Département de Génie de l'Environnement

PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC OF ALGERIA

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

SALAH BOUBNIDER UNIVERSITY, CONSTANTINE 03

FACULTY OF PROCESS ENGINEERING

DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

N° d'ordre :…… …

Série :… … … …

Memory

PRESENTED FOR OBTAINING THE MASTER'S DIPLOMA

IN *PROCESS ENGINEERING*

OPTION: *ENVIRONMENTAL PROCESS ENGINEERING*

Study of sensitivity and uncertainty analysis in model outputs for wastewater treatment

Presented by:

ASLOUN Manel.

BENSAAD Rayene.

Supervised by:

Dr. BENALIOUCHE Hana.

Academic year

2023-2024

Session: June.

Summary

Thanks

Dedication

Summary

List of figures

List of tables

List of abbreviations

General Introduction……...2

CHAPTER 1: BIBLIOGRAPHICAL SUMMARY

I.1Membrane bioreactor…….....5

I.1.1Membrane bioreactor process……...6

I.1.2Advantages of membrane bioreactor……....7

I.1.3Disadvantages of membrane bioreactor……....8

I.2Modeling membrane bioreactor system…….9

I.2.1Activated sludge model No1 ASM1……..9

I.2.2State Variables – COD Components in ASM1……...….10

I.2.3State Variables – Nitrogen Components……..……11

I.2.4Kinetic and stoichiometric……..…….12

I.3ASM1-SMP Modeling…….12

I.3.1Soluble microbial product (SMP)…….12

I.3.2ASM1-SMP…….....…..14

I.4Definition of sensitivity analysis in wastewater treatment…….....16

I.4.1Methods of sensitivity analysis in wastewater treatment…….16

I.4.2Types of sensitivity analysis in wastewater treatment…….18

I.4.3Applications of sensitivity analysis in wastewater treatment……..19

I.4.4The advantages of sensitivity analysis in wastewater treatment……..20

I.4.5The disadvantages of sensitivity analysis in wastewater treatment……...…….21

Chapter 2: MATERIALS AND METHODS

II.1Experimental System……..24

II.2Modeling…….25

II.2.1Simulation and calibration of SMP-ASM1 Model……25

II.2.2AQUASIM SOFTWARE.…….30

Chapter 3: RESULTS AND DISCUSSIONS

III.1Model kinetics……..…….35

III.2Sensitivity analysis……....37

III.2.1Calibration 1: description of default values..……..37

III.2.2Calibration 2: description of average values..…….47

III.2.3Calibration 3: description of modified values..……...55

Conclusion……...61

Reference…….....62

Abstract……...66

Abstract

In membrane bioreactor applications, membrane fouling poses a significant problem since it clogs the membrane's pores and decreases permeability. The study intends to use a model that follows the impact of SMP on membrane fouling by taking into account a variety of parameters and limiting variables in order to address this problem. The most important SMP parameters (S_{UAP}, S_{BAP}) are determined through sensitivity analysis, which is used to calibrate the output integrate model (ASM1-SMP). The collection of organic compounds in solution known as SMPs is produced by biomass mortality and substrate metabolism, which is usually linked to bacterial growth during the full mineralization of simple substrates. SMPs can be divided into two categories according to where they came from: Utilization Associated Products (UAPs), which are tiny compounds made of carbon that are extracted from the original substrates. Biomass Associated Products, or BAPs, are macromolecules found primarily in cells that are composed of carbon and nitrogen.

Thus, the application of activated sludge models (ASM) to SMP has become increasingly important recently. With the assistance of Aquasim, a sludge wastewater treatment system that uses the Monte Carlo method, several sensitivity analysis techniques were used to determine which kinetic and stochiometric parameters with the highest sensitivity to our state variables that affects our biological treatment process.

Keywords: Activated Sludge Models (ASM), Utilization Associated Products (UAPs), Biomass Associated Products (BAPs), Soluble Microbial Products (SMP), ASM1-SMP, S_{UAP}, S_{BAP}.

Résumé

Dans les applications de bioréacteurs à membrane, l'encrassement de la membrane pose un problème important car il obstrue les pores de la membrane et diminue sa perméabilité. L'étude vise à utiliser un modèle qui suit l'impact du SMP sur l'encrassement des membranes en prenant en compte une variété de paramètres et de variables limitantes afin de résoudre ce problème. Les paramètres SMP les plus importants (S_{UAP}, S_{BAP}) sont déterminés par une analyse de sensibilité, qui est utilisée pour calibrer le modèle d'intégration de sortie (ASM1-SMP). La collecte de composés organiques en solution appelés SMP est produite par la mortalité de la biomasse et le métabolisme du substrat, qui est généralement lié à la croissance bactérienne lors de la minéralisation complète des substrats simples. Les SMP peuvent être divisés en deux catégories selon leur origine : les

produits associés à l'utilisation (UAP), qui sont de minuscules composés constitués de carbone extraits des substrats d'origine. Les produits associés à la biomasse, ou BAP, sont des macromolécules trouvées principalement dans les cellules et composées de carbone et d'azote.

Ainsi, l'application de modèles de boues activées (ASM) au SMP est devenue de plus en plus importante récemment. Avec l'aide d'Aquasim, un système de traitement des eaux usées par boues qui utilise la méthode de Monte Carlo, plusieurs techniques d'analyse de sensibilité ont été utilisées pour déterminer quels paramètres cinétiques et stœchiométriques ont la plus grande sensibilité à nos variables d'état qui affectent notre processus de traitement biologique.

Mots clés : Modèles de boues activées (ASM), Produits associés à l'utilisation (UAP), Produits associés à la biomasse (BAP), Produits microbiens solubles (SMP), ASM1-SMP, S_{UAP}, S_{BAP}.

الملخص

في تطبيقات المفاعلات الحيوية الغشائية، يشكل تلوث الغشاء مشكلة كبيرة لأنه يسد مسام الغشاء ويقلل من نفاذيته. تهدف الدراسة إلى استخدام نموذج يتتبع تأثير SMP على تلوث الأغشية من خلال مراعاة مجموعة متنوعة من المعلمات والمتغيرات المحددة من أجل معالجة هذه المشكلة. يتم تحديد أهم معلمات SMP (S_{BAP} ,S_{UAP}) من خلال تحليل الحساسية، والذي يستخدم لمعايرة نموذج تكامل الإخراج .(ASM1-SMP) يتم إنتاج مجموعة المركبات العضوية في محلول يسمى SMPs عن طريق موت الكتلة الحيوية واستقلاب الركيزة، والذي يرتبط عمومًا بنمو البكتيريا عند التمعدن الكامل للركائز البسيطة. يمكن تقسيم الشركات الصغيرة والمتوسطة إلى فئتين حسب أصلها : المنتجات المرتبطة بالاستخدام(UAP) ، وهي مركبات صغيرة مصنوعة من الكربون المستخرج من الركائز الأصلية. المنتجات المرتبطة بالكتلة الحيوية، أوBAPs ، هي جزيئات كبيرة موجودة بشكل أساسي في الخلايا وتتكون من الكربون والنيتروجين.

وبالتالي، أصبح تطبيق نماذج الحمأة المنشطة (ASM) على SMP ذا أهمية متزايدة في الآونة الأخيرة. بمساعدة Aquasim، وهو نظام لمعالجة مياه الصرف الصحي الحمأة يستخدم طريقة مونت كارلو، تم استخدام العديد من تقنيات تحليل الحساسية لتحديد المعلمات الحركية والكيميائية التي لديها أكبر حساسية لظروفنا المتغيرة التي تؤثر على عملية المعالجة البيولوجية لدينا.

الكلمات المفتاحية: نماذج الحمأة المنشطة (ASM)، المنتجات المرتبطة بالاستخدام (UAP)، المنتجات المرتبطة بالكتلة الحيوية (BAP)، المنتجات الميكروبية القابلة للذوبان (SMP)، ASM1-SMP، S_{UAP}، S_{BAP}.