmium dans l'environnement</b>	9
I-3-1 Dans l'air	9
I-3-2 Dans le sol	9
I-3-3 Dans l'eau	10
<b>I-4 Toxicité du cadmium</b>	11
I-4-1 Effets du cadmium sur le métabolisme humain	12
I-4-2 Effets du cadmium sur les organismes vivants	13
<b>I-5 Teneurs admissibles en cadmium</b>	13
<b>I-6 Conclusion</b>	15

### Chapitre II : Procédés de séparation du cadmium

<b>II-1 Introduction</b>	16
<b>II-2 Procédé par précipitation chimique à la chaux</b>	16
II-2-1 Généralités sur la précipitation chimique à la chaux	16
II-2-2 Elimination des éléments spécifiques par la chaux	18
II-2-3 Elimination du cadmium par précipitation chimique à la chaux	21
<b>II-3 Procédé par coagulation floculation</b>	22
II-3-1 Généralités sur la coagulation floculation	22
II-3-2 Elimination des éléments spécifiques par le sulfate d'aluminium	23
II-3-3 Elimination du cadmium par coagulation floculation au sulfate d'aluminium	24
<b>II-4 Méthodes diverses de séparation du cadmium</b>	26
II-4-1 Adsorption sur les argiles	26
II-4-2 Adsorption sur charbon actif	27

II-4-3 Echangeur d'ions et procédés membranaires	27
II-4-4 Biosorption	28
<b>II-5 Conclusion</b>	<b>29</b>

## Deuxième partie : Etude Expérimentale

### Chapitre I : Procédure expérimentale

<b>I-1 Introduction</b>	<b>30</b>
<b>I-2 Préparation des solutions</b>	<b>30</b>
I-2-1 Solutions de cadmium	30
I-2-2 Solution de chaux	30
I-2-3 Solution de sulfate d'aluminium	30
I-2-4 Adjuvants de floculation	31
<b>I-3 Méthodes de dosage</b>	<b>31</b>
I-3-1 Dosage du cadmium	32
I-3-1-1 Principe de l'électrode spécifique aux ions du cadmium	32
I-3-1-2 Solution TISAB	33
I-3-1-3 Préparation des solutions à analyser	33
I-3-1-4 Traçage de la courbe d'étalonnage	33
I-3-1-5 Précision de la méthode	34
I-3-2 Dosage des paramètres de qualité physico-chimique des eaux	35
I-3-2-1 Température	35
I-3-2-2 pH	35
I-3-2-3 Conductivité	36
I-3-2-4 Dureté totale	36
I-3-2-5 Dosage du calcium et du magnésium	36
I-3-2-6 L'alcalinité	36
I-3-2-7 Dosage des chlorures	36
I-3-2-8 Dosage des sulfates et du potassium	36
<b>I-4 Description des essais</b>	<b>37</b>
I-4-1 Essais de précipitation chimique à la chaux	37
I-4-2 Essais de coagulation floculation au sulfate d'aluminium	38
<b>I-5 Conclusion</b>	<b>39</b>

## **Chapitre II : Elimination du cadmium en solutions synthétiques d'eau distillée**

<b>II-1 Introduction</b>	40
<b>II-2 Elimination du cadmium par précipitation chimique à la chaux</b>	40
II-2-1 Résultats	40
II-2-1-1 Effet de la dose de chaux sur l'élimination du cadmium	40
II-2-1-2 Effet de la teneur initiale en cadmium	42
II-2-2 Discussion	44
<b>II-3 Elimination du cadmium par coagulation floculation au sulfate d'aluminium</b>	45
II-3-1 Résultats	46
II-3-1-1 effet de la dose du coagulant sur l'élimination du cadmium	46
II-3-1-2 Effet du pH	47
II-3-1-3 Effet de la concentration initiale en cadmium	48
II-3-2 Discussion	49
<b>II-4 Effet des adjuvants de floculation sur l'élimination du cadmium par coagulation floculation au sulfate d'aluminium</b>	51
II-4-1 Résultats	52
II-4-1-1 Effet de la chaux	52
II-4-1-2 Effet de la bentonite	53
II-4-2 Discussion	55
<b>II-5 Conclusion</b>	56

## **Chapitre III : Elimination du cadmium en eaux minéralisées**

<b>III-1 Introduction</b>	57
<b>III-2 Effet des sels</b>	57
III-2-1 Effet des sels sur l'élimination du cadmium par précipitation chimique à la chaux en eau distillée	57
III-2-1-1 Résultats	58
III-2-1-2 Discussion	59
III-2-2 Effet des sels sur l'élimination du cadmium par coagulation floculation au sulfate d'aluminium en eau distillée	59
III-2-2-1 Résultats	59
III-2-2-2 Discussion	60
<b>III-3 Elimination du cadmium en eaux naturelles minéralisées</b>	61
III-3-1 Caractéristiques physico-chimiques des eaux minéralisées de dilution du	61

cadmium.	
III-3-2 Elimination du cadmium par précipitation chimique à la chaux en eaux minéralisées.	63
III-3-2-1 Résultats	63
a)- Eaux souterraines	63
b)- Eaux de surface	64
III-3-2-2 Discussion	66
III-3-3 Elimination du cadmium par coagulation floculation au sulfate d'aluminium en eaux minéralisées.	68
III-3-3-1 Résultats	68
a)- Eaux souterraines	68
b)- Eaux de surface	69
III-3-3-2 Discussion	71
<b>III-4 Elimination du cadmium d'une eau industrielle par précipitation chimique à la chaux</b>	<b>72</b>
III-4-1 Résultats	73
III-4-1-1 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau industrielle ASMIDAL	73
III-4-1-2 Essais d'élimination du cadmium	73
III-4-2 Discussion	74
<b>III-5 Conclusion</b>	<b>75</b>
<b>Conclusion générale</b>	<b>76</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>78</b>
<b>Annexe</b>	<b>81</b>