

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



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

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire

PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN GENIE DES PROCEDES
OPTION : GENIE DES PROCEDES DE L'ENVIRONNEMENT

**SIMULATION DE LA NANOFILTRATION,
ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA
PERMEABILITE**

Présenté par :

Dirigé par :

✚ AMIMOUR Hanan

Mr HAMDACHE Abderrazaq

✚ MEDROUB Asma

Maitre Assistant

✚ BEDIAF Saber

Année universitaire

2020-2021

Session : juin

Table des matières

Introduction générale :	1
I. Les procédés de traitement des eaux :	3
I.1. Traitement physico-chimiques :	3
I.1.1. Traitement des eaux contaminées :	4
I.1.2. Traitement des eaux usées industrielles :	6
I.2. Les procédés thermiques :	7
I.2.1. Procédés des traitements thermiques :	8
I.3. Les procédés à membranes :	9
I.3.1. Historique des techniques et présentation du principe général :	9
I.3.2. Définition de la membrane :	9
I.3.3. Les procédés membranaires :	10
I.3.4. Classification des membranes : Matériaux membranaires :	14
II. La nanofiltration :	22
II.1. Principes de mise en œuvre des membranes :	22
II.1.1. Écoulement frontal :	22
II.1.2. Écoulement tangentiel :	23
II.2. Type de modules :	24
II.2.1. Module spiralé :	24
II. 2.2. Modules à fibres creuses :	25
II.2.3. Module tubulaire :	26
II.2.4. Module plan :	27
II.3. Choix d'un module :	28
II.4. Les Avantages et inconvénients de différents types de modules de membranes :	28
II.5. Les Paramètres de membrane de nanofiltration :	29
II.5.1. Flux volumique de perméation :	29
II.5.2. Taux de conversion :	30
II.5.3. Perméabilité :	30
II.5.4. Perméabilité hydraulique de la membrane :	31
II.5.5. La sélectivité :	31
II.5.6. Le taux de passage en sels :	32
II.5.7. La résistance hydraulique :	32

II.5.8. Résistance hydraulique de la membrane :.....	32
II.5.9. Le taux de rétention :	32
II .5.10. La pression transmembranaire :	33
III. Modélisation de la nanofiltration :	34
III.1. Qu'est-ce qu'un modèle ?.....	34
III.2. Pourquoi faut-il modéliser ?	34
III.3. Les étapes de la modélisation à la simulation numérique :	34
III.4. Modélisation du transfert de matière dans les membranes :.....	34
III.4.1. Loi de Darcy :.....	34
III.4.2. Modèle de la pression osmotique :	35
III.4.3. Modèle de solution diffusion :.....	35
III.4.4. Modèle de résistances en séries :.....	37
IV. Méthodes numériques de discrétisation :	38
IV.1. Méthode des différences finis (MDF) :	38
IV.1.1. Méthode des différences finis (MDF) :.....	38
IV.1.2. Principe méthode des différences finis :.....	38
IV.1.3. Pourquoi utiliser l'approche différences finies ?.....	38
IV.1.4. Les avantages et les inconvénients de la méthode de différences finies :.....	38
IV.2. Méthode des éléments Finis :	39
IV.2.1. Méthode des éléments finis (MEF) :.....	39
IV.2.2. Principe méthode des éléments finis :	39
IV.2.3. Pourquoi utiliser l'approche éléments finis ?	39
IV.2.4. Les avantages et les inconvénients de la méthode d'éléments finis :.....	40
IV.3. Méthode de volume finis :.....	40
IV.3.1. Méthode des Volumes Finis (MVF) :.....	40
IV.3.2. Principe méthode des volumes finis :.....	40
IV.3.3. Pourquoi utiliser l'approche "Volumes Finis" ?	41
IV.3.4. Les avantages et les inconvénients de la méthode volumes finis :.....	41
IV.3.5. Formulation Bidimensionnelle de l'équation de Poisson par la MVF :	41
V.COMSOL Multiphasiques :	45
V.1. Définition du COMSOL :	45
V.2. Principe d'utilisation :	46
V.3. Description du logiciel « COMSOL Multiphysics :	46
V.4. Création du modèle de simulation :	47

Tableaux des matières

V.5. Logiciel COMSOL :	48
V.5.1. Choix de la physique et du cas à l'étude :	48
V.5.2. Définition de la géométrie du problème :	48
V.5.3. Définition des matériaux solides et fluides :	48
V.5.4. Définition des interfaces physiques :	49
V.5.5. Définition des interfaces de couplage :	49
V.5.6. Définition du maillage :	49
V.5.7. Choix de l'algorithme de résolution :	50
V.5.8. Post-traitement et export des résultats :	50
V.6. Avantages de conception avec COMSOL Multiphysics :	50
VI. Résultats et discussions :	52
VI.1. La géométrie :	52
VI.2. Hypothèses utilisés :	52
VI.2.1. Transfert de matière :	52
VI.2.2. Transfert de quantité de mouvement :	53
VI.3. Maillage :	54
VI.4. Résultats et discussions :	55
VI.5. Profile de la concentration et la vitesse :	56
VI.6. Résultats de simulation :	60
VI.7. Profile de la concentration :	61
VI.8. Profile de la vitesse :	61
VI.9. Profile de la pression :	61
VI.10. Influence de la vitesse sur la pression :	62
VI.11. Influence de la perméabilité sur la concentration :	62
Conclusion générale :	64
Bibliographie	

الملخص :

المياه ضرورية في الصناعة في العديد من المجالات مثل قطاعات (الادوية, الاغذية, إلخ) يجب أن تكون فائقة النقاء. نظرا لأنه يتعين علينا إتباع التقنيات المستخدمة, فإن عمليات الفصل مثل الترشيح النانوي هي عملية فعالة للغاية و استخدامها في نظام مغلق يحسن أدائها.

تؤثر العديد من العوامل الفيزيائية و الكيميائية على عملية الترشيح النانوي مثل النفاذية. الهدف من مشروعنا هو دراسة تأثير النفاذية على عملية الترشيح النانوي, ولهذا استخدمنا برنامج كومصول متعدد الفيزياء لدراسة تأثير النفاذية على عوامل معينة بشكل رئيسي على استقطاب التركيز, الضغط و السرعة من أجل تحسين العائد من هذه العملية.

الكلمات المفتاحية : كومصول ,الغشاء, الترشيح النانوي, النفاذية.

Résumé:

L'eau est nécessaire dans l'industrie à nombreux domaines comme les secteurs (pharmaceutique, alimentaire etc...) dans plusieurs doit être ultra pure. Pour assurer la pureté de ce dernier multiple technique sont utilisées tels que la nanofiltration ce procédé très efficace, son utilisation dans un système fermé améliore son rendement. Plusieurs facteurs physico-chimiques influencent le processus de la nanofiltration, comme la perméabilité. Le but de notre projet est étudier l'effet de perméabilité sur le processus de nanofiltration, pour cela nous avons utilisé le logiciel COMSOL multiphysics pour étudier l'effet de perméabilité sur certains facteurs essentiellement la polarisation de la concentration, la pression et la vitesse afin améliorer le rendement de ce procédé.

Mots clés : COMSOL, membrane, nanofiltration, perméabilité.