



Université Kasdi Merbah Ouargla

N° d'ordre :
N° de série :

**FACULTE DES SCIENCES
ET SCIENCES DE L'INGENIEUR**

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES

Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER

En

Génie des procédés

Option : Génie chimie

Par : **MEDFOUNI Samir**

Thème

**ADOUCCISSEMENT DES EAUX GEOTHERMALES DE L'OUED
R'HIR. ETUDE COMPARATIVE DE DEUX TYPES DE CHAUX
(CaO et Ca (OH)₂)**

Soutenu publiquement le : 28 / 05 /2007

Devant le jury composé de :

Pr.	HALLILAT Med Tahar	Université de Ouargla	Président
Pr.	SAIDI Mokhtar	Université de Ouargla	Examineur
Pr.	DADAMOUSA Belkir	Université de Ouargla	Examineur
Dr.	SEGNI Ladjel	Université de Ouargla	Examineur
Dr	MESSAITFA Amar	Université de Ouargla	Rapporteur

Remerciements

Tout d'abord je remercie Dieu qui m'a encouragé à réaliser ce travail.

Je tiens à exprimer nos profondes gratitude à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Particulièrement mon encadreur. Dr Messaitfa Amar pour son aide et conseils qui m'a été très précieux.

Mes sincères remerciements aux membres de jury

Mes sincères remerciements à tous les responsables de laboratoire de recherche et développement (C.R.D).

Mes remerciements vont aussi à tout qui contribués de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Samir. M

Dédicace

Je dédie ce modeste travail:

*A mes chères parents qui ont fait de moi ce que je suis
maintenant.*

Pour leurs amours et leurs sacrifices.

A ma grand-mère.

A mes frères yazid et hamza

A mes soeurs Nora, Sara, sihem, fayrouze

A Samia et madjid

A toute la famille medfouni sans exceptionnelle

A mes amis:

El houcine, Tarek, charif, Adel, Djamel, Yacine

*Chawki, hassouna, hakim, gana Mohamed, Massoud, Djamel,
didine, abd el krim, Saad eddine, Saad, bakhti, Salah, ami Saleh,
mabrouk, ainsi que tous les*

Collègues de ma promotion de génie des procédés année 2003

Samir

ملخص

من بين المشاكل التي تسببها العسرة (112,08 °F) ودرجة الحرارة المرتفعة (60°C) لمياه الالبان في الجنوب الجزائري, نذكر ظاهرة الترسبات بكميات كبيرة داخل قنوات توزيع المياه و كذا منشآت التبريد. انطلاقا من هذا المشكل, نهتم في هذا البحث بإيجاد طريقة معالجة تقودنا إلى تخفيض عسرة مياه سيدي مهدي, و إعطاء حل مناسب يأخذ بعين الاعتبار الجانب الاقتصادي و غياب التأثيرات السلبية. الدراسة تعتمد على إجراء مقارنة بين المعالجة بإضافة هيدروكسيد الكالسيوم و أكسيد الكالسيوم.

الكلمات المفتاحية: عسرة, تعذيب, جير, مياه ساخنة, ترسب, كربونات, كيمياء

Résumé

Parmi les problèmes causés par la dureté (112,08°F) et la température élevée (60°C) de l'eau de l'Albien au sud Algérien, on cite le phénomène d'entartrage, causé par les précipitations en grandes quantités formées dans les conduites d'eau ainsi que dans les tours de refroidissement.

Face à ce problème, nous nous sommes intéressés à établir un traitement qui nous mène à réduire la dureté de l'eau de sidi mahdi, a fin de nous donner une solution adéquate qui tient en compte l'aspect économique et l'absence des effets néfastes. Le procédé comprend une étude comparative de traitement par l'oxyde de calcium et hydroxyde de calcium.

Mots clés: dureté, adoucissement, chaux, eaux géothermales, entartrage, carbonate, chimie.

Abstract

Among the problems caused by the hardness (112,08°F) and the high temperature (60°C) of the water of underground water in Algerian south, we can mention the phenomenon of furring by the precipitations big quantities formed in the water pipes as well as in the cooling towers.

To cope with this problem, we were interested to carry out a treatment leading to reduce the toughness of the water of sidi Mahdi, and to provide an adequate solution taking into account the economic aspect.

The process involves a comparative study of the treatment with calcium oxide and calcium hydroxide.

Key words: hardness, softening, limes, water geothermal, scaling, carbonate, chemistry

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	01
-----------------------	----

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I Les principales caractéristiques de la vallée de l'Oued Rihir

1. Présentation de la cuvette de Touggourt	04
1.1 la géothermie	05
2. Caractéristiques des eaux géothermales	06
3. Procédés d' adoucissement des eaux	09
3.1. L'échange d'ions	09
3.2. Osmose inverse	09
3.3. Décarbonatations à la chaux	10
3.4. Décarbonatations à la soude	11

Chapitre II L' entartrage et ses conséquences

1. L'équilibre calco-carbonique	13
2. Conséquences de l'entartrage	15
2.1. Conséquences hydrauliques	15
2.2. Conséquences thermiques	17
2.3. Conséquences technologiques	18

Chapitre III La dureté des eaux et ses conséquences

1. Introduction	20
2. Les principaux éléments responsables de la dureté	20
3. Normes et recommandations	21
4. L'impact de la dureté sur les utilisations domestiques	22

PARTIE PRATIQUE

Chapitre IV

Matériels et Méthodes

1. Prélèvement des échantillons	26
2. Le traitement à la chaux	26
3. Le traitement à la soude	27
4. Appareillages d'analyse	28
4.1. Le pH-mètre	28
4.2. La conductimètre	28
4.3. La dureté totale des eaux	28
4.4. L'alcalinité de l'eau	28
4.5. Dosage de calcium et de magnésium	30
4.6. Dosage des ions de chlorures	30
4.7. Dosage de potassium de sodium	30
4.8. Dosage des ions sulfates	31

Chapitre V

Discussion des Résultats

Partie I: Adoucissement des eaux de sidi mahdi par l'addition de la chaux	33
I.1. Etude théorique	34
1.1.1. Déterminé la quantité de la chaux optimale	34
1.1.2. Précipitation de carbonates de calcium (CaCO_3)	35
Partie II: Adoucissement des eaux de sidi mahdi par addition du carbonate de sodium	40
I.1. Etude théorique	40
1.1.1. Quantité de carbonate de sodium optimale	40
1.1.2. Précipitation du carbonate de calcium	41
I.2. Etude pratique	42
CONCLUSION GENERALE	47
Bibliographie	

FIGURES ET TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques physiques des eaux des forages exploitant la nappe albienne dans la région de oued R'hir.

Tableau 2. Caractéristiques chimiques des eaux de forage de sidi mahdi

Tableau 3. Données thermiques de WEBER et COL concernant les transferts de chaleurs à travers les tartres

Tableau 4. Les concentrations admissibles dans l'eau potable

Tableau 5. Evolution du diamètre des canalisations transportant les eaux géothermales en fonction du temps et du pourcentage de bouchage.

Tableau 6. Principales caractéristiques de la chaux ($Ca(OH)_2$)

Tableau 7. Principales caractéristiques du carbonate de sodium (Na_2CO_3)

Tableau 8. Calcul de l'alcalinité de l'eau

Tableau 9. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de l'alien de Touggourt

Tableau 10. Résultats d'adoucissement des eaux de Touggourt à la chaux ($Ca(OH)_2$)

Tableau 11. Résultats d'adoucissement des eaux de Touggourt à la chaux CaO

Tableau 12. Résultats d'adoucissement des eaux de Touggourt au carbonate de sodium (Na_2CO_3)

LISTE des diagrammes à barres

Diagramme à barre 1. L'eau brute de Sidi Mahdi

Diagramme à barre 2. L'addition de la chaux seule

Diagramme à barre 3. La transformation des bicarbonates en carbonates

Diagramme à barre 4. La précipitation de CaCO_3

Diagramme à barre 5. L'état final de l'eau de Sidi Mahdi traitée à la chaux Ca(OH)_2

Diagramme à barre 6. L'addition du carbonate de sodium Na_2CO_3

Diagramme à barre 7. La concentration de calcium précipitée

Diagramme à barre 8. L'addition de CO_2

Diagramme à barre 9. L'état final de l'eau du forage de Sidi Mahdi traitée au carbonate de sodium

Liste des figures

Figure 1. Délimitation de la nappe Continentale Intercalaire

Figure 2. Réfrigérateur utilisé dans la région de Sidi Mahdi

Diagramme 1. La répartition du gaz carbonique dans l'eau

Figure 3. Impact de l'entartrage sur les conduites d'eau potable à Touggourt

Diagramme 2. Conséquences du tartre sur les installations hydrauliques

Figure 4. Courbe étalon des ions de potassium

Figure 5. Courbe étalon des ions de sodium

Figure .6. Évolutions du pH des eaux au cours du traitement à la chaux.

Figure 7. Évolutions de la conductivité des eaux au cours du traitement à la chaux.

Figure 8. Évolutions de la concentration de calcium dans les eaux en fonction de la teneur en carbonate de sodium additionné

Figure 9. Évolutions de la conductivité des eaux en fonction de la teneur en carbonate de sodium additionné.