

Rapport d'activité annuel de l'unité CYCLANN Année 2019



Campus Beauvais



Campus Rouen



Campus Rennes

Directrice d'Unité : Aude-Valérie JUNG

DU Adjoint : Abdoulaye KANE

Campus Rennes



TABLE DES MATIERES

Table des tableaux.....	3
1) Contexte.....	4
2) Bilan.....	6
3) Perspectives	12
4) Annexes.....	14

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Financement de la recherche.....	12
Tableau2 : Stratégie de recherche de l'équipe Cyclann.....	13
Tableau 3. Organigramme pour l'année civile 2019.....	14
Tableau 4 : Identification offres Formation Continue en lien avec les EC Cyclann.....	15
Tableau 5. Compétences des enseignants-chercheurs.....	16
Tableau 6. Réseaux de Cyclann.....	17

1) Contexte

L'unité de recherche CyClann développe des travaux de recherche couvrant un large domaine d'expertise dont les objectifs et enjeux fondamentaux sont de développer et optimiser des systèmes de gestion des effluents et des ressources en permettant de valoriser leur contenu matériel et énergétique. Un des objectifs scientifiques est de limiter les impacts et nuisances des rejets et de leur gestion mais aussi contribuer activement à la mise en œuvre de démarches et politiques d'économie circulaire à l'échelle territoriale afin de permettre l'intégration des principes de la responsabilité sociétale des organisations (RSO) et répondre aux objectifs du développement durable (ODD).

Le projet de CyClann s'organise autour de la question suivante : « **De l'écologie industrielle à la transition pour des villes durables : quels diagnostics, procédés de traitement et nouvelles organisations pour les territoires ?** ». Cette formulation se décline sur 2 axes principaux dont le premier (axe 1) s'intéresse au développement et à l'optimisation des procédés de traitement – procédés biologiques, chimiques, physico-chimiques, voire couplés – de divers produits pour lesquels les solutions n'existent pas ou ne sont pas satisfaisantes d'un point de vue environnemental et sanitaire. Les projets développés dans cet axe s'intéressent au couplage de procédés biologiques et/ou d'oxydation avancées pour l'élimination de molécules organiques récalcitrantes... Les procédés étudiés s'appliquent aux traitements d'effluents de natures diverses (gazeux et liquides) pour différents secteurs d'activités (effluents hospitaliers, agro-alimentaires...). De la même manière, certains de nos projets peuvent s'intéresser à la bioproduction de molécules plateformes par fermentation et électrofermentation...

L'unité de recherche CyClann a pris conscience de l'enjeu d'intégrer les outils d'évaluation environnementale dans le développement des procédés. En effet, il est important de constater que les métriques les plus répandus dans l'analyse des procédés s'intéressent principalement aux critères de performances techniques et économiques, alors qu'il est tout aussi indispensable de développer/optimiser les procédés afin de les rendre plus performants du point de vue environnemental. En ce sens, l'équipe s'intéresse à la bonne intégration de la méthodologie ACV (Analyse de Cycle de Vie) dans sa démarche. En effet, ce dernier a un fort potentiel pour inclure des critères environnementaux dans l'analyse /développement des procédés. En sens, ce type de démarche est structurant pour CyClann. Le deuxième axe de recherche (axe 2) s'intéresse à l'insertion des procédés de gestion des effluents et des ressources au sein de systèmes cohérents. Il s'agit de caractériser les flux et stocks en amont et en aval des procédés afin d'identifier les modes de valorisation matière ou énergie les plus pertinents au sein d'un système d'acteurs et d'un territoire donné. Dans cet axe, il s'agira par exemple de développer des évaluations permettant d'étudier la disponibilité des ressources à des échelles locales afin de réduire les impacts environnementaux associés à un projet et de contribuer au développement économique du territoire d'implantation d'un projet. A titre d'exemple, l'équipe CyClann développe des projets liés à la mise en place de stratégies d'économie circulaire par des collectivités locales pour atteindre l'objectif européen de recyclage des déchets municipaux (44% aujourd'hui, 55% d'ici 2025, 65% d'ici 2035). Ce type de projet implique : - une étude de la gestion des déchets dans quelques collectivités avec approche qualitative/entretien et approche quantitative, analyse et proposition de solutions pour améliorer la gestion, - développement et réalisation de formations professionnelles pour des entreprises d'économie sociale solidaire et pour des étudiants, -accompagnement de foyers pour les aider à réduire et gérer leurs déchets.

Vers un projet structurant de CyClann...

Prenant en compte les recommandations du conseil scientifique, l'enjeu de l'équipe CyClann est de se tourner davantage vers une dynamique pouvant mener à :

- La création d'une unité propre sur le campus de Rennes (via une évaluation HCERES) tout en étant en cohérence avec les enjeux du programme pédagogique de l'école
- Une réelle collaboration transversale avec les autres équipes du Groupe en gardant les collaborations avec les partenaires traditionnels de l'école tout en confirmant son ancrage territorial et, au plus près les enjeux locaux.

Pour soutenir cette démarche, l'équipe CyClann a continué à intensifier les consultations/concertations locales avec ses partenaires traditionnels tels que : le Conseil Régional de Bretagne, les quatre universités bretonnes, l'IRSTEA, l'OSUR, B2E ainsi le CBB Capbiotek, les entreprises, et les pôles de compétitivité.

Une étape indispensable pour la réalisation de cet objectif est de croiser les compétences internes et permettre dans un cadre collaboratif, l'expression de toutes les compétences. Dans cette optique, une dynamique d'équipe est déjà lancée. Des actions concrètes ont été engagées et convergent vers des projets collaboratifs et structurants. À titre d'exemples, cette année, l'équipe a pu travailler collectivement sur le montage du projet "IdCarte". L'approche innovante proposée réside dans l'analyse **croisée des pratiques en santé au travail, de la gestion et de l'organisation opérationnelle** du suivi des produits utilisés dans les établissements hospitaliers puis par **l'élaboration d'une cartographie spatialisée des flux inter services** permettant de dégager des synergies sur l'utilisation de substances par exemple ou encore sur la mise en œuvre d'un procédé de traitement. Cette analyse permettra d'avoir une vision spatiale plus fine de la **circulation des matières (substances chimiques utilisées) et des effluents hospitaliers** afin de proposer de façon optimum des techniques de traitement par la suite. A ce projet, une ouverture structurante peut être faite sur les compétences « Géochimie » de l'équipe Aghyle, notamment avec la problématique du gadolinium (terre rare) utilisé en imagerie médicale qui se retrouve dans les urines des patients et qui finit sa course dans les effluents hospitaliers.

Un autre exemple de projet structurant de CyClann concerne **la valorisation des cendres de chaudière biomasse pour l'élaboration de matériaux composites pour le génie civil (projet BIMGC)**. Ce projet s'inscrit dans un contexte de développement de la filière biomasse qui entraîne une production accrue de cendres. La filière agricole étant actuellement la principale voie de valorisation. Mais les coûts de stockage ou les frais d'épandage conduisent à trouver d'autres voies pour valoriser ces sous-produits. La filière BTP serait une possibilité pour valoriser ces sous-produits. L'équipe Cyclann a activement contribué à ce projet via **l'élaboration d'une cartographie spatialisée des flux** de cendres volantes, ciment et béton. Une **évaluation environnementale (ACV)** a également été amorcée et doit être finalisée en 2020. CyClann a commencé plusieurs chantiers qui permettront de répondre à la question globale de l'unité.

2) Bilan

- *Faits scientifiques marquants :*

Plusieurs avancées ont pu être développées cette année :

2.1. Concernant l'axe « traitements et de valorisations des rejets »

Le projet sur l'évolution de la population microbienne constituant les boues activées en présence de micropolluants d'origine pharmaceutique, débuté en 2016 en collaboration avec Jean-Marc LAFERTE de l'ECAM de Rennes se poursuit. En 2019, dans le cadre de GoLaSalle, une stagiaire de l'Universidad Lasalle de Mexico Paola Estrada Martinez a intégré l'équipe pour travailler sur le projet. Les résultats obtenus sont très encourageants. Une réponse à l'appel à projet FAMAE a été déposé par l'ECAM et Unilasalle-Rennes (non retenu) pour financer un post-doctorant ou un ingénieur d'études pour poursuivre les travaux de développement de l'outil dédié à la reconnaissance d'image des microorganismes des boues activées soumis à un micropolluant d'origine pharmaceutique en condition d'abondance et de famine. Patrick DABERT, directeur de recherche à l'Irstea Rennes participe à ce projet. Cela s'est traduit par la quantification de l'ADN grâce à la technologie de biologie moléculaire (qPCR en temps réel). Les résultats sont en cours de rédaction. Une rencontre avec un industriel s'est dernièrement effectuée dans le but de soutenir le projet et de pouvoir répondre à un appel à projet de la Région Bretagne par exemple. (H. DJELAL).

- Dans la continuité de cette thématique de biodégradation, une réponse à l'appel à projet PHC GUNDISHAPAR 2019 intitulée "bioaugmentation of activated sludge by *Microa versicolor* for carbamazepine biodegradation" a été accepté. Le laboratoire iranien est le laboratoire "Life Science Engineering", Faculty of New Science and technologies, North Kargar St, Téhéran (J. Hasan). Pour les parties françaises sont impliqués le laboratoire CIP de l'UMR 6226 de l'Université de Rennes 1 (A. Amrane) et Cyclann de Unilasalle-EME (H. DJELAL).
- Cyclann a poursuivi ses travaux de recherche sur les évaluations des risques biologiques et optimisation des procédés de traitement de l'air intérieur dans les systèmes de conditionnement d'ambiances de l'industrie agro-alimentaire (AIRCOOL¹2018-2019). L'objectif de ce projet pour Cyclann était de contribuer au développement d'un procédé couplant photocatalyse/plasma froid pour le traitement de la pollution de l'air intérieur dans l'industrie agroalimentaire (traitement de la pollution chimique et microbiologique), d'évaluer les risques sanitaires, et d'acquérir des connaissances sur les modes de dégradation. Le projet a été clôturé en juin 2019. Un rapport final résumant les résultats obtenus a été rédigé en destination du tremplin Carnot AgriFood Transition. Une première valorisation sous forme d'article scientifique a été faite (annexe).

2.2. Concernant l'axe « Evaluations environnementales »

Pour répondre dans le secteur du bâtiment, aux objectifs de la transition énergétique pour la croissance verte, la Fondation Bâtiment-Energie a souhaité favoriser le développement de l'économie circulaire dans le secteur du bâtiment, via la mise en œuvre d'un Atelier de travail dédié au développement de critères et indicateurs servant de bases scientifiques à sa caractérisation. La contribution de Vincent Augiseau (CyClann) vise à proposer des éléments pouvant contribuer à une méthodologie d'évaluation en vue d'atteindre un objectif d'approvisionnement local en matériaux de construction dans une opération de construction ou d'aménagement. Il s'agit de développer des évaluations permettant d'étudier la disponibilité de matériaux à des échelles locales afin de réduire

¹ Tremplin Carnot AgriFood Transition – AMI 2017 ressourcement, partenaires ISCR (CIP-ENSCR), IRSET (LERES), Pôle Cristal coût global 80 k€, participation A. Kane, A.-V. Jung (Unilasalle-EME)

les impacts environnementaux associés à un projet et de contribuer au développement économique du territoire d'implantation de ce projet.

Un rapport intermédiaire a été rédigé en 2019 pour ce projet. Ce rapport présente un état de l'art des données et méthodes permettant de connaître les ressources locales primaires et secondaires de matériaux de construction en vue de leur utilisation. Les premières réponses apportées dans ce livrable intermédiaire sont présentées en cinq sous-parties. Tout d'abord sont rappelés les enjeux matériels et environnementaux associés aux matériaux de construction. Des repères méthodologiques pour l'étude des flux de matières sont ensuite présentés. Puis les échelles moyennes d'approvisionnement en matériaux en France sont analysées. Des sources complémentaires pouvant être utilisées pour caractériser plus particulièrement un site de projet de construction ou aménagement sont ensuite indiquées. Enfin sont présentés des exemples d'études s'étant donné l'objectif d'évaluer plus finement la disponibilité de ressources ou proposant des éléments de méthodologie. Ce travail sera poursuivi en 2020 en lien avec plusieurs aménageurs dont Nantes métropole Aménagement. L'échange avec ces acteurs permettra de mieux cerner leurs demandes en termes de données permettant de favoriser l'utilisation de ressources locales.

- Valorisation des cendres de chaudière Biomasse dans l'élaboration de Matériaux composites pour le Génie Civil (2018-2020), AAP GRAINE ADEME, Porteur du projet : LGCgE – IUT Béthune, partenaires : UniLaSalle-EME, UMONS – Sciences des matériaux, Biallais Industries, Dalkia Nord-Ouest, Bois Energie, CERIB, B2E, Cd2e. UniLaSalle-EME (H. Djelal) est responsable du lot 2, sont impliqués dans le projet K. Dufosse, V. Augiseau et T. Henrion. M. Marie-Charlotte recrutée pour un CDD de 6 mois a participé très activement au projet. La partie étude des flux de cendres volantes, ciment et béton est achevée. La partie sanitaire et environnementale (ACV) est bien avancée, nous sommes en attente de l'échantillon de cendre et de béton formé pour poursuivre l'étude. Un rapport intermédiaire a été rédigé en 2019 pour ce projet. Cyclann a été sollicité pour répondre à un appel à projet ADEME GRAINE sur la suite de ce présent projet.

Au cours de l'année 2019, les principaux projets scientifiques ont été déposés dans le cadre de cet axe de l'unité. Ceux apparaissant **en gras** ont été retenus :

- **Projet Interreg Three C: Creating and sustaining Charcoal value chains to promote a Circular Carbon economy in NWE Europe.** Ce projet vise à développer des chaînes de valeur viable dans l'Europe du Nord-Ouest, en s'appuyant sur la valorisation de sous-produits végétaux locaux. THREE C s'intéresse à la faisabilité d'utiliser la biomasse sous forme de charbon pour substituer des produits actuellement utilisés dans les secteurs de l'agriculture, du traitement de l'eau, de la santé et des cosmétiques. En France, les partenaires sont l'AILE, UniLaSalle et Bretagne Eco-entreprise (B2E), à l'échelle française, le pilotage/animation sera assuré par l'AILE. A. Kane (CyClann) pilotera ce projet pour le compte d'UNILASALLE. Projet déposé le 03/06/2019 et retenu le 26/09/2019 par le comité décisionnel de l'INTERREG NWE.
- Dépôt avec l'équipe AGHYLE Beauvais (Olivier Pourret) d'un projet de post-doc MOGPA (Make Our Planet Great Again). Ce projet s'intéresse au potentiel adsorption et photocatalytique du Rutile local (Cameroun) pour l'élimination des xénobiotiques organiques et minérales. Ce projet est structurant car en collaboration étroite entre CyCLANN (A. Kane Rennes) et AGHYLE (Beauvais). Il est financé à 100 %, l'autofinancement correspond à quelques jours d'encadrement et les frais environnés (bureau...). Ce projet est en adéquation avec les thématiques AGHYLE pour la partie hydrogéochimie et les procédés de traitement de l'eau pour CYCLANN. Durée : 18 mois/ Financement demandé : 75k€ pour l'établissement qui reçoit (UNILASALLE).
- Projet idCart en réponse à l'AAP ANSES PNR EST 2019. Identification et cartographie des sources de substances polluantes par une démarche transversale « Environnement-Santé au

Travail » dans un CHU : vers l'intégration de dispositifs de traitement au sein de systèmes cohérents. La démarche générale du projet est celle d'une approche d'éco-conception du système de gestion des eaux, s'appuyant sur une évaluation des impacts environnementaux, des risques et une analyse des flux. L'intérêt est finalement d'accompagner et d'apporter aux CHU et décideurs des diagnostics, guides et solutions intégrées de technologies et de méthodologies permettant d'avoir un moindre impact environnemental et sanitaire. Porteurs : A-V. Jung et A.Kane pour le compte de l'équipe CyClann.

- **Projet REACT** (Emballages barrière Recyclables et Composables), 2019-2022, en réponse à l'AAP RIN Collaboratif de la région Normandie. Ce projet est porté par IPC (Innovation Plasturgie Composites) en qualité de coordinateur et rassemble UniLaSalle, Université Rouen Normandie-PBS, le CRT Praxens et les industriels Creagif Eco Concept, Polytechs SA et Bischof + Klein France SAS. L'objectif du projet est de substituer des films multicouches traditionnels destinés au secteur du packaging, qui sont incinérés ou enfouis, par de nouveaux emballages barrière recyclables et/ou compostables. L'équipe de recherche Cyclann a en charge la partie ACV des nouveaux emballages éco-conçus, par comparaison des impacts entre un matériau d'emballage barrière multicouche classique avec deux matériaux développés par les partenaires au sein de ce projet : un matériau d'origine synthétique mais recyclable et un matériau biosourcé et compostable. Ce projet sera suivi par K. Dufossé et A. Mahieu pour le compte de Cyclann
- **Projet PNE**, 2020 (7 mois) réponse à un AAP PNE Algérie avec l'USTHB Algérie, le projet a été accepté avec accueil d'une doctorante Sonia CHERIF à partir de Janvier 2020, Sonia CHERIF doctorante qui travaille sur "Couplage d'un procédé biologique à un procédé photocatalytique pour la dégradation des molécules organiques récalcitrantes" dans le cadre du Programme PNE 2019 Algérie. La directrice de thèse est Pr H. YAZID, la co-directrice de thèse H. DJELAL et le co-encadrant A. KANE.
- **Projet CEPPRO** Développer des cellules d'épuration des eaux usées de proximité utilisant des granules aérobies et contribuer à l'assainissement en circuit court (déclinaison de l'économie circulaire à l'assainissement, en réponse à l'AAP FAMAÉ. Le porteur du projet est Unilasalle-EME en collaboration avec Gerard HUILLERY.
- **Projet BA** Etude de l'impact de micro-polluants sur le pouvoir épurateur des boues activées grâce au Deep Learning, en réponse à l'AAP FAMAÉ. Ce projet porte sur l'élaboration d'un outil par deep learning pour simplifier la qualification des boues activées dans le traitement des eaux usées. Le porteur du projet est l'ECAM Rennes (JM LAFERTE) avec la collaboration de Cyclann (DJELAL H.)
- **Projet Microplastiques** (Cifre ANRT) : en association avec SCE et l'UMR 6226 de l'UR1/ENSCR un dossier a été soumis à l'ANRT, le sujet porte sur l'élimination des microplastiques dans les eaux usées. Une étudiante qui a fait une partie de ses études à l'Universidad Lasalle de Mexico a été retenue comme doctorante. Le porteur du projet est Cyclann, la directrice de thèse serait H. DJELAL et le co-directeur de thèse A. AMRANE de l'UR1/ENSCR. Dans ce cadre un projet bibliographique est a été réalisé par un trio d'élèves en échange ERASMUS.
- **Projet BIOGRAFIC** : lettre d'intention déposée en réponse à l'AAP ADEME Graine, l'étude encourageante du projet BIMGC Ademe Graine a incité les porteurs du projet (laboratoire LGCgE-IUT Béthune) et les membres du consortium à répondre à l'AAP Ademe Graine, édition 2019. Les cendres volantes étant en quantité insuffisante pour un développement industriel (conclusion Lot 2, CyClann), des essais devraient être menés avec des cendres sous foyer. Cyclann serait porteur du lot 4 (DJELAL H.) avec la collaboration forte de DUFOSSE K et l'appui de HENRION T, AUGISEAU V, MAHIEU A. Si ce projet abouti, cela permettrait à l'équipe Cyclann de collaborer à plusieurs sur un même sujet de recherche.

- *Faits marquants structurants :*

Ressources humaines

- Marine MARIE-CHARLOTTE, ingénieur en environnement, recruté sur une période de 6 mois sur l'étude du projet BIMGC, ADEME Graine.
- Thibaud NIEL, Ingénieur en génie industriel de l'environnement, recruté en qualité d'enseignant eau et accompagnateur du centre de carrière. Arrivée en aout 2019
- Angélique MAHIEU : Venant d'Unilasalle Rouen, elle est mutée à UniLaSalle Rennes en septembre 2019 et vient renforcer l'équipe CyClann en qualité d'enseignante- chercheuse. Ingénieure en chimie et docteure en sciences des matériaux, elle a travaillé à la valorisation d'agroressources dans l'élaboration de matériaux innovants biodégradables et compostables. Recherches bibliographiques et réflexions en cours sur son positionnement vis-à-vis des thèmes de recherche de l'équipe.
- Abdoulaye KANE assure l'animation de Cyclann, compte tenu de l'absence d'Aude-Valérie Jung. A ce titre, A. Kane assurera cette mission en relation avec les deux directions (recherche groupe et direction établissement).

Soutenance Thèse

Margaux Lhuissier. Eco-procédé de traitement des COV et de valorisation d'huiles de collecte. Soutenance le 03 Juillet 2019. Co-encadrant de thèse : Abdoulaye Kane (UniLaSalle-EME)

Thèses dirigées ou co-encadrées par Cyclann :

- Doctorante : Margaux LHUISSIER (Bourse CIFRE entreprise CHIMIREC, Co-encadrement : A. KANE, UniLaSalle Rennes - A. AMRANE Université Rennes1- J-L. AUDIC, Université Rennes1, Directrice de thèse : A COUVERT, ENSCR) – projet ECOV (2016-2019). Ce projet s'est intéressé à la réutilisation d'huiles collectées par une entreprise de collecte et de recyclage d'huiles usagées. L'objectif étant de capter les COV émis sur leur site, tout en prévoyant leur valorisation concomitante. Margaux LHUISSIER a soutenu avec succès le 03/07/2019 ses travaux de thèse sur l'étude Eco-procédé de traitement des COV et de valorisation d'huiles de collecte. Le jury a noté et apprécié l'aspect pluridisciplinaire associant des problématiques liés à la chimie, la physico-chimie, au transfert de matière gaz/liquide et aux procédés biologiques. Cette thèse a été menée dans le cadre d'une convention CIFRE avec le Groupe CHIMIREC.
- Doctorante : Amira ALMANSBA (cotutelle avec l'USTHB-Alger). Direction thèse : Nouredine NASRALLAH. A. Kane (co-encadrant- UniLaSalle-EME), A. Amrane (Directeur thèse- ENSCR) & A. Assadi (co-encadrant-ENSCR). Ce travail s'intéresse dans réacteur compact et économe à l'étude de la dégradation photocatalytique d'antibiotiques par un textile lumineux. Ce travail verra la contribution de P. Bonnet (MCF HDR de l'Institut de Chimie de Clermont Ferrand) qui apportera son expertise « matériau » sur le sujet. Ce travail rejoint celui déjà amorcé avec l'Université de Clermont d'Auvergne concernant l'élaboration et la caractérisation de matériaux semi-conducteurs pour le traitement des eaux. Les résultats obtenus sur le premier séjour de Amira ont été présentés lors du congrès SFGP 2019, Nantes (Communication orale). Une communication orale sera également faite à l'occasion du congrès Grutee 2020 (Rennes,2020). 2 articles sont en cours de rédaction.
- Doctorante : Alaa SALMA (Direction H. Djelal, co-directeur A. Amrane UR1, Florence Fourcade UR1, en partenariat avec l'ENSCR) - bioproduction de molécules plateformes par fermentation et électrofermentation (2017-2020). La valorisation de matières premières secondaires par fermentation s'accompagne de nombreux métabolites qui peuvent être valorisés en énergie (éthanol, H₂, CH₄) mais aussi en matière (glycérol, acide succinique ...). Le procédé de fermentation à partir de biomasse permet la production de composés organiques qui seront impliqués dans

d'autres procédés industriels. Ces molécules « plateformes » sont souvent des molécules bioactives à usage thérapeutique, cosmétique ou alimentaire. La doctorante Alaa Salma a présenté ses résultats lors de la soutenance de suivi individuel avec succès. Pour développer la partie électro-fermentation, nouveau procédé que Hayet DJELAL souhaite développer au laboratoire Cyclann en collaboration avec Florence Fourcade l'UMR6226 UR1/ENSCR, une rencontre avec Eric Trably, directeur de recherche à l'INRA de Narbonne, un des seuls spécialistes de ce procédé innovant a été réalisé en octobre 2019. Une collaboration future est envisagée à la suite de cette rencontre. 1 article soumis, 2 en cours de rédaction, une communication orale et 3 journées des doctorants de l'EDE3M et de l'UMR6226.

- Doctorante Djouza HADDOUCHE du Laboratoire de la réaction USTHB-Alger (direction M. Chabani) qui travaille sur la dégradation par le procédé photo-Fenton homogène et hétérogène d'un micropolluant d'origine pharmaceutique (co-encadrement H. DJELAL, directrice de thèse : Pr M. CHABANI, USTHB). Les résultats obtenus lors des 5 mois passés au Laboratoire Cyclann ont permis une avancée considérable des travaux de thèse de la doctorante. Un couplage avec un procédé conventionnel par boues activées a permis d'améliorer les rendements d'épuration. Le procédé photo-Fenton hétérogène permet de réduire l'utilisation de réactifs chimiques. Des tests de phytotoxicité sur graines de Cresson ont mis en évidence l'intérêt d'un tel traitement pour éliminer la doxycycline, un micropolluant d'origine pharmaceutique.

Afin de poursuivre la coopération avec le Laboratoire Génie de la réaction USTHB-Alger, H. DJELAL est co-directrice de thèse de F. BENSABI qui va travailler sur la problématique du traitement d'un micropolluant d'origine pharmaceutique en combinant en procédé d'oxydation avancée et un procédé biologique.

La collaboration avec l'Université Badji-Mokhtar Annaba-Algérie et le Pr N. KHELLAF se poursuit et cela a donné des articles cités en annexe.

H. DJELAL poursuit la collaboration avec l'ISSAT Mahdia-Tunisie, tout l'intérêt de cette collaboration est la complémentarité entre les deux équipes de recherche, à savoir procédés de dépollution de micropolluants ou d'effluents industriels et étude de toxicité *in vivo* et *in vitro*, ce qui permet d'appréhender un procédé par son efficacité épuratoire et environnementale. Cette collaboration débutée en 2011 se traduit par :

- Mise en relation Pr KHELLAF et Pr BEN MANSOUR avec une thèse en co-tutelle entre leurs deux établissements, il est envisagé de répondre à un appel à projet commun (PHC Maghreb) et accueil de la doctorante en 2020 au sein de Cyclann pour développer la partie électro-biodégradation (financement tunisien de la doctorante).
- Co-organisation d'un colloque à Mahdia "International Symposium Toxicology Food and Environmental Health" Avril 2019
- Accueil de Pr BEN MANSOUR au sein de Unilasalle-EME du 3 au 7 novembre 2019. Pr BEN MANSOUR a donné un cours de 3 heures aux élèves et a présenté les travaux de recherche de son équipe.
- Montage en cours d'un projet de mobilité internationale de crédits (Erasmus +) entre Unilasalle et ISSAT qui doit être déposé en janvier 2020, avec l'appui du service LINC d'UniLaSalle
- Conférencière invitée aux colloques "International Symposium Toxicology Food and Environmental Health Mahdia Tunisie, 26-27 avril 2019" et "3ème congrès méditerranéen en bioanalyses Mahdia Tunisie, 13-15 décembre 2019".

Cette année, avec l'appui du service LINC d'UniLaSalle, un projet de mobilité internationale de crédits (MIC) a été monté avec l'Université de Maroua au Cameroun, celui-ci concerne notamment une mobilité étudiante et d'enseignants-chercheurs. Les objectifs de ce projet sont principalement :

- La promotion de nos formations et de la recherche à UniLaSalle Rennes (idem pour notre partenaire).
- L'augmentation du nombre d'étudiants étrangers sur le campus : ce nombre étant un indicateur de performance mentionné dans la stratégie du groupe.
- La contribution à l'amélioration de la mobilité des enseignants chercheurs à l'étranger, renforcer leur visibilité, accroître leur ouverture culturelle et développer l'internationalisation d'UniLaSalle.

Les attentes de ce projet sont les suivantes :

- Développer les compétences des étudiants et du personnel enseignant qui participent au projet en améliorant entre autres : leur employabilité et leurs perspectives de carrière ...
- Permettre aux enseignants chercheurs de développer et d'identifier de nouvelles collaborations d'enseignement et de recherche ...

Des échanges ont été amorcés cette année avec L'université de Manhattan College : USA (Jessica WILSON : assistant professor). Cette collaboration est d'autant plus stratégique qu'elle est une réelle opportunité pour renforcer le lien entre Manhattan College et UniLaSalle Rennes. La coopération a été initiée en 2019 par le biais d'un projet exploratoire portant sur le traitement photocatalytique d'effluents liquides d'abattoirs pour l'élimination de la pollution chimique et microbiologique. Dans ce cadre, un stagiaire de l'Universidad Lasalle de Mexico, Francisco Jesús MASTACHE a intégré l'équipe pour travailler sur le projet.

Concernant les **relations avec les entreprises**, les collectivités et autres écoles ou laboratoires, les projets ci-dessous ont été finalisés en mars 2019 par le biais des projets (réalisés en dernière année du cycle ingénieur : projets d'ingénierie et par les étudiants en Mastere spécialisé Economie Circulaire encadrés par des Enseignants Chercheurs de CyClann):

- Un projet sur l'analyse des opportunités pour les copeaux : Valorisation et Innovation (**projet AOCVIN** a été réalisé avec **l'entreprise VIVELYS**).
- Un projet sur la mise en place de capteurs sur le campus de Ker Lann et sur pilote/qualification des mesures été réalisé avec **l'ECAM et la société Ijinus (projet KANOE : Kerlann Area Network pour un Opendata sur l'Eau)**
- Un projet sur les filières et usages des Mâchefers (**projet FUME+**) a été réalisé avec **Rennes Métropole**.
- Un projet sur la production de boues granules et recherche de partenaires (**Projet NEREDA**).
- Projet de mise en place d'une filière de valorisation de meubles abîmés en utilisant notamment l'impression 3D pour les pièces à remplacer. Projet réalisé avec **Valdelia**.
- Projet de création et d'animation d'une communauté économie circulaire pour **Construction 21**, média social du bâtiment.

- **Moyens-ressources :**

Grace a un autofinancement du Groupe UniLaSalle (45 k€) nous avons pu acquérir 2 nouveaux systèmes HPLC sur le campus de Rennes. Cette nouvelle acquisition va permettre à l'équipe Cyclann d'affiner ses capacités analytiques notamment :

- Pour les essais de dégradation des molécules organiques dont les micropolluants ainsi que
- Pour les essais sur les fermentations (éthanol, acide succiniques, digestion anaérobie ...).

L'équipe dispose également d'outils d'évaluation environnementale tel que SIMPARO permettant de réaliser des ACV dans le cadre des projets BIMGC et REACT.

Formation pour et par la recherche

Cette année, nous avons accueilli 3 stagiaires :

- L. Terrier (2019) : Évaluation de l'efficacité photocatalytique de différents catalyseurs pour le traitement d'effluents pharmaceutiques : Tests d'intensification du procédé photocatalytique. **Université de Rennes 1**, Licence 3 Chimie. Encadrement: A. KANE
- F. Mastache (2019): Process Intensification in the removal of organic constituents from synthetic Slaughterhouse Wastewater using innovative Photocatalysis. Master's degree at **Universidad La Salle-Mexico**. Supervised by: A. KANE
- P. Estrada Martinez (2019): Evolution of the microbial populations constituting the activated sludge, after introduction of micro-pollutants in the communal or industrial wastewater. Master's degree at **Universidad La Salle-Mexico**. Supervised by: H. DJELAL.
- Stage découverte de la recherche de Noim SCHIRCK : Elève de 3^{ème} au **Collège Saint Michel de Liffré (35)** : encadré par Aude-Valérie Jung. 11/03/2019 au 15/03/2019.

Formation professionnelle

Les membres de l'équipe contribuent également à la construction/mise en place d'une formation continue (pilotee par T. HENRION). A ce jour différentes formations sont identifiées (annexe) :

Financements de la recherche (origines et partenariats) :

Tableau 1 : Financement de la recherche

Type de projet/ contrat	Fonction	Partenaires	Montant (TTC)
PRIVE/Fondation Bâtiment Energie	Partenaire	Fondation Bâtiment Energie - CSTB	20 k€
PUBLIC/ADEME Graine (BIMG)	Partenaire, responsable du lot 2	LGCgE-IUT Bethune	41.3 k€
PRIVE/projet d'ingénierie	porteur	VIVELYS	3 k€
PUBLIC/projet d'ingénierie	porteur	Rennes métropole	1k€
PRIVE/projet d'ingénierie	porteur	Decathlon	7.5k€
PRIVE/projet Mastere Spé	porteur	Valdelia	7.5k€
PRIVE/projet d'ingénierie	porteur	Région Bretagne	7.5k€
PRIVE/industriel	porteur	NEREDA	1.8k€
TOTAL			89.6k€

3) Perspectives

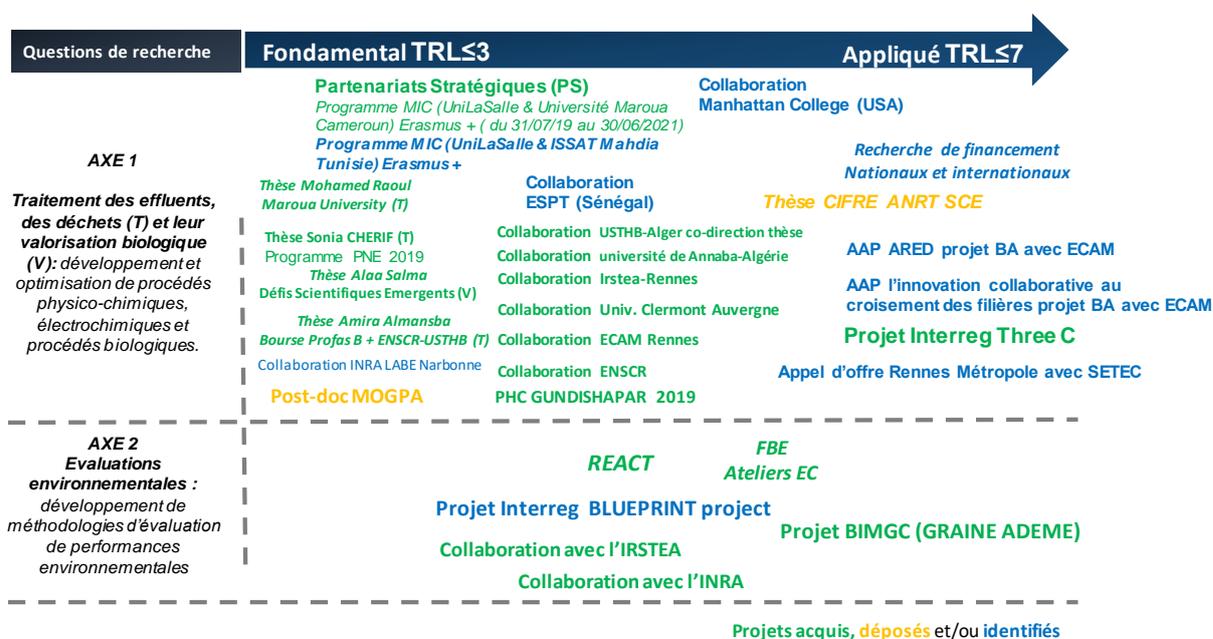
Pour l'année à venir, quelques projets vont démarrer et seront à la fois structurants pour CyClann mais aussi pour UniLaSalle. Le projet Three C s'intéressera à l'application de produits de haute qualité dans

les régions participantes de DE, BE, UK, IE, FR et NL afin de créer des boucles d'économie circulaire respectueuses de l'environnement et durable. Le projet est mené par une équipe de projet interdisciplinaire composée d'universités, d'institutions publiques, d'agences de développement régionale et de soutien aux entreprises, et d'experts en formation, investissement et marketing.

Dans la continuité de la collaboration avec l'Université de Manhattan College, l'équipe va accueillir en début 2020 une étudiante de Manhattan College (Mary NG) qui sera encadrée par A.Kane et Hayet Djelal (UniLaSalle-EME- France), Jessica Wilson (Manhattan College-USA), Aymen Assadi (ENSCR-France), et Sadou Dalhatou (Université de Maroua-Cameroun). Jessica WILSON projette de faire un semestre sabbatique à Rennes pour le printemps 2021. Ce semestre sabbatique serait non seulement une réelle opportunité de consolider les projets de recherche identifiés de part et d'autre mais également une opportunité pour développer un lien stratégique avec Manhattan College (thématiques : Génie civile, traitement et qualité de l'eau...).

Tableau 2 : Stratégie de recherche de l'équipe Cyclann

Stratégie de recherche de l'équipe CYCLANN



Une autre perspective de recherche consiste de s'intéresser à l'utilisation des espèces minérales naturelles dans l'élimination de la pollution organique dans les eaux usées. En effet, le rutile possède une énergie de bande interdite inférieure à celle de l'anatase, ce qui permet sa photoexcitation avec une lumière UV-A presque à la longueur d'onde visible (~ 410 nm) donc applicable au solaire. Dans le cadre du programme MIC avec le Cameroun, une stagiaire M2 en provenance de l'Université de Maroua travaillera sur le potentiel adsorbant et photocatalytique (lumière solaire) du rutile local issu du gisement d'Akonolinga (au Sud du Cameroun) pour l'élimination des xénobiotiques organiques et minérales. Dans ce même contexte un projet a également été déposé dans le cadre du programme Make Our Planet Great Again (MOGPA). Ce projet est structurant car impliquant les compétences en géochimie (Equipe Aghyle Beauvais) et en Traitement de l'eau (Equipe Cyclann). Ce projet a également un intérêt stratégique car impliquant l'Université de Maroua avec laquelle UniLaSalle a un projet de Mobilité Internationale de Crédits en cours.

Une autre perspective de recherche consiste à explorer la contribution de la technologie des plasmas froids en dépollution d'eaux usées. En effet, plusieurs études récentes ont fait état de la faisabilité

d'utiliser la technologie plasmas froids pour la synthèse de catalyseurs et/ou pour modifier l'état de surface afin de déplacer le gap d'énergie vers le visible, ce qui permettrait de travailler avec la lumière solaire et mettre en œuvre des procédés de traitement d'effluents. Dans ce contexte, l'équipe accueillera en fév. 2020 Mohamed Raoul (stage doctoral : en provenance de l'Université de Maroua-Cameroun) qui travaillera sur le sujet de l'intensification des procédés solaires photocatalytiques. Ce stage doctoral sera financé par le programme MIC (Erasmus+).

Cyclann a également été sollicité pour répondre à un appel d'offre par une entreprise Setec hydratec pour la construction de la nouvelle unité de traitement des eaux usées et des boues de Bruz, plusieurs membres de l'équipes seront associés à ce projet. La lettre d'intention est en cours de rédaction.

4) Annexes

Tableau 3. Organigramme pour l'année civile 2019

Thématique	Nom	Fonction
Axe Traitement et valorisation	DJELAL Hayet	Enseignante-chercheuse, HDR/membre permanent
	KANE Abdoulaye	Enseignant-chercheur/membre permanent
	MAHIEU Angélique	Enseignante-chercheuse/membre permanent (depuis 09/2019)
Axe gestion et évaluation des flux et des impacts	AUGISEAU Vincent	Enseignant-chercheur/membre permanent
	DUFOSSE Karine	Enseignante-chercheuse/membre permanent
	CIKANKOWITZ Anne	Enseignante-chercheuse /membre associée
	MARIE-CHARLOTTE Marine	Ingénieure d'étude/CDD de 6 mois
Axes Traitement et valorisation & gestion et évaluation des flux et des impacts	RICORDEL Catherine	Enseignante-chercheuse-référente métiers/membre associée Responsable du premier cycle et Directrice des formations
	JUNG Aude-Valérie	Directrice d'Unité de Recherche Cyclann, HDR
Eaux-Réseaux	NIEL Thibaud	Enseignant ressources/membre associé (depuis 09/2019)
Déchets-ICPE	HENRION Thierry	Enseignant ressources/membre permanent
Mathématiques - Statistiques	DO PACO Wilfried	Enseignant mathématiques et informatique/membre associé
Energie dans le bâtiment	HULOT Dany	Directeur aux études /membre associé
Chimie-biochimie	LELIEVRE Ivane	Technicienne de laboratoire

Tableau 4 : Identification offres Formation Continue en lien avec les EC CyClann (piloteage T. Henrion)

Titre	Niveau	Mots clés	Initiateur
pH dans les usines de production d'eau potable	Expert 1 jour	Hallopeau et Dubin Exploitant	G. Huillery
Initier des économies d'eau en Entreprise	Initiation 2 jours	Optimisation Bonnes pratiques	G. Huillery
Gestion de l'eau au niveau communal	Initiation 2 jours	Cycle eau dans l'entreprise REUSE	T. Niel
Eau pluviale en Ville	Initiation 2 jours	Qualification des EP USE	K Dufossé
Gestion de l'eau en Entreprise	intermédiaire 2 jours	Cycle eau dans l'entreprise REUSE	T. Niel
Formation ACV	Initiation 2 jours	ACV	K Dufossé
Déchets	Initiation 2 jours	Réglementation Exutoires	T. Henrion
Gestion des déchets TPE PME	Intermédiaire 2 jours	Réglementation Exutoires	T. Henrion
Devenir un ambassadeur « 0 déchets »	Initiation (?) 2 jours	Déchets Comportement et action	T. Henrion
Décrypter les ODD	Initiation 1 jours	DD Entreprise	A Cikankowitz
Comprendre les conditions de la réussite d'un projet de méthanisation	Initiation 2 jours	Méthanisation, Exploitation Conduite de projet	H. Djelal

Compétences

Un lien entre les compétences des enseignants-chercheurs de l'équipe et les objectifs du développement durable (ODD) définis en septembre 2015 par le Programme des Nations Unies est donné à titre indicatif.



Tableau 5. Compétences des enseignants-chercheurs

Nom et principaux diplômes	Compétences propres	Principaux objectifs du développement durable (ODD)
Aude-Valérie Jung, Ingénieur chimiste, Docteur en géosciences, HDR	<ul style="list-style-type: none"> • Caractérisation de la matière organique aquatique (<i>compétences académiques</i>) • Santé au travail notamment évaluation des risques chimiques (<i>compétence professionnelle</i>) 	3, 6, 9, 13
Hayet Djelal, Ingénieur génie sanitaire Docteur en chimie, HDR	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement des eaux • Procédés traitement biologique avancé • Procédés d'oxydation avancée • Biovalorisation (biomasse) • Fermentation aérobie • Digestion anaérobie • Innovation et transfert 	6, 9, 13
Abdoulaye Kane, Docteur en génie des procédés et des produits	<ul style="list-style-type: none"> • Intensification des procédés • Traitement eau et air • Procédés d'Oxydation avancée • Absorption/Adsorption de COV 	6, 7, 9, 13
Catherine Ricordel, Docteur en chimie	<ul style="list-style-type: none"> • Electrochimie • Analyse de Cycle de vie (ACV) • Ecoconception 	4, 6, 9
Vincent Augiseau, Docteur en Aménagement de l'espace - urbanisme	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse de flux et stocks de matières (AFSM) • Ecoconception • Système d'Information Géographique (SIG) 	9, 11, 12
Karine Dufossé, Ingénieur généraliste (INSA Rouen) Docteur en Sciences de l'Environnement	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse de cycle de Vie (ACV) • Modélisation mathématique et base de données • Système d'Information Géographique (SIG) • Ressources agricoles de biomasse • Fertilisation azotée 	2, 12, 13, 15
Anne Cikankowitz, Ingénieur généraliste (Mines Alès), Docteur en sciences et génie de l'Environnement	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleures Techniques Disponibles (MTD)/Industrial Emission Directive (IED)/Aide à la décision • ACV • Management du développement durable • Responsabilité sociétale • Economie sociale et solidaire 	4, 9, 17
Angélique MAHIEU, Ingénieure chimiste (INSA Rouen), Docteure en science des matériaux	<ul style="list-style-type: none"> • Valorisation des agroressources et coproduits agricoles • Relations structures-propriétés des matériaux • Analyses physico-chimiques • Polymères biosourcés • Écoconception 	4,12,13

Tableau 6. Réseaux de Cyclann

Noms du réseau et type	Référent EME	Fonction
ECO-ENTREPRISES, ECO-ACTIVITES		
Bretagne Eco-entreprises, éco-activités (B2E)	Hayet Djelal	Représentante (membre du bureau), animatrice du groupe de travail méthanisation Unilasalle -EME adhérente
ENERGIE/Procèdes		
<u>Erh2-bretagne</u> (Pôle de compétences régional hydrogène et piles à combustible)	Catherine Ricordel	Représentante
ATEE (Club pyrogazéification)	Hayet Djelal, Thierry Henrion	Représentants Unilasalle -EME adhére
Société Française de Génie des Procédés (SFGP)	Abdoulaye Kane Hayet Djelal	Représentants Unilasalle -EME adhérente
Air		
FIMEA	Abdoulaye KANE	Représentant Unilasalle -EME adhérente
BATIMENT		
Fédération Française du Bâtiment (réseau de professionnels)	Dany Hulot	Représentant
EAUX		
Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE) – réseau de professionnels et scientifiques	Abdoulaye KANE	Membre à titre individuel
Institut Aménagement de la Vilaine (IAV) – aménageurs du bassin de la Vilaine	Aude-Valérie Jung	Représentante
EVALUATION ENVIRONNEMENTALE		
Réseau Eco-conception de Systèmes pour un Développement durable Eco SD	Catherine Ricordel, Anne Cikankowitz, Karine Dufossé	Membres à titre individuel
Agor ACV	Anne Cikankowitz, Catherine Ricordel, Vincent Augiseau, Karine Dufossé	Membres à titre individuel
Réseau Ecoconception Grand-Ouest (REGO)	Catherine Ricordel	Membre comité de pilotage
ELSA	Karine Dufossé	Membre à titre personnel
Industrial Society for Industrial Ecology	Vincent Augiseau	Membre à titre personnel
Eco-conception de Systèmes pour un Développement durable (EcoSD)	Catherine Ricordel	

BIOTECHNOLOGIES		
Réseau Chimie fine et Biotechnologies (CBB Cap Bioteck)	Hayet Djelal	Représentante
ECONOMIE CIRCULAIRE, ECOLOGIE INDUSTRIELLE ET TERRITORIALE		
Institut Economie Circulaire – think tank	Catherine Ricordel Anne Cikankowitz Vincent Augiseau	Représentante Suppléante Membre personnel qualifié
Les éconautes, Pôle Territorial de Coopération Economique (PTCE)	Jacques Brégeon Anne Cikankowitz	Membre fondateur Représentante
International Society of Industrial Ecology	Vincent Augiseau	Membre à titre individuel
Groupe de travail du Projet Européen COST MINEA Mining the European Antroposhere	Vincent Augiseau	Représentant suppléant à titre individuel
DEVELOPPEMENT DURABLE		
Collectif pour l'intégration de la responsabilité sociétale et du DD dans l'enseignement supérieur (CIRSES)	Anne Cikankowitz, Jacques Brégeon	Représentantes Membre à titre individuel
Comité 21	Geoffroy Belhenniche Anne Cikankowitz, Catherine Ricordel	Représentant Suppléantes Membre du groupe d'experts du Comité 21
Collectif Rennes InterCampus pour le Développement Durable	Anne Cikankowitz,	Représentantes
EDUCATION, METIERS		
Association Française des Ingénieurs et Techniciens en Environnement (AFITE)	Catherine Ricordel	Représentante Présidente commission "Compétences, Métiers, Formations"

Tableau de bord de l'Unité

Indicateur 2019	Cible	CyClann
Nb de publications ACL/an	4	8
Nb ACL publications avec des équipes internationales, au moins une équipe étrangère	0,25 à 0,5	6
Nb ACL avec au moins 50 % des auteurs de l'Unité	3	0
Taux de publications ACL/an / ETP	1	6,15
Nb de thèses encadrées /an	3	4
Taux de producteurs (ACL)	1	0,8
Nb de participations colloques orales (y compris posters)	4	13
Nb de participations colloques orales invités	1	2
Nb de projets déposés	4	9
Nb de projets retenus	1,5	3
Taux de réussite des dépôts	20	33%
Nb de projets RD en cours (hors thèses)	3	6
Nb de Thèses CIFRE et contrats privés 100 %	1	1
Nb de brevets déposés	0,25	0,25
Nb de méthodologies/protocoles/OAD	0	0
Nb de partenariats contractés avec le monde socioéconomique	4	4
Nb d'ouvrages	0,25	0
Nb de chapitres	1	1
Participation à communication interne	2	0
Nb d'actions de diffusion scientifique/vulgarisation	5	9
Nb de modules de formation par la recherche (1 er et 2ème cycle)	1	1
Nb de modules cours de formation Doctorale	1	0
Nb d'ACL issus de travaux pédagogiques	0,25	0

Bilan productions scientifiques

8 ACL /10S/3 ACTI/ 5 COM/ 2INV/ 5AFF /3AP/1 TH

Interaction avec l'environnement socio-économique et culturel

Conférences à destination des acteurs socio-économiques et appui à l'action publique :

DJELAL H. Membre du bureau de B2e et participation au groupe de travail EAU (GT EAU de B2E) : thème « REUSE. Intégration du réseau de l'Eau sur le territoire Loire-Bretagne,

DJELAL H. Animation du groupe de travail (GT) méthanisation (Représentation de l'Ecole auprès d'éco-industriels du territoire Loire-Bretagne).

DJELAL H., Quels déchets ? pour quelles valorisations ? sur quel territoire ? », communication orale dans le cadre de la réunion Biogaz organisée par BreizhBioGnv, 19 novembre 2019, Liger, Locminé France

DJELAL H. Les procédés d'oxydation avancée – théorie et applications, B2E, Groupe de Travail EAU, Unilasalle-EME, Bruz, France, 26 juin 2019.

DJELAL H. Jury sélection Les Trophées de l'Innovation des 20 ans du Carrefour et Gestion Locale de l'Eau, catégorie Eau et Préservation de la Ressource, Rennes, 30 janvier 2019, organisée par Rennes Metropole et CREATIV.

Rayonnement et attractivité scientifique

DJELAL H. Méthanisation, méthanation, gaz vert, hydrogène ... beaucoup de termes utilisés mais qu'elle est leur signification ? Vezin le Coquet, 10 octobre 2019. Sciences en Fête.

A. KANE. Participation au Comité de Suivi de thèse de Ridha Ben Ammar (Laboratoire Réactions et Génie des Procédés -ENSIC/Nancy-UMR 7274), Contacteurs membranaires à fibres creuses pour l'intensification des procédés de séparation ; application à la purification d'hydrogène et à la capture du dioxyde de carbone, direction : Sabine Rode. **Juillet 2019.**

A. KANE. Participation à l'édition 2019 des Doctoriales Bretagne Loire à Rennes. Participation de 89 doctorants. Implication dans le groupe de travail « **Rencontre Entreprise** » pour la conception du programme sur de la journée (les thèmes, tables rondes, témoignages ...). **Animation de la table ronde** « Les métiers de la valorisation de la recherche », 16 Mai 2019. Rennes

H. DJELAL. Membre du comité de pilotage des Doctoriales, **Challenge Projet innovant**, édition 2019, Rennes. **Animatrice** d'un groupe de 10 étudiants lors des Doctoriales, **Challenge Projet innovant**, 14-15 mai 2019, Rennes.

Liste des publications

ACL

[ACL1] ROUIBAH I., ZEGHIOUD H., KHELLAF N., ASSADI A.A., BEN MANSOUR H., **DJELAL H.**, AMRANE A. (2019), Intensified photocatalytic degradation of Solophenyl Scarlet BNLE in simulated textile effluents using TiO₂ supported on cellulosic tissue, *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, 20190117.

[ACL2] FENNOUCHE I., KHELLAF N., **DJELAL H.**, AMRANE A., (2019), An effective acid pretreatment of agricultural biomass residues for the production of second-generation bioethanol", *SN Applied Sciences*, 1 (11) 1460.

[ACL3] HOCINI I., BENABBAS K., KHELLAF N., **DJELAL H.**, AMRANE A., (2019) Can duckweed be used for biomonitoring of textile effluents, *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 4 (1) 34.

[ACL4] KECHKAR M., SAYED W., CABROL C, AZIZA M., AHMED ZAID T., AMRANE A., **DJELAL H.** (2019), Isolation and identification of yeast strains from sugarcane molasses, dates and figs for ethanol production under conditions simulating algal hydrolysate, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 36 (1) 157-169.

[ACL5] LOULERGUE P., BALANNEC B., FOUCHART-LE GRAËT L., CABROL A., SAYED W., **DJELAL H.**, AMRANE A., ASZYMCZYK A. (2019), Air-gap membrane distillation for the separation of bioethanol from algal-based fermentation broth, *Separation and Purification Technology*, 213 255-263.

[ACL6] ZEGHIOUD H., ASSADI A. A. KHELLAF N., **DJELAL H.**, AMRANE A., RTIMI S. (2019) Photocatalytic performance of Cu_xO/TiO_2 deposited by HiPIMS on Polyester under visible light LEDs: oxidants, ions effect and reactive oxygen species investigation, *Materials*, 12, 412 1-16.

[ACL7] SAOUD, W. A., ASSADI, A. A., **KANE, A.**, BOUZAZA A., **JUNG, A. V.**, LE CANN, P., GERARD, A., & Wolbert, D. (2019). Integrated process for the removal of indoor VOCs from food industry manufacturing: elimination of Butane-2, 3-dione and Heptan-2-one by cold plasma-photocatalysis combination. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 112071.

[ACL8] ZEGHIOUD H., ASSADI A.A., KHELLAF N., **DJELAL H.**, AMRANE A., RTIMI S. (2019) Photocatalytic by HiPIMS on Performance Polyester under of Cu Visible x Deposited Light LEDs: Oxidants, Ions Effect, and Reactive Oxygen Species Investigation, *Application of Photoactive Nanomaterials in Degradation of Pollutants*, en ligne, 81.

OS

[OS1] **AUGISEAU, V.** 2019. « Utiliser les ressources secondaires de matériaux de construction : contraintes et pistes d'action pour des politiques territoriales », *Flux* 116-117 : 21-36.

C-ACTI

[C-ACTI1] S. Dalhatou, M. Kraonodji A., M. Djaouda, A. Njuh, **A. Kane**. Process Intensification in the Removal of Bacterial Pathogens Slaughterhouse Wastewater using Innovative Solar Photocatalysis. ANSOLE DAYS 2019 & BALEWARE 2019. "Sustainable Energetics and Water" .9-13 September 2019 Kigali (Rwanda)

[C-ACTI2] M.Lhuissier, A. Couvert, A. Amrane, **A. Kane**, J.-L. Audic. VOC removal by absorption in silicone oil and oil biological regeneration in a TPPB: pilot scale trials. ECCE1 The 12th EUROPEAN CONGRESS OF CHEMICAL ENGINEERING- 15-19 September 2019- Florence (Italy)

[C- ACTI3] TALEB AHMED M., ZERROUKI D., BENHADJI A., **DJELAL H.** (2019), Couplage de procédés innovants pour le traitement des rejets de textiles, ICESD 2019 1st to 3rd November 2019 in Sousse (Tunisia).

C-COM

[C-COM1] LOULERGUE P., BALANNEC B., FOUCHART-LE GRAËT L., KHITER A., CABROL A., **DJELAL H.**, AMRANE A., ASZYMCZYK A. (2019), Distillation membranaire pour l'extraction de bioéthanol produit par fermentation à partir de macro-algues, XVII^e congrès de la Société Française de Génie des Procédés, 15-17 octobre, Nantes-France.

[C-COM 2]. M. LHUISSIER, L. R. MOREIRA, A. COUVERT, A. AMRANE, **A. KANE**, Jean-Luc AUDIC - Éliminations de COV hydrophobes dans un bioréacteur multiphasique contenant de l'huile de silicone. 15 au 17 Octobre 2019. SFGP 2019 Nantes (France)

- [C-COM 3]. A. ALMANSBA, **A. KANE**, N. NASRALLAH, R. MAACHI, L. Lamaa, L. Peruchon, C. Brochier, A. A. ASSADI, A. AMRANE- Étude de la dégradation photocatalytique d'un antibiotique par un textile lumineux : Vers un réacteur compact et économe 15 au 17 Octobre 2019. SFGP 2019 Nantes (France)
- [C-COM 4]. **AUGISEAU, V.** 2019. « L'économie circulaire à la française : outils et opportunités spécifiques à l'échelle d'un territoire ». Communication lors du séminaire L'Economie circulaire, un levier pour une meilleure valorisation des ressources marines ? AMURE – UBO, Quimper, 6 septembre 2019.
- [C-COM 7]. **K. DUFOSSÉ et al.**, Evaluation de l'efficacité des pratiques de fertilisation azotée permettant l'abattement des émissions d'ammoniac. APIVALE, Rennes France 19-20 novembre 2019.
- [C-COM 8] SALMA A., ABDALLAH R., FLORENCE F., ABDEL TIF A., **DJELAL H.** (2019) Succinic acid bioproduction, a platform molecule using *A. succinogenes* and its worldwide applications, APIVALE, Rennes France 19-20 novembre 2019.

C-INV

- [C-INV1] **DJELAL H.** (2019) Comportement des boues activées en présence de micropolluants d'origine pharmaceutique, 3eme congrès méditerranéen en bioanalyses Mahdia-Tunisie, 13-15 décembre 2019, chairman et comité scientifique.
- [C-INV2] **DJELAL H.** (2019) What are the innovations in the biological treatment processes for wastewater? International Symposium Toxicology Food and Environmental Health, Mahdia-Tunisia 26-27 April 2019 (Conference plénière) chairman et comité scientifique.

C-AFF

- [C-AFF1] SAYED W., CABROL A., SALMA A., AMRANE A., BENOIT M., PIERRE R., **DJELAL H.** (2019) Ethanol production from hydrolysate of *Ulva rigida* a green macroalgae, APIVALE, Rennes France 19-20 novembre 2019.
- [C-AF2] KHELIFA L., **DJELAL H.**, SALEM Z. (2019) Anaerobic co-digestion of food waste and poultry manure, International Symposium Toxicology Food and Environmental Health, Mahdia-Tunisia 26-27 April 2019.
- [C-AF3] HADDOUCHE D., **DJELAL H.**, BOUAFIA S., CHABANI M. (2019) Phytotoxicity assessment of doxycycline effluents from photo-Fenton process, International Symposium Toxicology Food and Environmental Health, Mahdia-Tunisia 26-27 April 2019.
- [C-AFF4] BOUCENNA A., BOUAFIA S., **DJELAL H.**, CHABANI M. (2019) Evaluation of the toxicity of Nystatin during photo-Fenton process, International Symposium Toxicology Food and Environmental Health, Mahdia-Tunisia 26-27 April 2019
- [C-AFF5] **K. DUFOSSÉ et al.**, Evaluation de l'efficacité des pratiques de fertilisation azotée permettant l'abattement des émissions de NH₃. Les 14^e RENCONTRES de la fertilisation raisonnée et de l'analyse 20-21 novembre 2019 - Centre des Congrès de Dijon. Poster

AP

[AP 1] BRACHET, L., **AUGISEAU, V.**, DEROUBAIX, G., LARREY-LASSALLE, P., LOUERAT, M., MONFORT-CLIMENT, D. 2019. *Enjeu B. Contexte local. Allongement du cycle de la matière*. Rapport intermédiaire pour l'Atelier FBE ECB Economie Circulaire des Bâtiments. 53 p.

[AP 2]. **MARIE-CHARLOTTE M., AUGISEAU V., DUFOSSE K., HENRION T., DJELAL H.** 2019. Valorisation des cendres de Biomasse dans l'élaboration de Matériaux composites pour le Génie Civil. Rapport intermédiaire lot 2 pour le projet BIMGC Ademe Graine. 12 p.

[AP 3]. BOUZAZA A., Assadi, A. A., **KANE, A., JUNG, A. V.**, Le Cann, P., BAZANTAY F. 2019. Optimisation d'un procédé de traitement de l'air intérieur dans les systèmes de conditionnement d'ambiances de l'industrie agro-alimentaire. Rapport Final pour le Tremplin Carnot AgriFood Transition. p.52

TH

[TH1]. M. LHUISSIER. Eco-procédé de traitement des COV et de valorisation d'huile usagée. Thèse de l'École nationale supérieure de chimie de Rennes. École doctorale Matière, Molécules et Matériaux. 2019. Co-encadrement : **A. KANE**