

LA RECHERCHE À L'IUT D'AIX-MARSEILLE



Review

Effect of process parameters on phosphorus conversion pathways during hydrothermal treatment of sewage sludge: A review

Antonello Tangredi, Cristian Barca^{*}, Jean-Henry Ferrasse, Olivier Boutin

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, M2P2 Marseille, France

CHRISTIAN BARCA (GCGP –M2P2)

Antonello Tangredi (moniteur) et Cristian Barca (Maître de Conférences) au département Génie Chimique Génie des Procédés (laboratoire M2P2), en collaboration avec d'autres collègues du laboratoire M2P2, publient un article dans la revue Chemical Engineering Journal sur l'effet des paramètres du procédé sur les voies de conversion du phosphore lors du traitement hydrothermal des boues d'épuration. Les boues de station d'épuration représentent une source renouvelable de carbone organique et de nutriments tels que

l'azote (N), le potassium (K) et le phosphore (P) valorisables grâce à un traitement hydrothermal qui vise à la récupération de vecteurs énergétiques (biocarburants) et d'engrais (précipités de N, K, et P). Cette revue analyse plus de 60 études récentes qui ont porté sur la valorisation de boues d'épuration par procédés hydrothermaux. L'objectif est de comprendre et de décrire l'effet des différents paramètres du procédé hydrothermal tels que la température, le temps de réaction, la pression, le rapport solide-liquide et l'ajout d'additifs sur les voies de conversion du P au travers d'une discussion critique des résultats publiés dans la littérature. Les résultats de cette revue fournissent aux chercheurs et aux professionnels dans le domaine de la gestion des boues des éléments clés pour l'optimisation du

fonctionnement des réacteurs hydrothermaux afin d'améliorer la récupération du P et de biocarburants. Ce travail a été financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), projet D2LIFE, numéro de référence ANR-21-CE43-0013-01.

DAVID DUCHE (MP – IM2NP)

Comment ne jamais perdre le nord ? Le nord géographique terrestre peut être actuellement mesuré de quatre manières différentes : soit en utilisant un compas magnétique, soit en utilisant un gyrocompas, soit en utilisant les étoiles comme l'Etoile polaire (Polaris) qui se situe proche du pôle nord céleste

(point imaginaire à l'intersection entre l'axe de rotation de la Terre et la voûte céleste), ou en utilisant un système de positionnement par satellites GNSS (GNSS pour *Global Navigation Satellite Systems* comme le GPS – Américain, Galileo – l'Européen, Starlink – La version privée de SpaceX...). Néanmoins, ces quatre techniques ont des inconvénients majeurs : le compas magnétique est très sensible aux perturbations électromagnétiques, le gyrocompas est très coûteux et relativement encombrant, les signaux des satellites GNSS peuvent être facilement brouillés ou être usurpés, et enfin les étoiles ne peuvent être utilisées que de nuit sous un ciel clair.

Comme alternative à ces techniques, les stratégies de navigation inspirées de la nature sont particulièrement intéressantes, mais aussi vectrices d'innovations car peu connues. La fourmi *Cataglyphis*, par exemple, peut estimer son cap en plein désert grâce à sa boussole optique, associée à une région de son œil composé sensible à la polarisation du ciel. Cette polarisation du ciel, invisible à l'œil humain, est liée au phénomène de diffusion de Rayleigh, à l'origine de la couleur bleue du ciel. Les informations de degré et d'angle de polarisation du ciel sont largement exploitées dans le monde animal, mais actuellement peu étudiées par l'homme de l'art. En nous inspirant du vivant, nous avons développé une méthode optique bio-inspirée pour trouver le pôle céleste pendant la journée. Cette méthode, que nous avons appelée SkyPole, est basée sur la rotation du motif de polarisation de la lumière du ciel. Nous avons alors utilisé une caméra polarimétrique (sensible à la lumière polarisée) pour mesurer la rotation du degré de polarisation de la lumière du ciel de jour. Nous avons ensuite appliqué une différence successive d'images prises à différents instants avec la caméra polarimétrique afin de déterminer la position du pôle nord céleste dans le ciel. Cette position nous permet ensuite de calculer la latitude et le vrai cap nord de l'observateur par rapport au nord géographique avec une précision de quelques degrés sur la base uniquement d'informations visuelles.

SkyPole est la première méthode exploitant uniquement des informations issues du motif de polarisation du ciel pour se géolocaliser et trouver son cap par rapport au vrai nord (nord géographique). Ainsi, presque 300 ans plus tard, SkyPole revisite le sextant, un instrument de navigation datant de 1730 et inventé indépendamment par deux personnes : John Hadley (1682 - 1744) un mathématicien anglais, et Thomas Godfrey (1704-1749), un inventeur américain. SkyPole représente ainsi une première étape vers le développement d'un sextant « polarimétrique » et fait également l'objet d'un dépôt de brevet en cours.

PNAS

BRIEF REPORT | ENGINEERING ECOLOGY

OPEN ACCESS



SkyPole—A method for locating the north celestial pole from skylight polarization patterns

Thomas Kronland-Martinet^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, Léo Poughon^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, Marcel Pasquinelli^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, David Duché^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, Julien R. Serres^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}, and Stéphane Viollet^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100}

Edited by Hui Cao, Yale University, New Haven, CT; received March 24, 2023; accepted June 10, 2023

Cet article a pour objectif de comprendre comment s'articulent plusieurs formes de violences, violences éducatives ordinaires (abrégées «VEO») et violences sexistes, dans le travail créatif de la dessinatrice Fanny Vella, dans le cadre notamment de publications sur les réseaux sociaux numériques (RSN). Nous présentons d'abord notre cadrage théorique, puis, nous dévoilons le système de valeurs rattachés aux VEO et aux violences sexistes dans les créations de l'autrice.

Prévention contre les violences éducatives ordinaires et les violences sexistes

Analyse sémiopragmatique des bandes dessinées de l'artiste Fanny Vella, approches éducommunicationnelle et féministe

Prevention of Ordinary Educational Violence (OEV) and Gender-Based Violence.

Semio-Pragmatic Analysis of the Comics by the Artist Fanny Vella:

Educommunication and Feminist Approaches

Evi Basile-Commaille et Audrey Bonjour

PHILIPPE MOULIN (CHIMIE – M2P2) :

Suite à la réduction des émissions de composés soufrés en pleine mer de 85 %, des unités de traitement de gaz d'échappement hybrides ont été installées sur les navires de commerce. Ces unités combinent le traitement du gaz par absorption et l'épuration des effluents liquides par filtration membranaire. La mise en place de ces procédés embarqués est récente (2020) et les contraintes d'opérabilités sont nombreuses notamment en ce qui concerne le fonctionnement des unités membranaires.



membranes

Article

Membrane Separation Used as Treatment of Alkaline Wastewater from a Maritime Scrubber Unit

Maryse Drouin ¹, Giulia Parravicini ¹, Samy Nasser ² and Philippe Moulin ^{1,*}

¹ Aix Marseille Univ, Centrale Marseille, CNRS, M2P2, EPM, 13331 Marseille, France

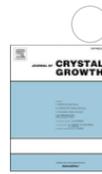
² CMA Ships, Boulevard Jacques SAADE, 4 Quai d'Arenc, CEDEX 02, 13235 Marseille, France

* Correspondence: philippe.moulin@univ-amu.fr



Dans ce contexte, cette étude a pour principaux objectifs : (i) d'étudier le transfert de matière au travers des membranes (ii) d'optimiser les conditions opératoires et la gestion des procédés afin de (iii) fiabiliser le couplage des procédés en vue d'une utilisation continue. Pour cela, une caractérisation des différentes qualités d'eau à traiter obtenue après le lavage des gaz d'échappement a été réalisée. Puis le comportement et les performances des membranes multitubulaires, en carbure de silicium (SiC) et en oxyde de zircon (ZrO₂), ont été étudiés à l'échelle semi-industrielle pour la filtration d'effluents réels. Les résultats obtenus ont permis pour chaque membrane de préconiser des paramètres de fonctionnement stable et de simplifier la gestion des unités embarquées.

Les paramètres recommandés pour les membranes SiC, ont été validés en conditions réelles sur l'un des navires au cours de la navigation. Lors de cette étude, les résultats ont également mis en avant une robustesse et une flexibilité de l'unité membranaire vis-à-vis du procédé global de désulfuration. Le traitement des eaux permet une navigation plus respectueuse de l'environnement avec la production d'un perméat exempt de matières en suspension et moins concentré en ions métalliques et en hydrocarbures. De plus, les paramètres préconisés ont permis une réduction de 70 % du volume de concentrat, dont le stockage est aujourd'hui la principale limitation à l'utilisation continue des unités en Closed Loop. Des essais à bord permettent de valider ces résultats et d'envisager la traversée de la Méditerranée sans émission gazeuse toxique.



X-ray tomography crystal characterization: Growth monitoring

Gautier Hypolite ^a, Jérôme Vicente ^b, Hugo Taligrot ^a, Philippe Moulin ^{a,*}

^a Aix Marseille Univ., CNRS, Centrale Marseille, (M2P2 UMR 7340), Equipe Procédés Membranaires (EPM), Europôle de l'Arbois, BP80, Pavillon Laennec, Hall C, 13545 Aix en Provence cedex, France

^b Aix Marseille Univ., Institut Universitaire des Systèmes Thermiques Industriels (IUSTI-CNRS-UMR 6595), Technopôle de Château-Gombert, 5 rue Enrico Fermi, 13453 Marseille cedex 13, France

Microscopy and Microanalysis, 2023, 00, 1–11
<https://doi.org/10.1093/micmic/ozad019> SMASH

Microscopy
AND
Microanalysis

Original Article

X-Ray Tomography Crystal Characterization: Automatic 3D Segmentation

Gautier Hypolite ¹, Jérôme Vicente ², and Philippe Moulin ^{1,*}

¹ Equipe Procédés Membranaires (EPM), Aix Marseille Univ., CNRS, Centrale Marseille, (M2P2 UMR 7340), Equipe Procédés Membranaires (EPM), Europôle de l'Arbois, BP80, Pavillon Laennec, Hall C, France

² Aix Marseille Univ., Institut Universitaire des Systèmes Thermiques Industriels (IUSTI-CNRS-UMR 6595), Technopôle de Château-Gombert, 5 rue Enrico Fermi, 13453 Marseille cedex 13, France

*Corresponding author: Philippe Moulin, E-mail: philippe.moulin@univ-amu.fr

Dans un procédé de cristallisation, les informations les plus importantes concernent les propriétés physiques du produit final (pureté, faciès, distribution de taille des cristaux (DTC), polymorphisme). L'objectif du projet est le développement d'une technique de caractérisation des cristaux formés par l'utilisation de la microtomographie aux rayons X et le logiciel d'imagerie 3D iMorph. La cristallisation est l'un des principaux procédés utilisés dans l'industrie pour produire, purifier ou séparer des composés solides ou des produits. Quelle que soit la technologie, un contrôle fin des processus de transfert de matière et/ou de chaleur, i.e. de la sursaturation, est primordial pour atteindre les objectifs visés de qualité du produit.

Or la fiabilité du procédé peut être liée à la technologie mise en œuvre. Le réacteur agité, fonctionnant en batch et major à l'échelle industrielle, peut induire de fortes hétérogénéités de la solution, notamment en cristallisation par antisolvant.

Article

Treatment of Boiler Condensate by Ultrafiltration for Reuse

Grégory Cano and Philippe Moulin * 

Laboratoire de Mécanique, Aix-Marseille University, Modélisation et Procédés Propres, Equipe Procédés Membranaire (EPM-M2P2-CNRS-UMR 7340), Europôle de l'Arbois, BP 80, Bat. Laennec, Hall C, CEDEX 04, 13545 Aix-en-Provence, France

* Correspondence: philippe.moulin@univ-amu.fr; Tel.: +33-(0)4-42-90-85-01

Dans le domaine de la pétrochimie, l'utilisation de chaudière de grande capacité est impérative pour faire fonctionner les différents procédés. La quantité de vapeur produite par la chaudière dépend de la taille du site et peut atteindre plusieurs centaines de mètres cubes par heure. Le coût énergétique étant très élevé, il est recommandé de réutiliser le condensat de la chaudière. La vapeur produite passe dans des échangeurs, des lignes de réchauffage, des turbines etc. Le condensat qui est réinjecté dans les chaudières doit être exempt d'hydrocarbures (< 0,5 ppm) et présenter une faible turbidité pour éviter un éventuel endommagement de celles-ci.

Dans ce contexte, un procédé d'ultrafiltration à filtration tangentielle avec membrane céramique est utilisé sur le site de la raffinerie pour le traitement de cet effluent particulier puisqu'il s'agit d'eau pure polluée en hydrocarbures et à très forte température (90-100 °C) et fort débit (300 m³.h⁻¹). Les membranes utilisées présentent un seuil de coupure de 50 et 150 kDa. Plusieurs paramètres sont pris en compte, tels que le type d'effluent (pollution accidentelle ou chronique), la température, la pression transmembranaire (PTM) et le débit.

Dans tous les cas, la rétention des matières en suspension est supérieure à 90 % et les concentrations résiduelles en hydrocarbures sont inférieures à 0,1 ppm, même pour des concentrations volumiques en entrée élevées (100 ppm). Malgré les fortes concentrations d'hydrocarbure mesurées dans l'effluent, les membranes sont parfaitement régénérées avec des procédures de nettoyage conventionnelles et le design de l'installation industrielle a été réalisé représentant environ 4% du coût de la chaudière industrielle.