

Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



RIGES

ISSN: 2521-2125

**NUMERO
SPECIAL
JANVIER 2019**



Publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane OUATTARA de Bouaké

ADMINISTRATION DE LA REVUE

Direction

Arsène DJAKO, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

Secrétariat de rédaction

- Joseph P. ASSI-KAUDJHIS, Professeur Titulaire à l'UAO
- Konan KOUASSI, Maître-Assistant à l'UAO
- Dhédé Paul Eric KOUAME, Maître-Assistant à l'UAO
- Yao Jean-Aimé ASSUE, Maître-Assistant à l'UAO
- Zamblé Armand TRA BI, Maître-Assistant à l'UAO
- Kouakou Hermann Michel KANGA, Assistant à l'UAO

Comité scientifique

- HAUHOUOT Asseypo Antoine, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- ALOKO N'Guessan Jérôme, Directeur de Recherches, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- AKIBODÉ Koffi Ayéchoro, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- BOKO Michel, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Benin)
- ANOH Kouassi Paul, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- MOTCHO Kokou Henri, Professeur Titulaire, Université de Zinder (Niger)
- DIOP Amadou, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- SOW Amadou Abdoul, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- DIOP Oumar, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger Saint-Louis (Sénégal)
- WAKPONOU Anselme, Professeur HDR, Université de N'Gaoundéré (Cameroun)
- KOBY Assa Théophile, Maître de Conférences, UFHB (Côte d'Ivoire)
- SOKEMAWU Koudzo, Maître de Conférences, UL (Togo)

EDITORIAL

Un regard critique sur l'évolution du monde, depuis l'époque contemporaine, laisse transparaître une pluralité de crises de différents caractères, dans pratiquement tous les Etats en général, et dans ceux de l'Afrique subsaharienne en particulier.

D'abord dans les campagnes subsahariennes, l'agriculture est à un carrefour. Alors que les impacts du changement climatique sur la production alimentaire sont de loin négatifs, selon les scientifiques et les observateurs avisés, la demande agricole ne fait qu'augmentée avec la population. Ne pas la satisfaire, à la mesure de sa demande, renforcerait l'insécurité alimentaire, tandis que poursuivre sur le même rythme d'une agriculture itinérante sur brûlis associant l'utilisation mal contrôlée de pesticides accélérerait le réchauffement du climat. Les populations courent le risque de se retrouver dans une spirale de pauvreté – faim – dégradation de l'environnement – conflits, etc. Dès lors, la question de la sécurisation de l'agriculture subsaharienne se révèle être d'actualité.

Ailleurs, les villes subsahariennes occupent une place de premier plan dans le débat relatif aux enjeux environnementaux. Au fur et à mesure qu'elles se complexifient, en raison des activités relatives au développement socioéconomique qui se multiplient, elles sont susceptibles d'avoir des effets négatifs sur l'environnement. Face à leur étalement, conjuguée à la concentration démographique et à la production industrielle, les niveaux de pollution ne font que s'élever et la biodiversité court le risque de s'effriter. Parvenir à une absence de menaces contre l'environnement urbain, essentiel au bien-être des populations et au maintien de son intégrité fonctionnelle, s'avère nécessaire.

Il ne faut pas omettre l'actualité sanitaire de l'Afrique subsaharienne. La résurgence répétée de l'épidémie d'Ebola dans plusieurs pays, révèle par exemple que la sécurité sanitaire est menacée. Selon l'OMS (2017), 80% de la charge de morbidité due au paludisme pèse sur cette partie du globe. Pourtant, tous ces Etats, après leur indépendance, ont réussi à mettre en place, pour leurs populations, des systèmes de santé. Cependant, leur fonctionnement reste encore problématique. Se préserver des problèmes de santé passe par un renforcement de la capacité des pays à prévenir les menaces sanitaires actuelles et futures, à les détecter et à y répondre efficacement. Alors, comment parvenir à une sécurité sanitaire en Afrique subsaharienne ?

Ce tableau non exhaustif de la situation sanitaire, sécuritaire et socio-environnemental en l'Afrique subsaharienne révèle combien de fois il est plus qu'opportun de mener des réflexions actualisées sur les questions de sécurité

dans le contexte actuel des ODD. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce numéro spécial de RIGES. Pour ce numéro spécial de janvier 2019, la Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes (RIGES) a lancé un appel à contribution sur le thème : « Les questions de sécurité en Afrique subsaharienne » regroupé autour de ces axes suivants :

- Axe 1 : Développement agricole et sécurité alimentaire ;
- Axe 2 : Gouvernance foncière et sécurisation de la cohésion sociale ;
- Axe 3 : Milieu urbain et assainissement ;
- Axe 4 : Territoire, sécurité et enjeux de pouvoir ;
- Axe 5 : Société, environnement et sécurité sanitaires.

KANGA Kouakou Hermann M.

YEBOUE Konan Thiéry St Urbain

COMITE DE LECTURE

- KOFFI Brou Emile, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- BECHI Grah Félix, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- MOUSSA Diakité, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- VEI Kpan Noël, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- LOUKOU Alain François, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- TOZAN Bi Zah Lazare, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- KOFFI Yao Jean Julius, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire).

Sommaire

AXE 1 : DÉVELOPPEMENT AGRICOLE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE	8
NASSIHOUNDE C. Blaise, HOUINSOU T. Auguste, GIBIGAYE Moussa, KPATOUKPA K. Bienvenu, DOSSOU GUEDEGBE V. Odile Contribution des marchés vivriers de la dépression d'Issaba au développement local des communes de Pobe, Ouinhi et Adja-Ouere au sud-est du Benin	9
Ayi Yves Césaire AJAVON Importances socio-économiques de la production des hypocotyles du ronier (<i>borassus aethiopum mart.</i>) dans la commune de Savé au centre du Benin (Afrique de l'ouest)	31
Kopeh Jean-Louis ASSI, Tchognenga Charles SORO, N'zué Pauline YAO, Joseph-P. ASSI-KAUDJHIS Approche SIG du potentiel agricole pour la production de l'ananas dans le département de Grand-Bassam	49
YEO Yakatienguelpou, YEO Siriki , ASSI-KAUDJHIS Joseph P. Les conflits liés à l'exploitation agricole et minière dans le département de Katiola (côte d'ivoire)	71
AXE 2 : GOUVERNANCE FONCIERE ET SECURISATION DE LA COHESION SOCIALE	85
Sidia Diaouma BADIANE Femmes et agriculture dans la forêt classée de mbao (Dakar) : contribution à la préservation d'une forêt classée et d'une zone de moyens d'existence	86
Guy Sourou NOUATIN, Omokunmi Floriane Sylfata OREYICHAN Conseil à l'exploitation familiale et autonomisation des femmes dans la commune de N'dali (nord du Benin)	101
SILUE N'wangboho Fousseni, KOFFI Brou Emile Gestion coutumière et accessibilité aux espaces agricoles urbains et périurbains dans la région de Gbêkê	126
AXE 3 : MILIEU URBAIN ET ASSAINISSEMENT	148
Kouacou Fohondi Constantin, Brenoum Kouakou David, Atta Koffi Lazare Impact de l'autoroute du nord sur la ville de Toumodi	149

KOUAME Konan Lopez, ASSIDJO Nogbou Emmanuel Simulation en regime temporel de la sedimentation de particules en suspension dans l'eau à SANIA_cie (Abidjan-Côte d'Ivoire)	174
Félix Grah BECHI Les déterminants du revers de l'harmonie urbaine dans l'espace communal de cocody (Abidjan - Côte d'Ivoire)	187
AXE 4 : TERRITOIRE, SÉCURITÉ ET ENJEUX DE POUVOIR	203
KOFFI Assoumou André Luc, GAHIÉ Gnantin Mathias, KOFFI Brou Émile, LOUKOU Alain François Services mobiles money et leurs retombées socioéconomiques pour les populations de la ville de Dimbokro	204
DJOMO Armel Konan Kouassi, KONÉ Kapiéfolo Julien, ADOU Bosson Camille, KOFFI Brou Émile, LOUKOU Alain François La problématique de l'e-participation citoyenne dans le district de yamoussoukro	218
KOFFI Kouassi Antoine, ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, ASSI-KAUDJHIS Joseph P. Les mutuelles de développement et l'habitat dans les villages de la commune de Bocanda	232
Alida Gwladys DIEME, Firmain Kouakou N'GUESSAN, Noel Kpan VEI, Émile Brou Koffi Production foncière à travers les lotissements villageois à Bouaké : quel bilan ?	251
KALOU Bi Kalou Didier, ZAH Bi Tozan Les bakor-bakors (mototaxis) : de nouvelles offres de transports collectifs à Vavoua (Côte d'Ivoire)	268
KOUADIO Kouakou Abraham, GOGBE Téré Potentialités et contraintes du développement du tourisme dans le département de Tiassalé (Côte d'Ivoire)	285
AXE 5 : SOCIÉTÉ, ENVIRONNEMENT ET SÉCURITÉ SANITAIRES	305
KOUASSI Konan, SREU Eric, KOUA Asseman Médard Les camps de prière : quelle soupape de sécurité sanitaire dans un désert d'offre de soins psychiatrique dans la région sanitaire de Gbêkê (Centre-Côte d'Ivoire) ?	306
Dr Hervé Bonaventure Métonmassé GBÉNAHOU Mécanismes de mobilisation des ressources financières face aux maladies sévères et faibles adhésions aux structures mutualistes (zou- Benin)	327

Kouamé Sylvestre KOUASSI, Symphorien ONGOLO Politiques de conservation de la biodiversité, migrations et conflictualités en Côte d'Ivoire : l'exemple du parc national de la Marahoué	340
Rachad Kolawolé Foumilayo Mandus ALI Diversité et formes d'utilisations des plantes médicinales vendues dans le marché de Agbokou dans la commune de Porto-Novo au sud-est du Benin, Afrique de l'ouest	358
APPOH Kouassi Menzan Williams, ASSUÉ Yao Jean-Aimé, ASSI KAUDJHIS Joseph P. Difficultés d'accès aux soins modernes par les ruraux du département de Koun-fao	378
TOHOZIN Côovi Aimé Bernadin Contribution du sig pour le diagnostic des vallons et la lagune de Porto-Novo, Benin	393
Djibril Tenena YEO, Nambégué SORO, Marie-Solange TIEBRE Dynamique de l'occupation du sol de la «zone dense» de Korhogo de 2000 à 2015 (nord de la Côte d'Ivoire)	405
Pélagie Mongbo-Gbénahou, Gauthier Biaou Pauvreté et construction du self chez les enfants de 5-14 ans au sud du Benin	424

SIMULATION EN REGIME TEMPOREL DE LA SEDIMENTATION DE PARTICULES EN SUSPENSION DANS L'EAU A SANIA_CIE (ABIDJAN-COTE D'IVOIRE).

KOUAME Konan Lopez,

Ingénieur Génie Chimique et Procédés/ Doctorant en sciences des Procédés Chimiques Alimentaires et Environnementaux à Ecole Doctorale Polytechnique (EDP) de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire).
E-mail : kouamekonanlopez@gmail.com

ASSIDJO Nogbou Emmanuel,

Professeur titulaire en Chimiométrie
Enseignant chercheur à l'Institut National Polytechnique Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). Responsable du Laboratoire Groupe de Nutrition et de Technologies Alimentaires (GNTA).
E-mail: assidjo@yahoo.fr

RESUME

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la modélisation des procédés de traitement physicochimique. L'objectif de cette étude est de faire une simulation en régime temporel de la décantation des matières en suspension dans les eaux usées après la coagulation-floculation. Les paramètres utilisés dans la conception de ce modèle sont : la vitesse ou débit d'entrée de effluent dans le décanteur, la pression à l'intérieur du décanteur et la charge de matières en suspension dans l'eau. Les travaux ont été effectués sur les effluents d'une huilerie (SANIA-cie). Dans cette étude, les simulations sont effectuées sur Comsol multiphysics. Il ressort de cette étude que le débit d'entrée dans le décanteur doit être faible selon la dimension du bassin ce qui exige un écoulement laminaire. Les simulations effectuées montrent que la vitesse d'entrée optimale est 0,1m/s soit un débit de 0,006m³/s. Par ailleurs une légère augmentation de la pression interne est constatée en vertu de la loi d'hydrostatique. En fin, les résultats des simulations montrent que la concentration en MES doit être la plus élevée possible à l'arrivée de l'effluent dans le bassin de décantation environ 20 mol /m³. Le coefficient de performance du modèle est $\gamma = 97,43\%$. Ce qui permet de valider le modèle puisqu'il fournit pratiquement les mêmes résultats que le traitement réel effectué dans ladite entreprise.

Mots clés : modélisation, multiphysique, simulation, suspension, sédimentation, régime temporel

ABSTRACT

This study is part of the modeling of physicochemical treatment processes. The objective of this study is to make a temporal simulation of the decantation of suspended solids in wastewater after coagulation-flocculation. The parameters used in the design of this model are: the rate or flow of effluent entering the decanter, the pressure inside the decanter and the load of suspended solids in the water. The work was carried out on the effluents of an oil mill (SANIA-cie). In this study, simulations are performed on Comsol multiphysics. It emerges from this study that the flow entering the decanter must be low depending on the size of the basin which requires a laminar flow. The simulations carried out show that the optimum input speed is $0.1\text{m} / \text{s}$, ie a flow rate of $0.006\text{m}^3 / \text{s}$. Moreover, a slight increase in the internal pressure is observed under the hydrostatic law. Finally, the results of the simulations show that the concentration of MES must be as high as possible at the arrival of the effluent in the settling basin approximately $20 \text{ mol} / \text{m}^3$. The coefficient of performance of the model is $\gamma = 97, 43\%$. This makes it possible to validate the model since it provides practically the same results as the actual processing performed in said company.

Key words: modeling, multiphysics, simulation, suspension, sedimentation, temporal regime

1. Introduction

Les unités industrielles dans leur fonctionnement utilisent beaucoup d'eau, non seulement dans le processus de transformation mais aussi pour le nettoyage des installations et des outils après la production (SALIM, 2012). Ces eaux industrielles résiduaires ou usées sont rejetées parfois dans le réceptacle naturel sans traitement préalable (DONGO, 2013). L'impact sur l'environnement des effluents industriels est aujourd'hui une réalité manifeste et une menace sérieuse à moyen et long terme pour la qualité des eaux de surface et des nappes souterraines (AMINOT, 2013). Avec les législations sur les déchets et la ressource en eau qui se renforcent partout dans le monde, les industriels sont appelés à diminuer l'impact de leurs activités sur l'environnement. Ils se doivent donc de traiter leurs effluents avant de les rejeter dans l'environnement. Autant les caractéristiques et le traitement des effluents domestiques sont bien connus, autant les rejets industriels posent de gros problèmes de par leur diversité et leur composition (DJELAL, RIGAIL ET BOYER, 2008). Pour s'affranchir de cette pollution de nombreuses techniques sont mises en œuvre (BENSAID, 2009). Les principales techniques mises en œuvre en traitement des eaux sont de nature physique, chimique, physico-chimique ou biologique. De nombreuses études dont celles de (MACHKOR, 2013 ; CABANA, 2015) ont été effectuées afin

d'optimiser les procédés de traitement physico-chimique (coagulation-floculation-décantation et filtration) notamment la dose optimale de coagulant et le pH optimal. Cette étude s'inscrit dans le même cadre d'optimisation des procédés de traitement physicochimique. L'objectif de cette étude est de faire une modélisation multiphysique de la décantation des matières en suspension dans les eaux usées afin de prédire les résultats d'un tel traitement connaissant les paramètres d'entrées tels que le débit de l'effluent à l'entrée du bassin, la pression à l'intérieur du décanteur et la charge de matières en suspension dans l'eau à l'entrée de celui-ci. La sédimentation consiste dans le dépôt des particules solides en suspension dans l'eau sous l'effet de la gravimétrie. Il est bien connu que les particules en suspension sédimentent en fonction de leur taille, donc pour obtenir une bonne décantation, il est nécessaire d'augmenter le diamètre des particules (AMEL, 2009). L'objectif de cette étude est de simuler l'étape de sédimentation à partir des paramètres tels que le débit de l'effluent à l'entrée du bassin, la pression à l'intérieur du décanteur et la charge de matières en suspension dans l'eau à l'entrée de celui-ci. La modélisation multiphysique sera alors utilisée pour faire cette simulation.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériels

Dans le cas de cette étude, le matériel utilisé est l'effluent de SANIA-cie qui est une usine de production d'huile de table.

Les caractéristiques et les paramètres du traitement de la station de traitement des effluents de SANIA-cies sont consignés dans le tableau1 ci-après :

Tableau 1: Composition moyenne des eaux usées admises de la station de traitement de SANIA

Paramètres	pH	DCO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	MES (mg/L)	Débit (m ³ /j)
Valeurs	8,5-10,7	2649	635	2000- 4000	80

Source : SANIA-cie

pH : potentiel d'hydrogène

MES : matières en suspension

DCO : Demande Chimique en oxygène.

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène.

Par ailleurs, le logiciel Comsol multiphysics a été utilisé pour la simulation.

2.2. Méthodologie

2.2.1. Définition des phénomènes à modéliser

Cette étude consiste d'abord à modéliser puis à simuler tous les phénomènes de la sédimentation des particules en suspension dans l'eau par la méthode des éléments finis.

Les physiques qui interviennent dans le traitement physico-chimique des eaux usées sont:

- ✓ L'écoulement laminaire ;
- ✓ Les réactions de surface ;
- ✓ Le transport d'espèces diluées ;

2.2.2. Choix des équations aux dérivées partielles (EDP) gouvernant les phénomènes

Le problème d'écoulement et de sédimentation est gouverné par le système d'équations suivantes à résoudre :

- ✓ Equation de conservation de masse (loi de conservation de matière)

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0$$

- Condition initiale

Le débit journalier à l'entrée du bassin de décantation est 80 m³/j soit un débit massique initiale de $C_0 = 0.93 \text{ kg/s}$.

- Condition aux limites

Le haut du bassin est en contact avec un fluide à concentration massique C_0 et le coefficient de convection de matière est h_0 .

Les quatre autres cotés du bassin sont à des flux nuls.

- ✓ Equations de Navier-Stokes

$$\rho \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} - \eta \Delta \mathbf{v} + \rho (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} + \nabla p = \mathbf{0}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{v} = 0$$

- Condition initiale

La vitesse d'entrée $U_e = 0,1 \text{ m/s}$.

La concentration de l'effluent en MES est 2000 mg/L soit une concentration volumique $C_0 = 20 \text{ mol /m}^3$ à l'entrée du bassin.

- Condition aux limites

Le bassin étant ouvert sur l'extérieure par le haut et à la sortie, la pression en ces frontières est la pression atmosphérique $P_0 = 1.013 \cdot 10^5 \text{ [Pa]}$.

La condition sur les autres parois est la condition de non-glissement.

Les conditions aux limites qui se réfèrent a la vitesse sont simplement des conditions de vitesse imposée : $V = g$ sur ∂D .

✓ Phénomène de diffusion

Le phénomène de diffusion est décrit par l'équation de Fick (loi de la mécanique décrivant tout les phénomènes de diffusion)

$$\mathbf{j}_i = -D_i \cdot \nabla (C_i)$$

Ou j_i (molécules/s/m²) est le vecteur-densité de courant des molécules i , C_i (molécules/ m³)leur concentration et D_i (m²/s) le coefficient de diffusion.

Le pas de temps choisi dans la rubrique des données est de 1s ce qui apparait temps = 1 sur toutes les figures de simulation présentés ci-après.

2.2.3. Dessin de la géométrie du bassin de sédimentation

La sédimentation dans cette structure est réalisée dans une cuve carré de 0,125 m³ soit 0,25m de coté. La géométrie est un carré de coté 0,25m

La géométrie carré et la géométrie réelle du bassin de décantation de la structure sont construite par à partir de Comsol et sont présentées par les figures 1 et 2.



Figure 1 : Géométrie d'un bassin carré



Figure 2 : Géométrie du bassin de SANIA-cie

2.2.4. Maillage du bassin de sédimentation

Le maillage du bassin carré contrôlé par la physique. Ce maillage est présenté par la figure 3 :

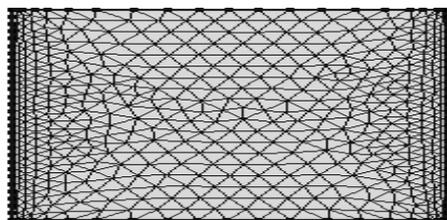


Figure 3 : Maillage d'un bassin carré

Le maillage de la géométrie réelle de ce bassin est aussi contrôlé par la physique et est présenté par la figure 4.

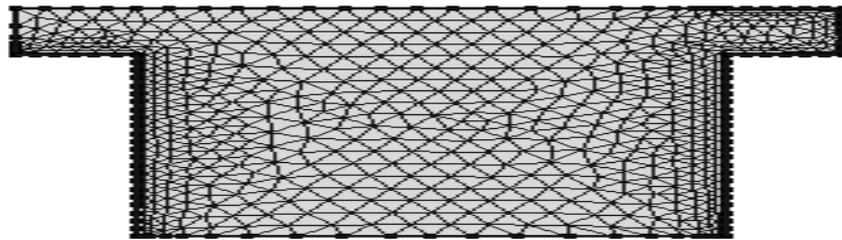


Figure 4 : Maillage du bassin de SANIA-cie

3. Résultats

Les trois paramètres étudiés pour modéliser et optimiser la sédimentation des MES dans le décanteur sont la vitesse d'écoulement, la pression à l'intérieur du bassin et la concentration en MES. Le profil de vitesse de l'écoulement de l'effluent à l'intérieur du bassin est présenté à la figure 5 :

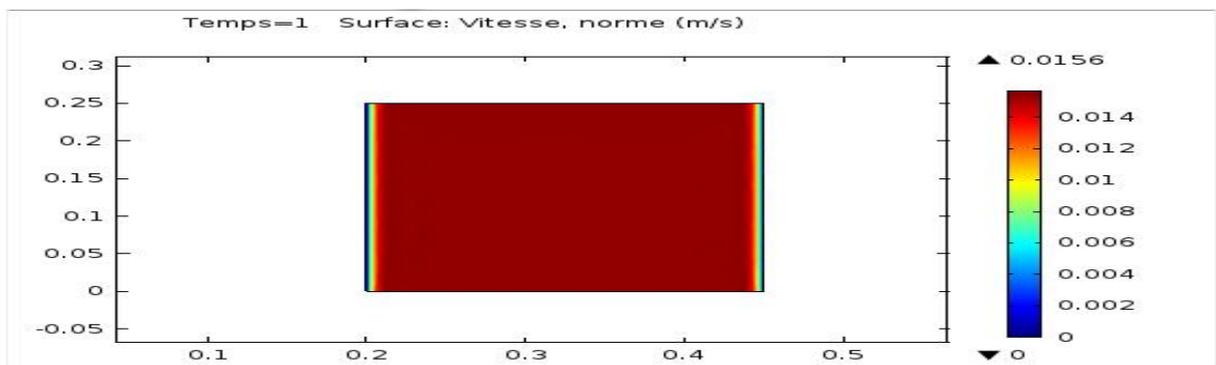


Figure 5 : Profil de vitesse dans un écoulement vertical

Ce profil de vitesse montre un champ de vitesse assez faible à l'intérieur du bassin. Ce qui est la preuve d'une alimentation ou d'un écoulement laminaire.

Le profil de séparation eau-flocs est présenté à la figure 6 :

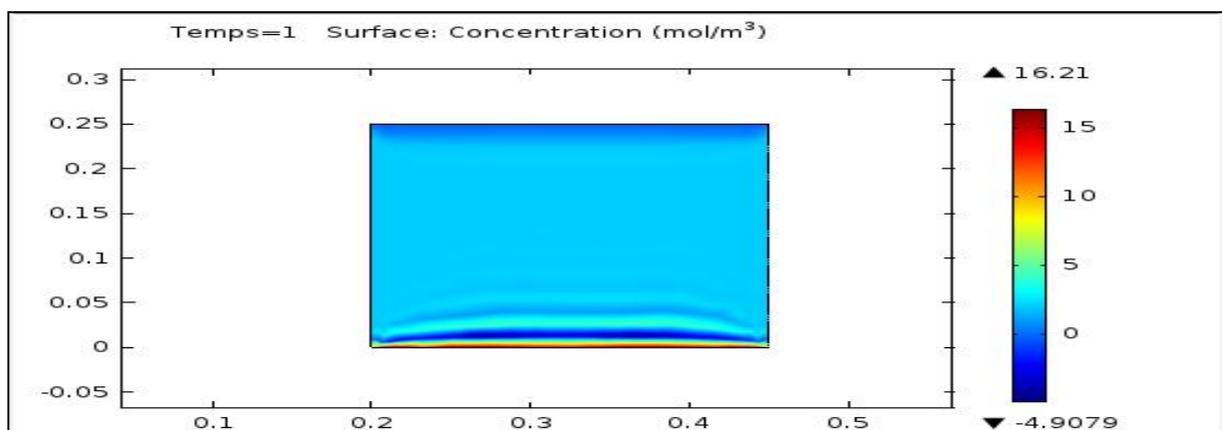


Figure 6 : Séparation eau-flocs

La figure 6 présente la boue qui décante au fond du bassin avec une concentration supérieure à 16 mol/m^3 . Par ailleurs, l'on note la présence d'une couche de couleur bleue au-dessus de la boue qui représente une fine couche d'eau limpide et qui sert d'interface boue-effluent traité.

La couche bleue à l'entrée du bassin représente un vide qui est la preuve d'une alimentation discontinue du décanteur (régime temporel).

Le profil de vitesse à l'intérieur du bassin de sédimentation est présenté à la figure 7 :

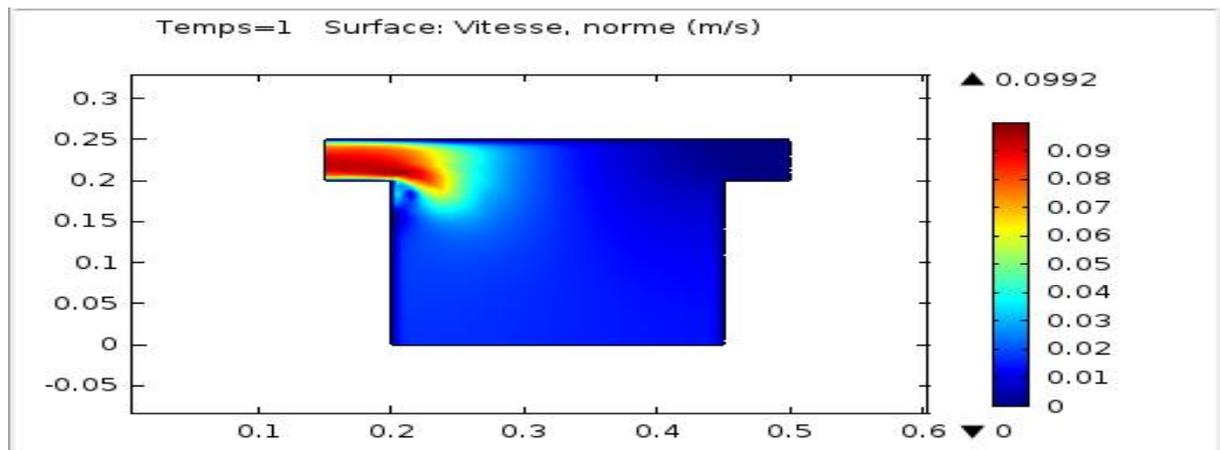


Figure 7 : variation de la vitesse dans le bassin

Ce profil de vitesse montre que l'écoulement de l'effluent à l'intérieur du bassin de sédimentation doit se faire à faible vitesse selon les dimensions du bassin. Dans notre étude, la géométrie étant un carré de côté $0,25 \text{ m}$, la vitesse optimale obtenue est de $0,1 \text{ m/s}$.

La trajectoire des particules est mise en exergue par la figure 8 :

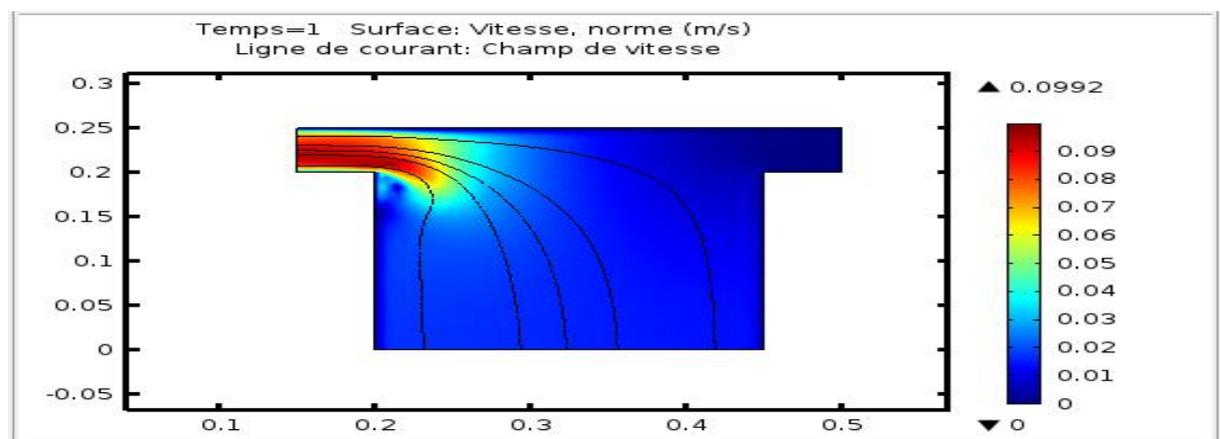


Figure 8 : Trajectoire des particules en sédimentation

Ce profil de vitesse montre en plus de la trajectoire des particules et floccs qui décantent, la diminution de la vitesse à l'intérieur du bassin. Pour une vitesse

d'entrée d'environ 0,099m/s soit 0,1m/s, l'eau traitée sort du bassin à la vitesse de 0,01m/s soit un écoulement laminaire. La figure 9 présente le profil de distribution de la pression à l'intérieur du bassin:

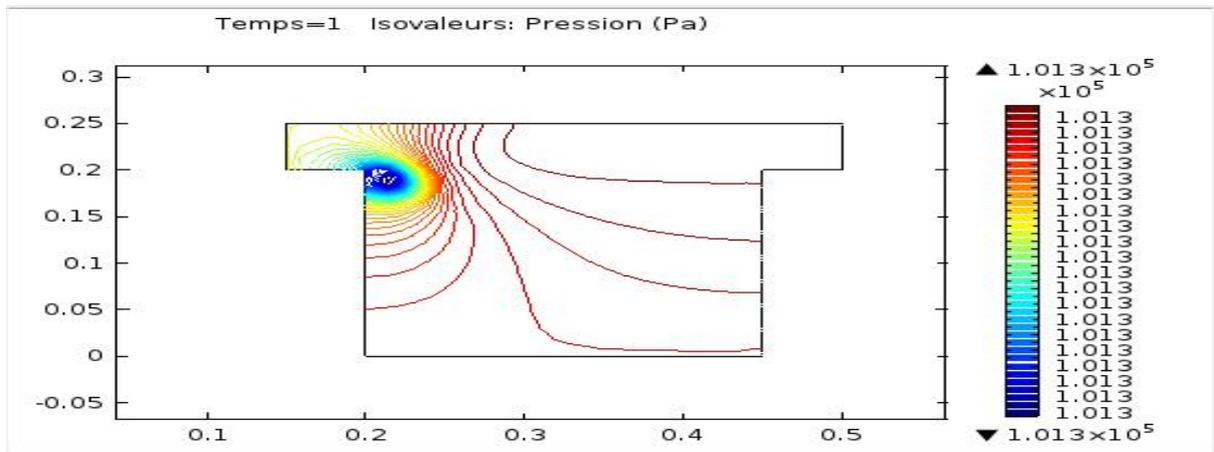


Figure 9 : Variation de la pression à l'intérieur du bassin

Le profil de distribution de pression montre les isovaleurs qui sont des lignes d'égalité de pression. La pression étant la force de contact entre les éléments de fluides d'une part et d'autre entre ces éléments de fluide et les parois du décanteur, on constate une augmentation progressive de la pression à l'intérieur du bassin. Ce qui s'explique par une différence de vitesse à l'entrée et à la sortie du décanteur qui est la loi d'hydrostatique à l'intérieur du bassin. Ainsi une trop forte élévation de pression (due à un fort débit d'entrée de l'effluent dans le décanteur) causerait la destruction des floccs initialement formés dans le flocculateur et donc contribuerait à réduire le rendement ou le taux de traitement.

Le profil de séparation eau-floccs ou particules est présenté à la figure 10:

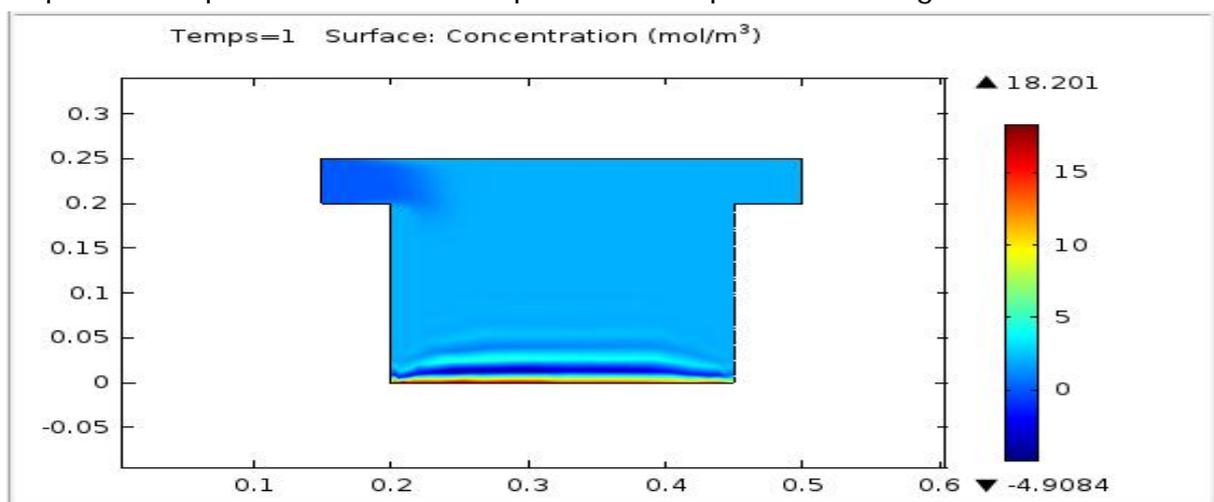


Figure 10 : Profil de séparation eau-floccs

L'eau qui arrive dans le décanteur a une concentration moyenne en MES d'environ 2000 g/L ce qui correspond à une concentration volumique d'environ 20 mol /m³, on obtient une boue de concentration ≈ 19 mol /m³ au fond du bassin et une eau traitée de charge ≈ 2 mol /m³ Soit un rendement ($\tau \approx 95\%$). La couche de couleur bleue au-dessus de la boue représente une couche fine d'eau limpide qui sert d'interface boue-effluent traité.

La couche bleue à l'entrée du bassin représente un vide qui est la preuve d'une alimentation discontinue du décanteur (régime temporel). En effet une concentration élevée des particules dans l'effluent de (≥ 20 mol /m³) permet un bon taux d'abattement donc un meilleur rendement. Par ailleurs la figure 11 ci-après montre des isovalues (lignes d'égales valeurs de vitesse et de concentration en MES).

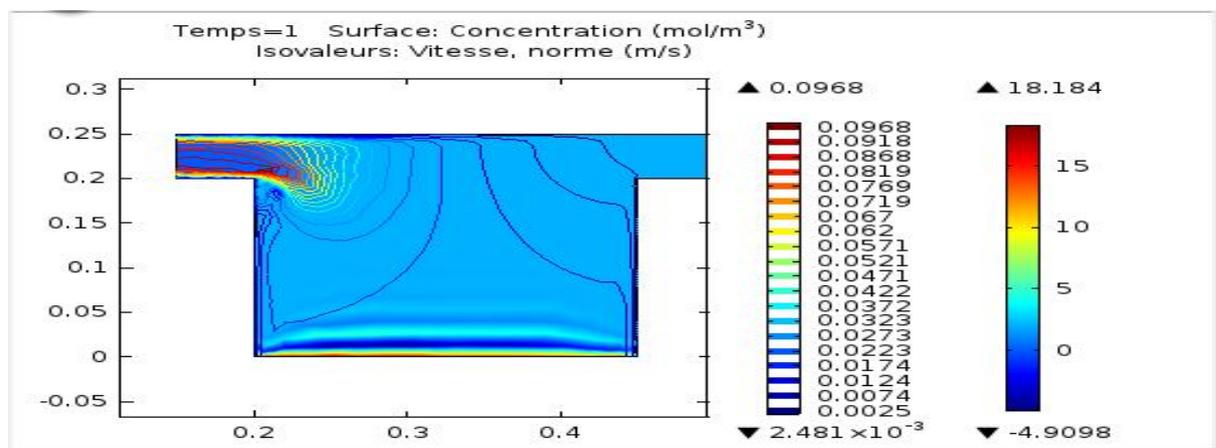


Figure 11: Isovalues de vitesse

✓ Validation du modèle

Les caractéristiques et les paramètres des effluents de SANIA après leurs traitements sont consignés dans le tableau ci-après :

Tableau 2: Composition moyenne des effluents traités de SANIA

	Paramètres	Arrêté ministériel	Valeurs SANIA
EFFLUENT TRAITE	pH	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
	Température (°C)	40	≤ 40
	DCO (mg/L)	300 - 500	≤ 300
	BDO ₅ (mg/L)	100 - 150	≤ 100
	MES (mg/L)	50-150	≤ 50
	Débit effluent (m ³ /h)	6	

Source : SANIA-cie

Pour un effluent de charge minimale de 2000 mg/L, la concentration en MES à la sortie du procédé de traitement de SANIA est ≤ 50 mg/L soit un rendement de $\alpha \approx 97,5\%$.

Le rendement du modèle obtenu ($\tau = 95\%$) est sensiblement égal à celui obtenu sur le terrain qui est $\alpha = 97,5\%$. Ce qui permet de calculer le coefficient de performance γ du modèle établi. $\gamma = \frac{\tau}{\alpha} \implies \gamma = \frac{95\%}{97,5\%}$ Soit $\gamma = 97,43\%$. Le modèle ainsi établi est jugé performant puisqu'il traduit bien le cas réel.

4. Discussion

La présente étude a permis de montrer que le paramètre qui permet d'évaluer l'efficacité de la décantation est le temps de séjour. Le traitement est d'autant efficace que lorsque le temps de séjour pour faire sédimenter la quasi-totalité des suspensions est petit. Une décantation bien effectuée conduit à un bon rendement du procédé de traitement physico-chimique. Pour ce faire, le débit d'entrée dans le décanteur doit être un écoulement laminaire. C'est ainsi que NIDHAL B. (2012) a affirmé que la dégradation photocatalytique d'un polluant dans un réacteur est plus importante à faible débit. ALINE (2011) justifie ce résultat en affirmant que la plupart des études théoriques dans le domaine d'écoulements fluide/particules sont limitées au cas de suspensions diluées à nombre de Reynolds nul (écoulement laminaire). Dans ce cas, les interactions à longue portée entre les particules peuvent être négligées et on montre que le comportement macroscopique de ces systèmes dépend uniquement de la fraction volumique solide.

Cette étude a aussi révélé que, pour optimiser le rendement du procédé de traitement, la concentration en MES doit être la plus élevée possible à l'arrivée de l'effluent dans le bassin.

IMEN B. H. (2013) a conclu que le décanteur primaire constitue un élément important du traitement primaire des eaux résiduaires. Cet ouvrage repose sur le principe de décantation par gravité pour l'enlèvement des solides en suspension. L'évaluation du rendement des décanteurs primaires a fait l'objet de nombreuses études théoriques et expérimentales. La performance du décanteur primaire dépend à la fois des propriétés physiques du décanteur (charge superficielle, temps de rétention), et des caractéristiques des particules en suspension (taille, densité et vitesse de sédimentation). Le rendement du modèle obtenu ($\tau = 95\%$) c'est-à-dire qu'environ 95% des particules ou matières en suspension sont éliminées par ce traitement. Les auteurs MOULIN S. et al. (2013) ont justifié ce résultat en affirmant que l'étape du traitement physico-chimique permet d'éliminer 90% des particules et objets en suspension. Elle est commune à une très grande majorité des stations d'épuration. Le coefficient de performance du modèle étant $\gamma = 97,43\%$, le modèle est jugé performant car il reflète le cas réel. Contrairement à VAXELAIRE J. (1994)

qui a affirmé que : malgré les divergences existant entre l'expérience et la théorie, les résultats de la simulation peuvent donner une bonne idée de la durée des séquences d'aération à appliquer pour diminuer le coût énergétique tout en évoluant en phase aérobie.

Conclusion

Il ressort de cette analyse que trois paramètres notamment la vitesse ou le débit d'entrée de effluent dans le décanteur, la pression à l'intérieur de celle-ci et la charge de matières en suspension dans l'eau doivent être encore maîtrisés pour une bonne optimisation dudit traitement. Les expériences ont été réalisées sur les effluents d'une huilerie et ont permis d'aboutir aux résultats ci-après : le débit d'entrée dans le décanteur doit être un écoulement laminaire (pour une cuve carrée de $0,125 \text{ m}^3$, la vitesse d'entrée doit être dans l'ordre de $0,1 \text{ m/s}$ soit $0,006 \text{ m}^3/\text{s}$) ce qui générerait une faible pression cependant la concentration en MES doit être la plus élevée possible à l'arrivée de l'effluent dans le coagulateur-floculateur dans l'ordre de 20 mol /m^3 . Le coefficient de performance du modèle est $\gamma = 97,43\%$. Ce qui permet de valider le modèle puisqu'il fournit pratiquement les mêmes résultats que le traitement réel effectué dans ladite entreprise. Ce modèle peut être utilisé pour prédire les résultats de traitement de toute huilerie ayant un effluent de même caractéristiques que celui de SANIA connaissant juste les paramètres d'entrées dans le procédé. Ce modèle permettra aux industriels d'avoir une connaissance claire de la composition des effluents qu'ils déversent dans l'environnement afin d'éviter la contamination et la pollution de l'environnement donc de garantir un développement durable. Toutes fois, ce modèle n'est valable que pour un régime temporel (une alimentation discontinue) et n'est pas utilisable pour les écoulements turbulents. Par ailleurs, le traitement des eaux usées provenant des usines de catégorie différentes des huileries ne peut être simulé par ce modèle.

Références bibliographiques

BELOUNIS A. (2016), Etude 3D d'un Procédé de Séparation Magnétique dans les Liquides en Ecoulement, Thèse de doctorat, Université des Frères Mentouri Constantine, 117p.

BENSAID J. (2009), Contribution à la dépollution des eaux usées par électrocoagulations et par adsorption sur des hydroxydes d'aluminium. Thèse de doctorat d'état, Université Mohammed v - Agdal faculté des sciences rabat. P 6-43.

BIBES G. (2004), Modélisation de Procédés de Traitement des Eaux et Reconstruction de Grandeurs Physico-chimiques, Thèse de doctorat. Université de Poitiers, 242p.

CASELLAS M. (2002), Mise en œuvre, modélisation, optimisation et contrôle d'un procédé discontinu séquentiel (SBR). Thèse de doctorat, Université de Limoges, 288p.
DIAZ N. (200), Modélisation prédictive de la migration des anions par description de la microstructure de la roche : application à l'argilite du Callovo-Oxfordien. Thèse de doctorat, Université pierre et marie curie – paris 6, 215p.

FEKIRI N. (2013), Transferts de chaleur dans des éléments micro et nano structurés : Simulation et expérimentation par thermographie infrarouge et microscopie SThM. Mémoire de fin d'étude, Université de Lorraine, 66p.

GAGNON D. (2000), Nouvelle approche de traitement des eaux usées papetières, thèse de doctorat, Université du Québec à Trois – Rivières. 549p.

GUILLAUME R. (2013), Étude et simulation des interactions entre particules dans un fluide magnéto rhéologique. Maîtrise en génie mécanique, Université de Laval, 150p.

HAMOUDA M. B. (2015), Étude, conception et modélisation de la diffusion de la chaleur dans les tissus biologiques. Mémoire de Master, Université du Québec à Trois-Rivières, 100p.

HEDDAM S. (2012), Contribution à la modélisation de la qualité des eaux. Thèse de doctorat, École Nationale Polytechnique d'Alger, 210 P.

IMEN B. H. (2013), Caractérisation de la taille des particules et de leur vitesse de chute en décantation primaire, Maîtrise en génie des eaux, Université de Laval, 249p.

KONE B. J. (2015), Optimisation du process de traitement des effluents de SANIAcie, mémoire de fin d'étude, École Supérieure d'Industrie, 94p.

LAKHDARI B. (2011), Effet de la coagulation-floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz. "Mémoire de Master". Université ABOU BEKR BELKAID –TLEMCEN, 106 p.

LEMLIKCHI W. (2012), Élimination de la pollution des eaux industrielles par différents procédés d'oxydation et de co-précipitation, Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 177p.

MACHKOR M. (2013), Modélisation et optimisation du taux du sulfate d'aluminium dans la station de traitement des eaux de barrage BAB LOUTA par la méthodologie du plan surface de réponse, Mémoire de fin d'études, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, 59p.

MELOUKA M. (2014), Simulation de l'effet d'insertion de turbulateurs au sein d'un écoulement de fluide dans une conduite, du point vu transfert de chaleur et perte de charge, Mémoire de master, Université KasdiMerbah – Ouargla. 59p

MOULIN S. (2013), Traitement des eaux usées. Centre d'Enseignement et de Recherches sur l'Environnement et la Société Environmental Research and Teaching Institute

MOULIN S., ROZEN-RECHELS D., ET STANKOVIC M., 2013, Traitement des eaux usées, atelier l'eau Qualité vs Quantité Centre d'Enseignement et de Recherches sur l'Environnement et la Société. Environmental Research and Teaching Institute, 13p.

NIDHAL B. (2012), Modélisation et simulation numérique de la dégradation photocatalytique d'un polluant modèle dans un microréacteur. Thèse de doctorat, Université de Lorraine, 169p.

PFEIFFER V. (2013), Développement d'une méthode de calcul de la performance des procédés de désinfection des installations de traitement d'eau potable. Maîtrise en sciences appliquées, Université de Montréal, 112p.

REJASSE S. (2009), Optimisation du fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées de 10 000 EH, Trélissac (24). "Mémoire d'Ingénieur". ENGEES STRASBOURG, 90 p.

VAXELAIRE J. (1994), Étude et modélisation de l'aération des stations d'épuration des eaux usées urbaines par agitation mécanique de surface, Thèse de Doctorat à l'Institut National Polytechnique de Lorraine, 193 p.