

**Sujet de la thèse :** Elaboration de membranes Fonctionnalisées à base d'Alumine ultra-poreuse (UPA) pour la désinfection d'Effluents liquides et gazeux. (Acronyme : FILTRE)

**Thèmes scientifiques, domaines disciplinaires :**

Génie des Procédés, Sciences des matériaux, Propriétés fonctionnelles

**Laboratoire d'accueil de la thèse :**

Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux, CNRS UPR-3407, Axe MINOS  
Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, 99 Avenue J.-B. Clément, F-93430 Villetaneuse.

**Encadrement de la thèse :**

- Mamadou TRAORE (MCF-HDR, Elaboration de nanomatériaux, Propriétés structurales et électroniques), Tél : 01.49.40.34.36, Courriel : [mamadou.traore@lspm.cnrs.fr](mailto:mamadou.traore@lspm.cnrs.fr)
- Rabah Azouani (PR de l'EBI, propriétés fonctionnelles de matériaux ), Tél : 01.34.15.44.21, Courriel : [r.azouani@hubebi.com](mailto:r.azouani@hubebi.com)
- Alex LEMARCHAND (MCF, Elaboration de nanomatériaux, Propriétés structurales et électroniques), Tél : 01.49.40.34.30, Courriel : [alex.lemarchand@lspm.cnrs.fr](mailto:alex.lemarchand@lspm.cnrs.fr)

La crise sanitaire actuelle nous rappelle combien la contamination des surfaces et le transport de pathogènes dans les fluides peuvent être les vecteurs d'infections et d'entretien d'une pandémie. En complément des approches thérapeutiques, la recherche de matériaux à propriétés microbicides recouvrant les surfaces en contact avec les agents pathogènes pourrait être une approche intéressante et valorisable au niveau industriel afin de limiter leur prolifération.

Dans ce contexte, une attention particulière est portée aux matériaux nouveaux et émergents à base de nanoparticules (Nps) microbicides dont les propriétés fonctionnelles sont en grande partie influencées par leurs faibles tailles [1-4]. Parmi les matériaux candidats potentiels, les Nps d'oxydes métalliques se sont avérés être particulièrement intéressants et leur activité anti-microbienne a ainsi été largement étudiée, notamment avec des bactéries pathogènes telles que Escherichia Coli ou encore Staphylococcus aureus [5-7]. Rania Dadi (Thèse cofinancée 50% - 50% USPNI-EBI en 2016) a en effet montré que ces germes étaient très sensibles aux Nps de ZnO, CuO et TiO<sub>2</sub> (Figure 1).

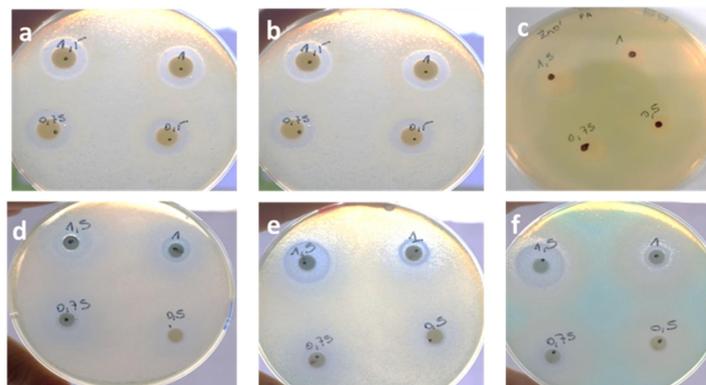


Figure 1: Méthode de diffusion sur disque ZnO/E.coli (a), ZnO/S.aureus (b), ZnO/P.aeruginosa (c), CuO/E.coli (d), CuO/S.aureus (e) and CuO/P.aeruginosa (f). Les nombres indiquent la concentration en colloïds en mol/l.

Le défi aujourd'hui, consiste à développer des dispositifs réutilisables contenant des nanomatériaux d'oxyde métallique efficaces pour restreindre la croissance bactérienne de manière significative et stables à l'utilisation. Nous nous proposons ainsi d'immobiliser des nanoparticules d'oxydes métalliques dans une matrice poreuse permettant le traitement d'effluents liquides et/ou gazeux. La matrice poreuse sera une alumine ultraporeuse (UPA) synthétisée par le LSPM, selon un processus qui a lieu à température ambiante et en atmosphère humide par oxydation d'une plaque d'aluminium au travers d'une couche liquide de mercure et d'argent. Ce procédé permet d'obtenir directement des échantillons monolithiques présentant un taux de porosité élevé (> 99%) et une surface spécifique d'environ 400 m<sup>2</sup>/g (Figure 2). Des nanoparticules microbicides d'oxydes métalliques (ZnO, CuO, TiO<sub>2</sub>) de tailles contrôlées synthétisées par

chimie douce sous la forme de suspensions colloïdales seront utilisées pour imprégner ces UPAs. L'activité anti-microbienne de ces composites sera alors étudiée. Enfin, cette matrice imprégnée servira de base pour réaliser des pastilles qui, empilées les unes aux autres comme des cartouches dans un réacteur, constitueraient un procédé membranaire de désinfection d'effluents liquides ou gazeux.

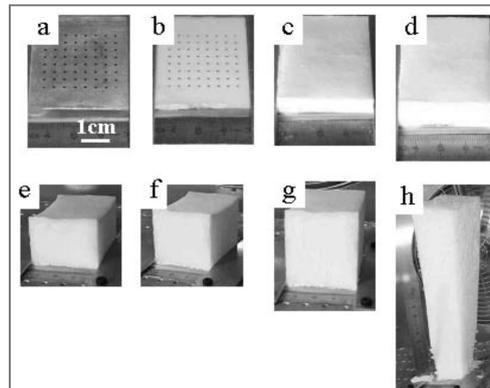


Figure 2: Croissance des UPA après (a)  $t=0$  min (b)  $t=10$  min (c)  $t=1$ h (d)  $t=2$ h (e)  $t=4$ h (f)  $t=5$ h (g)  $t=6$ h (h)  $t=16$ h. (Thèse N. Nguyen, LSPM)

Les travaux de thèse de Nga Nguyen [8] ont montré que le pastillage des UPAs pures (sans nanoparticules) était possible. Avec la présence des nanoparticules, le challenge sera de déterminer les paramètres d'élaboration optimaux, comme la taille des nanoparticules, leur charge dans la matrice ou encore la pression de compression, pour laquelle les pastilles obtenues sont mécaniquement stables tout en conservant une porosité satisfaisante pour à la fois permettre une activité bactéricide et fongicide, voire virucide des Nps d'oxydes métalliques et laisser passer un flux suffisant d'effluent à traiter.

Ces matériaux pourraient constituer une nouvelle génération de membranes autonettoyantes car inhibant les pellicules bactériennes ou biofilms qui s'y développent, diminuant ainsi leur efficacité. Les applications potentielles pourraient alors concerner la mise en place de filtres aériens en milieux confinés (transports en commun, blocs opératoires) ou la filtration de l'eau potable.

Ce projet de thèse sera réalisé entre l'axe MINOS du LSPM et l'École de Biologie Industrielle de Cergy qui apportera la moitié du financement de thèse. L'axe MINOS du LSPM aura en charge l'élaboration des matériaux et nanomatériaux inorganiques. Ces matériaux seront caractérisés à partir de la plateforme instrumentation du LABEX (DRX, MET, Raman, etc.). Ils seront ensuite transmis à l'EBI afin d'étudier leurs propriétés microbicides. L'EBI dispose à cet effet d'une nouvelle salle de microbiologie qui permettra de développer un nouveau protocole de mesure plus robuste.

Ce projet fortement interdisciplinaire permettrait de développer une nouvelle génération de membranes autonettoyantes de filtration répondant aux problèmes et enjeux actuels.

[1] Baek Y.-W., An Y.-J. Microbial toxicity of metal oxide nanoparticles (CuO, NiO, ZnO, and Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) to Escherichia coli, Bacillus subtilis, and Staphylococcus aureus. *The Science of the Total Environment*. 2011;409(8):1603–1608

[2] A.-P. Magiorakos, A. Srinivasan, R. B. Carey et al., « Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance, » *Clinical Microbiology and Infection*, vol. 18, no. 3, pp. 268–281, 2012.

[3] Horan TC, Gaynes RP. Surveillance of nosocomial infections. In: Mayhall CG, editor. « Hospital epidemiology and infection control », Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; . pp. 1659–702, 2004.

[4] Grohskopf LA, Sinkowitz-Cochran RL, Garrett DO, Sohn AH, Levine GL, Siegel JD, et al. « A national point-prevalence survey of pediatric intensive care unit-acquired infections in the United States », *J Pediatr*. 140:432–8, 2002.

[5] Tran N, Mir A, Mallik D, Sinha A, Nayar S, Webster TJ. Bactericidal effects on iron oxide nanoparticles on Staphylococcus aureus. *Int J Nanomedicine*. 2010; 5:277-283.

[6] Mahapatra O, Bhagat M, Gopalakrishnan C, Arunachalam KD. Ultrafine dispersed CuO nanoparticles and their antibacterial activity. *J ExpNanosci*. 2008;3: 185-193.

[7] R. Dadi, R. Azouani, M. Traoré, C. Mielcarek, A. Kanaev, "Antibacterial activity of ZnO and CuO nanoparticles against gram-positive and gram-negative strains", *Materials Science & Engineering C* (2019) 104, 109968,

[8] O. Stepanenko, A. Tartari, M. Amamra, T. H. N. Nguyen, M. Piat, I. Favero, S. Ducci, A. Khodan, L. B. Boinovich, A. M. Emelyanenko, A. Kanaev, G. Leo, "Ultra-porous alumina for microwave planar antennas", *Advanced Device Materials* 1 (2016) 93-99



**Ecole de Biologie Industrielle**

49 avenue des Genottes

CS 90009

95895 CERGY CEDEX

**Lundi 19 avril 2021**

**Objet : lettre de soutien au projet de thèse FILTRE : Elaboration de membranes Fonctionnalisées à base d'alumine ultraporeuse (UPA) pour la désinfection d'Effluents liquides et gazeux**

Je soussignée, Florence Dufour Directrice Générale de l'Ecole de Biologie Industrielle (EBI) de Cergy, Etablissement d'Enseignement Supérieur Privé d'Intérêt Général (EESPIG), membre de CY alliance et connue par la commission des titres ingénieur apporte mon soutien inconditionnel au projet de thèse FILTRE.

La genèse de ce projet de thèse porté par Mamadou TRAORE (MCH-HDR USPN) entre dans le cadre d'une collaboration de longue date entre le Laboratoire des Sciences et Procédés et des Matériaux de l'Université Sorbonne Paris Nord (USPN-LSPM) et le Laboratoire EBInnov de l'Ecole de Biologie Industrielle. Ce projet fait suite notamment aux projets menés en collaboration avec le Dr Rabah Azouani, responsable de cette thématique dans le laboratoire EBInnov et aux deux thèses de doctorats de l'USPN qui ont été co-dirigées (Rania Dadi et Huan Xu). Ces travaux ont ainsi été valorisés par plusieurs publications internationales et présentations à des congrès Français et internationaux. Actuellement le consortium LSPM-EBInnov vise à s'élargir autour de cette thématique des nanomatériaux microbicides par la collaboration avec des instituts académiques internationaux et une recherche active de partenaires industriels.

La thématique de ce projet porte ainsi sur la mise au point et le développement du concept de nanomatériaux microbicides pouvant s'appliquer à la filtration de fluides liquides ou gazeux. Les solutions apportées par les travaux menés dans le cadre du projet de thèse FILTRE pourraient ainsi s'appliquer dans des dispositifs de filtrations atmosphériques à la sortie de canalisations pour éviter la propagation de pathogènes (virus, bactéries) transportés par les aérosols (transports en commun, blocs opératoires, douches collectives...). Outre l'intérêt sanitaire des solutions développées, ce projet entre dans une stratégie mettant l'action sur notre innovation nationale.

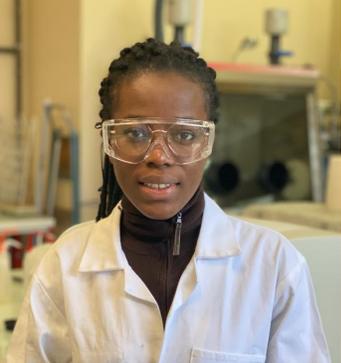
Le Laboratoire EBInnov apportera à ce projet son expertise sur l'exploration des activités microbicides et la formulation des solutions mise en forme par le LSPM, tout en partageant avec le LSPM un réseau structuré de partenariats industriels potentiels. L'implication forte de l'Ecole de Biologie Industrielle se traduira par le financement de l'équivalent d'une demi-allocation doctorale d'un étudiant inscrit à l'USPN et travaillant dans les deux laboratoires.



L'écosystème et les partenariats existants de l'EBI permettront de promouvoir ces recherches prometteuses et d'aboutir à des réalisations industrielles dans les meilleurs délais.

**Pour EBI,**  
Florence DUFOUR  
Directrice Générale EBI

**E.B.I. - Ecole de Biologie Industrielle**  
49, Av. des Genottes - CS 90009 - 95895 Cergy Cedex  
Tél. 01 85 76 66 90 - Fax 01 30 38 21 17  
[www.ebi-edu.com](http://www.ebi-edu.com)



# MARIA DIOUPRO

FUTURE INGÉNIEURE GÉNIE CHIMIQUE,  
PROCÉDÉ, MATERIAUX ET ENVIRONNEMENT

23 ans  
Célibataire

+33 758413721

[ndrin.dioupro@inphb.ci](mailto:ndrin.dioupro@inphb.ci)  
[www.linkedin.com/in/maria-dioupro/](https://www.linkedin.com/in/maria-dioupro/)

## Objectifs professionnels

- Recherche & Développement
- Ingénierie Développement Durable - Environnement - Matériaux - Procédé
- Enseignement

## Compétences

- Gestion de Projet / Mise en oeuvre et Amélioration de Protocole/ Plans d'expérience
- Esprit Critique / Communication
- **Certificat Microsoft Office Specialist**
- **Anglais: niveau B2**

## Formations

PROGRAMME ERASMUS+



Université SPN | 2020 - 2021

Master Sciences (RI)

SEJOUR D'ETUDE INTERNATIONNALE



Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier | 2019 - 2020

Ingénieur Dépollution et Gestion de l'Environnement

- Chimie Générale/Analytique/Nucléaire, Génies de la réaction Chimique, Hydrodynamique - Catalyse hétérogène - Sécurité des Procédés

• Séminaire + Visite du CEA Marcoule



INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE FELIX-HOUPOUET BOIGNY (INPHB)

Ecole Supérieure d'Industrie | 2017 - 2019  
Ingénieur Génie des Procédés Industriels

- Réacteurs polyphasiques, Transfert thermique et de matière, cinétique, Extrapolation et Intensification des Procédés - HSE en Industrie - Chimie Industrielle **Modélisation AFT Fathom, MATLAB, DWSIM, COMSOL Multiphysics**
- Visite à Africa West Industries



CPGE | 2015 - 2017

Prépa MP/MPSI



LYCÉE JEUNES FILLES DE BINGERVILLE

Baccalauréat Série Scientifique | 2015  
Mention ASSEZ-BIEN

## Stages de recherche



LABORATOIRE DES SCIENCES DES PROCÉDES ET DES MATERIAUX

CNRS Villetaneuse | Mars 2021-Juillet 2021

Élaboration de céramiques nanostructurées de composition  $MgAl_2O_4$  luminescentes et optiquement transparentes

- Optimisation du traitement mécanique (broyeur planétaire, turbula) pour la désagglomération des poudres
- Etude paramétrée du frittage par procédé SPS (Spark Plasma Sintering) pour l'optimisation des propriétés microstructurales et optiques des matériaux
- Préparation des échantillons pour caractérisation : enrobage, polissage, traitement thermique ...
- Caractérisations des échantillons (MEB, DRX, Spectroscopie UV/Visible)



SAINT-GOBAIN RESEARCH PROVENCE

Cavaillon | Août 2020 - Septembre 2020

Recyclage de béton de démolition

- Broyage à Jarre (échelle pilote)
- Broyage suivi de tamisage au Thermtec (échelle pilote)
- Tamisage échelle laboratoire
- Caractérisation par mesure d'adsorption à eau (**Amélioration du Protocole**)



LABORATOIRE DES PROCÉDES INDUSTRIELS DE SYNTHÈSE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ÉNERGIES RENOUVELABLES (LAPISEN)

INPHB Côte d'Ivoire | Juillet 2019 - Août 2019

Traitement des eaux usées du textile par les méthodes de coagulation-floculation et adsorption sur charbon actif

- Etude paramétrée
- Mesure de turbidité, DCO et Absorbance des eaux usées et traitées
- Couplage des deux méthodes et comparaisons

INPHB Côte d'Ivoire | Juillet 2018 - Septembre 2018

Traitement des eaux usées du Textile par adsorption sur charbon actif

- Préparation et caractérisation de charbon actif à partir de la coque de rônier et des os de bœuf.
- Test d'absorption sur eau contenant la Rhodamine B

## Projets de recherche

PHYTOREMEDIATION SOLS POLLUES AUX METAUX LOURD : 2019 - 2020

- Revue littéraire
- Elaboration de protocole, Synthèse et rédaction de Rapport

EXTRACTION DE L'HUILE DE LA PRUNE NOIRE : 2018- 2019

- Revue littéraire
- Extraction au Soxhlet et Caractérisation de l'huile
- Rédaction de rapport



# Institut National Polytechnique

Félix HOUPHOUËT-BOIGNY

## ECOLE SUPERIEURE D'INDUSTRIE BULLETIN DE NOTES

Cycle : CYCLE INGENIEUR  
Filère : SCIENCES ET TECHNOLOGIES DU GENIE DES PROCÉDES

Année Scolaire : 2020-2021  
Classe : ING 3 STGP GPI  
Effectif : 15  
Semestre : 9

Nom : DIOU PRO  
Prénoms : N'DRIN MARIA JUSTINE  
Matricule : 15INP00712  
Sexe : F

Rédoublant (e) : NON

Unité d'Enseignement (UE)	Élément Constitutif d'Unité d'Enseignement (ECUE)	Coef.	Moyenne Session 1		Moyenne Session 2		Décision du Conseil	Credits	Enseignant
			ECUE	UE	ECUE	UE			
SCP 2249	BASE DU RAFFINAGE ET SCHEMAS DE FABRICATION	2	13,33	14,74			UE V	6,00	DIARRASSOUBA MOCTAR
	PROSPECTION ET GEOCHIMIE	1	15,25						KANTE FODE
	PETROCHIMIE(COURS ET TP)	3	15,5						DIARRASSOUBA MOCTAR
PRF 2249	MATIERES PLASTIQUE ET PLASTURGIE	2	16	14,50			UE V	5,00	DIARRASSOUBA MOCTAR
	PRODUITS FONCTIONNELS	3	13,5						SORO YAYA
PPI 2249	MÉTHODES DE CREATIVITE ET D'INNOVATION	2	14	14,30			UE V	5,00	SORO YAYA
	INTESIFICATION DE PROCÉDES (MINIATURISATION DES PROCÉDES)	3	14,5						YAO BENJAMIN
SRP 2249	REACTEURS POLYPHASIQUES	2	12,67	14,47			UE V	5,00	YAO BENJAMIN
	PROCEDES DURABLES	1	16						FANOU DIDIER
	DIMENSIONNEMENT ET EXTRAPOLATION	2	15,5						YAO BENJAMIN
OPT 2249	HACCP	1	16,8	15,90			UE V	2,00	VIERA JOELLE
	OUTILS DU MANAGEMENT DE LA QUALITE	1	15						VIERA JOELLE
LAV 2249	ANGLAIS	2	13,25	13,25			UE V	2,00	Mme SIAKA
PRO 2249	GESTION DE PROJET	2	15	15,00			UE V	2,00	KOYE MOUSSA
SHS 2249	MANGEMENT DES RESSOURCES DE PRODUCTION	1	12	12,61			UE V	3,00	KADJO JEAN DIDIER
	AUDIT LOGISTIQUE	1	12,83						JOJO MAGLOIRE
	LOGISTIQUE DE DISTRIBUTION	1	13						KADJO JEAN DIDIER

MOYENNE SEMESTRIELLE NON CORRIGEE : 14,36

ABSENCES NON JUSTIFIEE : 0

MOYENNE SEMESTRIELLE CORRIGEE : 14,36

CLASSEMENT : 8

DECISION DU JURY  
SEMESTRE VALIDE



Le Directeur des Etudes

**JEANOU Guy Didier**  
Directeur des Etudes de l'ESI  
Chargé des Ingénieurs  
et Techniciens Sup. STGP

N.B : Aucun duplicata de ce document n'est délivré



Le Directeur d'Ecole

**TANOH AKA**  
INP-HB

**Nombre d'allocations de recherche et doctorants encadrés**

**Nombres d'allocations doctorales obtenues depuis 3 ans pour le directeur et le co-directeur: 0**

**Nombres de doctorants actuellement encadrés par le directeur et le co-directeur:**

- Huan XU (1/3 directeur et 1/3 co-directeur)
- Miguel SANCHEZ MENDEZ (1/3 directeur)

**Objet :** Lettre de soutien au projet de thèse FILTRE

Monsieur le directeur de l'Ecole Doctorale,

Le projet de thèse FILTRE « Elaboration de membranes Fonctionnalisées à base d'Alumine ultraPoreuse (UPA) pour la désinfection d'Effluents liquides et gazeux » porté par Mamadou TRAORE est à l'interface de deux sujets très dynamiques de l'axe MINOS :

- Tout d'abord, il est basé sur un procédé breveté au LSPM depuis quelques années, concernant la synthèse d'alumines ultraporeuses (Ultra Porous Alumina, UPA) qui ont fait (Bousslama 2013 ; Nguyen 2017) et font (Spiridigliozzi ; Xu) l'objet de plusieurs travaux de thèse.
- D'autre part, l'axe MINOS collabore depuis 2016 avec l'Ecole de Biologie Industrielle (EBI) sur les interactions nanoparticules d'oxydes métalliques et agents pathogènes. La thèse en cotutelle (LSPM-EBI) de Rania DADI a donné des résultats probants sur le sujet. En effet l'un des articles issus de ces travaux a été cité 40 fois en moins de 2 ans, ce qui montre bien le dynamisme de la thématique et la reconnaissance des travaux produits au LSPM.

Le projet de thèse FILTRE ouvre ainsi un nouveau domaine d'application à ces UPA en les utilisant comme base d'un dispositif membranaire de désinfection microbienne, et de nouvelles perspectives pour l'optimisation de l'utilisation de nanoparticules pour la destruction d'agents pathogènes. La crise sanitaire actuelle nous rappelle trop bien combien la contamination des surfaces et le transport de pathogènes dans les fluides peuvent être les vecteurs d'infections et d'entretien d'une pandémie. En accompagnant des approches thérapeutiques, la recherche de matériaux à propriétés microbicides recouvrant les surfaces en contact avec les agents pathogènes pourrait être une approche intéressante.

Ce sujet est donc à mon sens un sujet majeur qui mérite d'être soutenu, comme s'y engage l'EBI, qui compléterait la demi-allocation doctorale de l'ED Galilée. Enfin, l'équipe encadrante de cette thèse incorporera un jeune MCF, recruté l'année dernière, Alex LEMARCHAND, qui apportera son expertise dans le domaine de la Science des Matériaux (céramiques), en particulier pour la synthèse de nanoparticules d'oxydes métalliques, leur fonctionnalisation et caractérisation.

Pour toutes les raisons évoquées ci-dessus, le LSPM apporte donc son entier soutien au projet fortement interdisciplinaire FILTRE qui permettrait de développer une nouvelle génération de membranes autonettoyantes de filtration répondant aux problèmes et enjeux actuels.

Fait à Villeteuse, le 6 juin 2021.

Dominique VREL  
Directeur du LSPM  
CNRS UPR 3407



Laboratoire des Sciences  
des Procédés et des Matériaux

www.lspm-cnrs.fr

CNRS - Université Paris 13  
Bâtiment L1 et L2  
99, avenue J.-B. Clément  
93430 Villeteuse - France

T. 01 49 40 34 37 / 35 01  
F. 01 49 40 34 14 / 39 38  
UPR 3407