Département de Génie de l'Environnement

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03
FACULTÉ DE GÉNIE DES PROCEDÉS
DÉPARTEMENT DE GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

N° d'ordre :… … …
Série :… … … …

Mémoire

PRESENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

EN GÉNIE DES PROCEDÉS

OPTION : GÉNIE DES PROCEDÉS DE L'ENVIRONNEMENT

KINETIC PARAMETERS OPTIMIZATION FOR SOLUBLE MOCROBIAL PRODUCTS (SMP) /EXTRACELLULAR POLYMERIC SUBSTANCES (EPS) IN MBR SYSTEM

Présenté par :

-Boudjatat Zineb

-Boudiaf Oussama

-Boudjelal Mouad

Dirigé par :

Dr. Benaliouche Hana

Grade : MCB

Année universitaire
2024-2025
Session : Juin

Summary

Thanks

Dedicate

Summary

List of figures

List of tables

List of abbreviations

General Introduction 1

Chapter 1: Bibliographic review

1.1 Soluble microbial products SMP 5

1.1.1 Definition of SMP 5

1.1.2 Classification systems of SMP 5

1.1.3 Characteristics of SMP 5

1.1.4 Role of SMP in biological treatment systems 6

1.1.5 Factors influencing SMP formation 6

1.1.6 Mechanisms of Production and Utilization of SMP 7

1.2 Extracellular polymeric substances EPS 8

1.2.1 Definition of EPS 8

1.2.2 Characteristics of EPS 9

1.2.3 Role of EPS 10

1.2.4 Mechanisms of Production and Utilization of EPS 10

1.3 ASM1 Modeling with Soluble Microbial Products (SMP) and Extracellular Polymeric Substances (EPS) 12

1.4 Sensitivity analysis 13

1.4.1 Definition 13

1.4.2 Methods of Sensitivity Analysis 13

1.4.3 Importance of Sensitivity Analysis 15

1.4.4 Problems with Sensitivity Analysis 16

1.5 Uncertainty analysis 16

1.5.1 Definition 16
1.5.2 Types of Uncertainty Analysis 16
1.5.3 Importance of Uncertainty Analysis 19
1.5.4 Problems with Uncertainty Analysis 20

Chapter 2: materials and methods

2.1 Software description 22
2.2 Model structure: 23
2.3 Sensitivity analysis 26

Chapter 3: Results and discussions

3.1 Introduction 28
3.2 Hypothesis of ASM1-SMP/EPS matrix function 29
3.3 Implementation of ASM1-SMP-EPS matrix 31
3.4 Results of Implementation of ASM1-SMP-EPS matrix 32
3.4.1 Operational conditions 32
3.4.2 Simulation results 32
3.5 Sensitivity analysis 35
3.5.1 Partial least square analysis PLS 35
3.6 Uncertainty analysis 43
3.6.1 Default values of the system ASM1-SMP 43
3.6.2 Calibration of the system ASM1-SMP/EPS 51
General conclusion……..66
References……..……67
Abstract……73

Abstract

This study focuses on optimizing the kinetic parameters related to soluble microbial products (SMP) and extracellular polymeric substances (EPS) in membrane bioreactor (MBR) systems using an extended Activated Sludge Model (ASM1). The standard ASM1 was enhanced to include additional processes and state variables representing SMP and EPS formation, particularly utilization-associated products (UAP), biomass-associated products (BAP), and EPS fractions. The extended models ASM1-SMP-EPS, were implemented and calibrated using the AQUASIM software.

A two-phase sensitivity and uncertainty analysis was conducted to identify key kinetic and stoichiometric parameters affecting microbial dynamics and substrate transformation. The calibration results demonstrated improved model stability and reduced prediction uncertainty under refined parameter conditions. The extended models offer enhanced accuracy in simulating microbial behavior and effluent quality, with direct implications for reducing membrane fouling and optimizing MBR operations. This research provides a robust modeling framework to support decision-making in advanced wastewater treatment.

الملخص

تركز هذه الدراسة على تحسين المعاملات الحركية المتعلقة بالمنتجات الميكروبية الذائبة والمواد البوليمرية خارج الخلوية في أنظمة المفاعلات الحيوية الغشائية باستخدام نموذج الحمأة المنشطة الموسع .(ASM1)

تم تطوير النموذج القياسي ASM1-SMP-EPSليشمل عمليات إضافية ومتغيرات حالة تمثل تكوين المنتجات الميكروبية الذائبة SMP والمواد البوليمرية خارج الخلوية EPS، وبشكل خاص المنتجات المرتبطة بالاستخدام UAPوالمنتجات المرتبطة بالكتلة الحيوية BAPوأجزاء المواد البوليمرية خارج الخلوية.EPS ومعايرتها باستخدام برنامجAQUASIM

تم إجراء تحليل الحساسية وعدم اليقين على مرحلتين لتحديد المعاملات الحركية والقياس الكيميائي الرئيسية التي تؤثر على الديناميكا الميكروبية وتحويل الركائز. أظهرت نتائج المعايرة تحسناً في استقرار النموذج وتقليل عدم اليقين في التنبؤ في ظل ظروف معاملات محسنة. تقدم النماذج الموسعة دقة محسنة في محاكاة السلوك الميكروبي وجودة المياه المعالجة، مع آثار مباشرة لتقليل انسداد الأغشية وتحسين عمليات المفاعلات الحيوية الغشائية. يوفر هذا البحث إطار عمل نمذجة قوي .لدعم اتخاذ القرارات في معالجة المياه العادمة المتقدمة