

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



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

N° d'ordre :.....

Série :.....

**Mémoire**

**PRESENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER**  
**EN GÉNIE DES PROCÉDÉS**  
**OPTION : GÉNIE DES PROCÉDÉS DE L'ENVIRONNEMENT**

**Approche de modélisation pour mieux contrôler le colmatage dans un bioréacteur à membrane immergée : développement d'expressions analytiques en régime permanent à l'aide de la matrice ASM1**

**Présenté par :**

**KHELLOUT Badr Eddine.**

**LADJABI Abd Errahmen.**

**MECHEHOUD Tarek.**

**Dirigé par :**

**Dr BENALIOUCHE Hana**

**Maitre Conférence B**

**Année universitaire**

**2020-2021**

**Session : juin**

## TABLE DES MATIERES

<b>Remerciement</b> .....	I
<b>Abréviation utilisée</b> .....	II
<b>Nomenclature</b> .....	III
<b>Introduction générale</b> .....	1
Chapitre I : Les bioréacteurs à membrane	
I.1 Définition et histoire .....	3
I.2 Les principaux avantages de BRM .....	4
I.3 Configurations du BRM.....	5
I.3.1 Système séparé.....	5
I.3.2 Système immergé.....	6
I.4 Les membranes .....	7
I.4.1 Définition des membranes .....	7
I.4.2 Nature et types de membranes .....	7
I.5 Le colmatage des membranes .....	7
I.5.1 Définition de colmatage .....	8
I.6 La perméabilité .....	9
I.6.1 Filtration frontale .....	10
I.6.2 Filtration tangentielle .....	10
I.7 Colmatage réversible et irréversible .....	11
I.7.1 Colmatage réversible.....	12
I.7.2 Colmatage irréversible .....	12
I.8 Différents types de colmatage.....	12
I.9 Modèle mathématique de colmatage .....	13
I.10 Les différents facteurs influençant le colmatage.....	16
I.11 Stratégies de contrôle du colmatage.....	17
I.11.1 Le décolmatage physique.....	17
I.11.2 Les lavages chimiques .....	19
I.12 Colmatage - SMP.....	20
I.13 Les produits microbiens solubles (SMP) .....	20
I.13.1 Définition .....	20

I.13.2 Les exo polymères (EPS).....	20
I.14 La production des SMP dans les bioréacteurs .....	22
I.14.1 Les SMP liés à l'utilisation du substrat et à la croissance bactérienne .....	23
I.14.2 SMP liés à la mortalité de la biomasse .....	23
I.14.2.2 Les BAP .....	23
I.15 Les polysaccharides du surnageant (SMPc).....	24
I.16 Les protéines du surnageant (SMPp) .....	24
I.17 Rôle des SMP dans le colmatage .....	25

## Chapitre II :Model ASM1

II.1 Introduction .....	26
II.2 le modèle ASM1 .....	26
II.3 Matrice ASM1 basique .....	27
II.3.1 Représentation de la matrice ASM1 basique.....	28
II.3.2 Les variables d'état et les variables composites dans le modèle ASM1 .....	28
II.4 Les coefficients cinétiques.....	31
II.5 Le modèle ASM1 modifier (ASM1-SMP) .....	33
II.6 Modélisation ASM1-SMP .....	35
II.7 Les SMP .....	36

## Chapitre III : PARTIE EXPERIMENTALE

III.1 Introduction .....	39
III.2 Calibration de model .....	39
III.3 Développement des expressions en régime permanent .....	42
III.3.1 L'hypothèse de fonctionnement de la matrice (ASM1) modifiée.....	43
III.3.2 Équations du modèleASM1-SMP modifié.....	51
III.3.3 L'expression la population hétérotrophe.....	52
III.3.4 L'expression de la population autotrophe .....	53
III.3.5 Les expressions de la consommation d'oxygène .....	53
III.3.6 Matrices stœchiométriques et de composition pour le modèle CES-ASM3.....	53
III.4 Validation du model ASM1-SMP .....	54
<b>CONCLUSION</b> .....	62

## CONCLUSION

---

### CONCLUSION

Ce travail de mémoire présente un nouveau modèle de boues activées basé sur ASM1 avec les cinétiques SMP conçues pour être combinées avec un modèle d'encrassement des membranes pour faciliter la simulation intégrée des BRM pour le traitement des eaux usées. Contrairement à certains développements antérieurs publiés dans la littérature, le nouveau modèle est structurellement correct et a été calibré avec succès sur des données expérimentales provenant de la thèse de doctorat du Mme Benaliouche Hana.

Des expressions analytiques ont été développées, décrivant les concentrations des principales variables d'état présentes dans la matrice boues :  $X_{BH}$ ,  $X_{BA}$ ,  $S_{BAP}$ ,  $S_{UAP}$ ,  $OUR_{AUTO}$ ,  $OUR_{Hétéro}$ ,  $X_{UAP}$ ,  $X_{BAP}$ ,  $X_S$ ,  $X_I$  et  $X_{ND}$ . Avec l'inclusion de seulement quatre équations différentielles linéaires supplémentaires.

L'estimation du taux de colmatage par les SMP, ( $S_{UAP}$  et  $S_{BAP}$ ) n'est pas encore validée et est en cours de simulation, sous contrainte du manque de dispositif de l'implémentation (pc, processus performant). En perspective, nous envisageant une implémentation du nouveau model dans le logiciel MATLAB® ou AQUASIM.