

# Journée doctorale du 16 juin 2023

Abstracts des doctorantes et  
doctorants en Sciences Humaines,  
Sociales et en Sciences Exactes

# Sommaire

Édito commun des responsables des formations doctorales en Sciences  
Exactes et Sciences Humaines et Sociales ..... 3

## Abstracts Sciences Humaines et Sociales :

ED 101   Droits, sciences politiques et histoire .....	4
ED 221   Augustin Cournot .....	7
ED 519   Sciences Humaines et sociales - Perspectives européennes .....	9
ED 520   Humanités .....	13

## Abstracts Sciences Exactes :

ED 182   Physique et chimie-physique .....	17
ED 222   Sciences chimiques .....	70
ED 269   Mathématiques, sciences de l'information et de l'ingénieur .....	92

# Édito

La Journée Doctorale 2023 réunira, pour la première fois, la communauté entière des doctorants de l'Université de Haute-Alsace rattachés à l'une des sept écoles doctorales de Sciences Humaines et Sociales (SHS) et Sciences Exactes (SE) co-accréditées et accréditées en délivrance conjointe du site Alsace :

- Physique et Chimie-Physique (ED 182),
- Sciences Chimiques (ED 222),
- Mathématiques, Sciences de l'Information et de l'Ingénieur (ED 269),
- Droit, Sciences Politiques et Histoire (ED 101),
- Augustin Cournot (ED 221),
- Sciences Humaines et Sociales – Perspectives Européennes (ED 519),
- Humanités (ED 520).

Ce sera l'occasion d'un échange fructueux et d'un partage d'expérience humaine et scientifique qui dépasseront les frontières disciplinaires. La Direction de la Recherche, secondée par l'Antenne doctorale, a fortement souhaité que les doctorants de notre Université, quelle que soit l'ED dont relèvent leurs recherches, se retrouvent tous ensemble : c'est la représentation aussi bien de la pluridisciplinarité que de la vitalité scientifique de l'Université de Haute-Alsace et de ces doctorants qui constituent le vivier de jeunes chercheurs qui sauront assurer l'avenir de la recherche dans notre établissement et son rayonnement.

Les doctorants de 3<sup>ème</sup> année présenteront oralement leurs travaux de thèse. Des prix seront décernés aux meilleurs présentations orales et affiches. Les discussions scientifiques se poursuivront autour des affiches des doctorants de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année pendant le déjeuner et les pauses. Le présent livret rassemble les résumés des projets de thèse des doctorants : ces descriptifs, même si concis, sont la manifestation la plus efficace du haut niveau de notre formation doctorale, qui se déploie sous l'égide du Collège Doctoral.

Merci à l'équipe de la Société européenne de physique (EPS) pour l'accueil qu'elle nous réserve depuis plusieurs années. Merci aussi aux doctorants de l'Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) et doctorants seconde année des laboratoires SHS pour leur implication dans l'organisation de cette journée et l'aide qu'ils ont apporté à Martine Siegler et Sabrina Bocquel de l'antenne ED pour assurer le bon déroulement de cette journée.

Bienvenue aux participants, doctorants, collègues et à tous ceux qui contribuent au recrutement et à la formation des doctorants dans nos laboratoires et sont attentifs au devenir des jeunes chercheurs. Nous souhaitons que cette 1<sup>ère</sup> journée doctorale commune SE-SHS soit une belle occasion d'échanges scientifiques interdisciplinaires fructueux avec les jeunes chercheurs de l'UHA.

**Professeure Sylvie Rivot**  
**Vice-présidente Recherche et formation doctorale – UHA**  
**Vice-présidente du Collège Doctorale – Université de Strasbourg**

**Professeur Dominique Berling**  
**Responsables des formations doctorales « Sciences Exactes » – UHA**

**Professeure Maria Teresa Schettino**  
**Responsables des formations doctorales « Sciences Humaine et Sociales » – UHA**

# Abstracts

# Sciences Humaines et Sociales :

**ED 101**

**Droits, sciences politiques  
et histoire**

## Qu'est-ce que le régalien ? – La notion de régalien

Caroline THOLEY, Laurent REVERSO

*Université de Haute-Alsace, Centre Européen de recherche sur le Risque, le Droit des Accidents Collectifs et des Catastrophes (CERDACC)*

### Brève présentation

Je m'appelle Caroline Tholey, j'ai 26 ans et je suis actuellement en troisième année de doctorat en droit public. J'ai obtenu un baccalauréat littéraire en 2015 puis je me suis orientée vers une licence de droit. Je n'aurais jamais imaginé réaliser un doctorat en débutant mes études de droit. En effet, j'ai commencé à penser au doctorat pendant mon année de Master 1, lorsque j'ai rédigé mon premier mémoire de recherche. L'idée du doctorat est née en discutant avec mon directeur de mémoire, avec certains professeurs et chargés de travaux dirigés. J'ai décidé de réaliser une thèse car j'avais envie de mener une recherche approfondie sur un sujet précis et parce que je souhaiterais, à terme, pouvoir transmettre à la fois des connaissances et un savoir-faire en enseignant à l'université. En dehors de la recherche, j'enseigne différentes matières de droit public au campus Fonderie en licence de droit, au campus Illberg en licence Langues Etrangères Appliquées, et au campus Grillenbreit au sein du BUT Carrières juridiques. Par ailleurs, j'ai participé à différentes formations portant, par exemple, sur les pédagogies actives ou la communication non violente.

### Résumé

Mon sujet de thèse porte sur la notion de régalien. Cette notion, apparue au XIIe siècle, est originellement rattachée à l'expression de droits régaliens issue du latin « jura regalia » dont dispose le roi et par extension l'Etat. En français courant, le mot régalien désigne ce qui concerne, ce qui appartient en propre au roi, au souverain. Même si le droit est pour vous un domaine complètement étranger, vous l'avez déjà certainement entendu à la télévision ou lu dans des articles de journaux. Par exemple, il est parfois dit d'Emmanuel Macron qu'il est mauvais sur le régalien ou qu'il ne travaille pas assez dessus. La crise sanitaire liée au coronavirus a également mis en lumière la question du régalien en France et, par la même occasion, celle du rôle de l'Etat. Le problème principal auquel je m'attaque dans ma thèse est de déterminer si la notion de régalien fait l'objet ou non d'une véritable définition et quelle est exactement sa portée juridique. Ce problème est novateur car aucune thèse soutenue en France à ce jour ne porte, stricto sensu, sur la définition du terme régalien. Pour résoudre celui-ci, il est nécessaire, si l'on simplifie, d'analyser les lois applicables en France, les décisions rendues par le juge français mais également européen et la doctrine existante. Ainsi, le Conseil constitutionnel, qui existe depuis 1959, et dont les médias ont beaucoup parlé récemment par rapport à sa décision relative à la réforme des retraites, évoque seulement huit fois le terme régalien dans l'ensemble de ses décisions. Par ailleurs, en ce qui concerne la méthode utilisée, je mène ma recherche grâce aux différents outils dont dispose généralement un doctorant en sciences humaines et sociales : ouvrages généraux mais aussi spécialisés, thèses et mémoires, moteurs de recherche, bases de données, assistance à des colloques et entretiens avec des enseignants-chercheurs.

Venons-en désormais aux résultats de mes recherches. J'ai pu d'abord constater que la notion de régalien n'est pas précisément définie et se révèle donc malléable. Ce caractère malléable est notamment perceptible grâce à la diversité des expressions comprenant le terme régalien, celui-ci étant majoritairement utilisé comme adjectif.

Sans prétendre à une énumération exhaustive, on peut en mentionner quelques-unes : droits régaliens, missions régaliennes, compétences régaliennes, fonctions régaliennes ou encore les ministères régaliens. Ensuite, j'ai constaté que le régalien est fréquemment associé à l'Etat, notion que nous connaissons tous. De fait, le régalien est attaché à un organe, l'Etat, en l'absence de toute explication claire. Plus précisément, la doctrine établit une connexité entre le régalien et les notions qui servent à définir l'Etat, la souveraineté et la puissance publique, mais également une connexité entre le régalien et l'intervention de l'Etat. Lorsque l'on évoque la question de l'intervention de l'Etat, cela renvoie, entre autres, à celle des services publics. Mais, pour résumer, mes recherches démontrent que la notion de régalien a d'abord servi à affirmer l'existence de l'Etat puis a évolué en même temps que l'Etat. En effet, la notion de régalien n'étant pas précisément définie, cela permet à cette dernière de s'adapter aux évolutions affectant l'Etat. Parfois, on évoque une tendance au dépassement de l'Etat, qui peut être notamment due au manque de ressources financières étatiques, à la mondialisation ainsi qu'à la place de plus en plus importante accordée aux organisations internationales (ONU, OMC) et à l'Union européenne. De ce fait, le régalien se voit dispersé, fractionné dans la mesure où il ne donne plus lieu à la seule intervention de l'Etat. Si l'on prend pour exemple l'Union européenne, on constate qu'elle est amenée à intervenir dans des domaines dits régaliens tels que la politique afférente à la monnaie pour les pays faisant partie de la zone euro. En outre, si la sécurité et la défense sont fréquemment qualifiées de fonctions régaliennes, on observe, dans le même temps, que l'Etat ne parvient plus à les assurer entièrement tout seul. L'Etat fait notamment de plus en plus appel à des sociétés de sécurité privée afin de sécuriser certains lieux ou des manifestations sportives comme en atteste l'annonce du recrutement de 20 à 30 000 agents de sécurité privée pour les Jeux olympiques de 2024.

# Abstracts Sciences Humaines et Sociales :

**ED 221**

**Augustin Cournot**

## L'appropriation des outils de contrôle à l'université

Céline VOGEL, Pr. Marc BOLLECKER

*Université de Haute-Alsace, Centre de Recherche en Gestion des Organisations (CREGO)*

### Brève présentation

Je suis actuellement doctorante en troisième et dernière année en sciences de gestion et du management, à l'Université de Haute-Alsace. La recherche porte sur les outils de contrôle à l'université, et plus particulièrement sur leur appropriation par les différents acteurs universitaires (personnels enseignants et de recherche, administratifs BIATSS, personnels élus, etc.). Un des objectifs poursuivis par cette thèse, est l'amélioration de la collaboration entre individus au sein de l'université.

Jusqu'à récemment, j'ai occupé un emploi salarié dans une multinationale en Suisse alémanique (marketing et contrôle de gestion), en parallèle de mon travail doctoral. Je me dirige à présent vers des missions d'enseignement et de recherche.

### Résumé

Ces dernières décennies ont été marquées par une cadence beaucoup plus soutenue du nombre de changements au sein de l'organisation universitaire publique française. Déjà marquée par une diversité d'acteurs et de représentations, regroupée sous le nom de « pluralisme », l'université se retrouve confrontée à de nouveaux défis en matière de pilotage, ajoutant ainsi de la complexité à son fonctionnement. Les prérogatives managériales actuelles imposent à l'université une utilisation significative des outils de contrôle. Face aux difficultés dont fait état la littérature en sciences de gestion, dans le déploiement d'outils de contrôle au sein d'organisations marquées par le pluralisme, ce travail de recherche s'intéresse à la question de l'appropriation de ces outils par les acteurs universitaires. Ainsi, l'ambition de cette thèse est de contribuer à la littérature scientifique existante en sciences de gestion sur le pluralisme universitaire. Il a été retenu d'aborder ce pluralisme au travers des types d'appropriation des outils de contrôle au sein de l'université. Cette recherche s'appuie sur le cadre théorique des Économies de la Grandeur de Boltanski & Thévenot (1991), qui permet de caractériser l'université publique française au travers des « mondes ». Différents types d'appropriation des indicateurs sont identifiés, propres à chacun de ces mondes et ce travail analyse la manière dont ces types d'appropriation peuvent être source de tensions, mais également de compromis entre les mondes. Cette recherche se fonde sur une série d'entretiens individuels, semi-directifs, au sein d'une université publique française, pluridisciplinaire avec santé, de l'Est de la France. Cette étude offre ainsi de nouvelles perspectives sur la question du pluralisme universitaire et de l'appropriation des outils de contrôle.



# Abstracts Sciences Humaines et Sociales :

**ED 519**

**Sciences Humaines et sociales  
- Perspectives européennes**

## Les réseaux de militants contre les essais nucléaires français (1959 – 2001)

Clémence MAILLOCHON, Renaud MELTZ, Teva MEYER

*Université de Haute-Alsace, Centre de recherches sur les économies, les sociétés, les arts et les techniques (CRESAT)*

### Brève présentation

Clémence Maillouchon est doctorante en histoire contemporaine depuis la rentrée 2019. D'abord issue d'une formation de journaliste/reporter, sa première passion est l'image, en particulier le documentaire. Après un séjour en Algérie, elle s'intéresse à l'histoire des essais nucléaires et à leurs impacts sur les populations sahariennes. En 2019, elle réalise un master de géopolitique à Paris VIII, et un terrain d'étude dans le Hoggar, seconde site d'essais nucléaires français. A son retour en France, son directeur de mémoire oublie de lui transférer un mail à propos d'un contrat doctoral pour un étudiant qui « s'intéresse au nucléaire ». Fort heureusement, un autre étudiant lui a parlé de ce mail.

### Résumé

Les expériences nucléaires françaises ont suscité de nombreuses oppositions, et pendant 35 ans, 210 tirs ont été réalisés en Algérie et en Polynésie française. Plusieurs types de militants se distinguent : écologistes, antimilitaristes ou encore anticolonialistes qui témoignent d'une internationalisation des luttes. De plus, les essais ont pris place dans des territoires colonisés, animés par des mouvements identitaires et politiques hostile à la présence française<sup>1</sup>.

Nous avons collecté des archives privées et publiques récemment déclassifiées, ainsi que des témoignages de militants qui permettent de documenter ce qui circulait au sein de différents réseaux. Des Eglises, ONG, partis politiques ou encore des étudiants polynésiens se sont ainsi transformés en 'passeurs' de savoirs et pratiques militantes. D'après nos sources, il semble que ces réseaux de passeurs reposaient sur des lieux, des espaces sécurisés où les militants pouvaient se retrouver et se rencontrer.



*Logo de la manifestation pour la reconnaissance de conséquences des essais de 2021 en Polynésie française. Heinui Lecaill.*

[1] Allman Jean, « Nuclear Imperialism and the Pan-African Struggle for Peace and Freedom », *Souls*, vol. 10, 2008, pp. 83 -102. Smith H. Roy, *The Nuclear Free and Independent Pacific Movement: After Mururoa*, Tauris, 1997.

## Les formes communautaires de solidarité comme vecteur socio-historique de l'évolution sociale et économique des collectivités territoriales issues de la décentralisation en Haïti (Péninsule Sud).

**Charly Camilien VICTOR, Josiane STOESEL RITZ**

*Université de Haute-Alsace, Chaire de l'Economie Sociale et Solidaire (ESS)  
Laboratoire SAGE (Société, Acteurs et Gouvernements en Europe)*

### Brève présentation

Je suis Charly Camilien Victor, doctorant en sociologie au laboratoire SAGE (Société, Acteurs et Gouvernements en Europe) et rattaché à la Chaire de l'Economie Sociale et Solidaire (ESS) de l'Université de Haute Alsace (UHA). Je suis diplômé d'une double licence en sciences économiques et en psychologie à l'Université d'Etat d'Haïti (UEH). Je suis titulaire d'un master II en économie sociale et solidaire (ESS) à l'Université Lumière Lyon 2. En 2017, lors de mes études de master, professeur Michel Letart nous a invités « africains et haïtiens » à nous intéresser à ce qui se passe réellement chez nous pour mettre en valeur les structures locales de solidarité dans nos pays respectifs au lieu de venir en Europe étudier la solidarité. C'est à ce moment que je me suis donné comme objectif de découvrir à partir de mon terrain pourquoi il a eu un tel discours. En effet, durant mon stage de master ESS, je me suis intéressé aux formes locales de solidarité en Haïti dans leurs rapports avec les politiques publiques territoriales de développement. Ma thèse de doctorat porte sur ces structures socio-historiques de résistance dans les territoires ruraux de la Péninsule Sud d'Haïti que j'appelle « formes communautaires de solidarité ». Les résultats de mes recherches me permettent actuellement de présenter des communications dans des colloques en France et à l'étranger sur les dynamiques de solidarité des acteurs-paysans et sur la solidarité internationale à travers les territoires ruraux de la Péninsule Sud d'Haïti. Je produis également des réflexions sur la démarche de recherche-action et les apports des épistémologies du Sud global dans le champ de l'ESS.

### Résumé

Ma recherche doctorale fait suite à mon mémoire de master II dans le champ de l'économie sociale et solidaire (ESS) au sein de la fonction publique territoriale haïtienne. J'ai constaté une mise à l'écart voire une profonde ignorance autour des dynamiques endogènes de solidarité dans les territoires ruraux. Les structures qui en sont porteuses sont marginalisées de la part de l'Etat haïtien et d'autres intervenants externes, ce qui contribue à un défaut de compréhension de la portée socio-politique et territoriale de ces formes communautaires de solidarité. Leur projet de société alternative centré sur la stimulation de la coopération, de l'entraide, de la solidarité, au niveau de ces territoires a été ignoré et négligé. Dans ces territoires délaissés par l'Etat, les organismes internationaux (OI) et les organisations non gouvernementales (ONG) mettent en place leurs politiques de développement tout en entretenant la situation de domination et d'exclusion.

Compte tenu de l'ambition de ma recherche consistant à explorer les possibilités d'une « économie sociale et solidaire » libérée du cadre de référence occidental-centré, la littérature explorée ancrée dans la perspective développementiste offrait peu de possibilités

de compréhension des dynamiques socio-historiques de solidarité dans les territoires ruraux de la Péninsule Sud d'Haïti. Ma problématique de départ a subi d'importantes révisions durant ces trois années de thèse du fait que j'ai pris un peu de distance par rapport à certains concepts tels que « développement, décentralisation, collectivités territoriales, organisations communautaires de base ». En ce sens, j'adopte une approche critique en vue de mieux faire ressortir les systèmes de valeurs, d'identité, de croyances, d'idées réduites au silence dans le but de mettre en évidence les impacts sur le processus d'engendrement social des communs initié par les acteurs-paysans au niveau des territoires. Je priorise la prise en compte de la mémoire sociale du territoire liée à un passé caractérisé par la résistance, le coopératisme et le mutualisme, soit les propres symboles socio-culturels des formes communautaires de solidarité.

Ma recherche se situe au carrefour de la sociologie des mouvements sociaux, de l'économie sociale et solidaire inspirées des épistémologies du Sud et de la pensée décoloniale. Mes arguments sont construits en fonction des hypothèses émergeant du premier terrain en 2021 ou les tendances préliminaires que je tiens à approfondir et vérifier avec les entretiens compréhensifs réalisés en 2022 en Haïti. Suivant les premiers éléments de vérification, il existe une instrumentalisation des structures locales de solidarité par les institutions de la solidarité internationale et que les nouvelles associations montées pour les besoins des projets de développement sont peu viables comparativement aux structures anciennes. J'ai pu les relever en utilisant les outils de la théorisation ancrée critique inspirée de l'approche de la sociologue Kathy Charmaz qui assume la subjectivité et le relativisme de la recherche, et le fait que les participants et le chercheur co-construisent les réalités auxquelles ils participent en vue des échanges réciproques. Cette approche favorise la génération d'une théorie comme finalité de recherche. Je commence déjà à approfondir l'analyse de contenus de mes données d'entretiens à l'aide de la grille de la théorisation ancrée en vue de rédiger la thèse que je compte soutenir en septembre 2024.

[1] Charmaz, K. 2000. *Grounded Theory: Objectivist and Constructivist Methods*. In Denzin, N.K. and Lincoln, Y.S. (eds), *Handbook of Qualitative Research*, 2nd edition, pp. 509–535. Thousand Oaks, CA: SAGE.

# Abstracts Sciences Humaines et Sociales :

**ED 520**

**Humanités**

# The Pragmatic Effects of Figurative Language in social media

Silya BENAMMAR, Prof. C. HAMILTON

Université de Haute-Alsace, Institut de recherche en Langues et Littératures Européennes (ILLE)

## Brief presentation

As shown above, I am Silya Benammar. I came to Mulhouse eight years ago to study English to become an English teacher in secondary schools, even though I still had the idea of doing a Ph.D. in mind. Then I met a professor teaching a course on cognitive linguistics, and I have stayed in the area since then. I started with an M2 thesis on Internet memes before broadening my scope to social media and Twitter more specifically. Besides my thesis, I like spending my time with friends and family, playing video games for 10 minutes before feeling guilty and returning to work.

## Abstract

As a former fellow Twitter user, I had decided to study the use of figurative language and, more specifically, the use of metonymy and hyperbole for one of our assignments in M2. Following this early project, I have decided to make it the focus of my Ph.D. thesis. In my project, I aim to study the use and effects of figurative language in social media, which falls within cognitive linguistics. In order to do so, I have collected 1000 tweets from 2020 to early 2022, which come from different backgrounds, such as politics, sports, and movies. The corpus was collected with the help of IRIMAS here at the UHA. In my work, I look at single tweets or tweets that received no responses. I also look at tweets that received responses to see how people respond to figurative instances. Social media is also a very visual world, hence the need to look at visual and multimodal cases of figuration online, more specifically, the use of emoji and memes. So far, figurative language use online is often combined, meaning that we can easily find instances of hyperbole, metonymy, and euphemism combined to convey feelings and to make meaning, which reinforces what previous researchers have found. Moreover, I highlight the figurative use of emoji. Some emoji are used to replace a word and save space and time, while others are used as euphemisms, as is the case with the eggplant emoji, for instance. A latter aspect I have noticed is the use of exaggeration online through the use of hyperbole to sound more extreme and attract views and interactions with the tweet, hence gaining visibility online.

User	Tweet
@user1	When you start to realize that <u>grogu</u> might have been killed by that <u>bitch</u> ass Kylo ren #TheMandalorian #TheBookofBobbaFett #StarWars
@user2	Tell us you have small 🍆 syndrome without telling us you have small 🍆 syndrome
@user3	Hear, Hear! Once the ladies decide to dump him, it's all over for Trudeau. #cdnpoli #Elxn44
@user4	there's barely any margin of error in this obstacle right now I'm gonna explode- /hyp
@user5	This weeks what if omg omg omg omg omg omg omg omg omg omg omg lmao I'm crying best episode I'm dying omg I'm a thot for frost giant loki help #WhatIf
@user6	My brother asked me to go to gym with him at 7 in the morning, i said yes but I haven't slept yet FML 🤡

Figure 1: Some examples of the tweets I have studied for my thesis.

[1] Benammar, Silya et Charlaïne Ostmann, « Colors and Cultures / Couleurs et Cultures », *Transatlantica [En ligne]*, 1, 2021. [2] Benammar, Silya. "Multimodal Figuration in Internet Memes." *Metaphorik*, 2023 [in preparation].

## Une littérature qui traite d'elle-même – « L'autoréférence dans l'œuvre poétique de René Char »

Thibaut VOISIN, Luc FRAISSE

Université de Haute-Alsace, Institut de recherche en Langues et Littératures Européennes (ILLE)

### Brève présentation

Titulaire d'un master de recherche en lettres modernes ainsi que d'une licence de communication et de multimédia, je tente d'articuler ces différents domaines de connaissances professionnellement mais aussi au quotidien. Je suis passionné d'art et de transmission de messages au sens large, ce qui m'a conduit à étudier la littérature, son enseignement et la publicité, l'interdisciplinarité en sciences humaines me fascinant. Mes passe-temps se trouvent dans la continuité de mon parcours puisque je m'intéresse à la photographie et à l'écriture depuis le début de mon adolescence. Les formations que j'ai suivies dans le cadre du doctorat se révèlent alors relatives à mes différentes spécialisations et loisirs puisque je considère significatifs les liens entre ces champs.

### Résumé

Lire la poésie de René Char équivaut parfois à décrypter des textes qui traitent aussi de poésie, concept intitulé « autoréférence<sup>1</sup> », ou d'eux-mêmes, notion appelée « autoréflexivité<sup>2</sup> ». Le traducteur Lothar Klünner écrit que « le poème devient chez Char éclaircissement de la poésie, "poème de la poésie"<sup>3</sup> ». Plusieurs questions se posent alors lorsqu'on prend connaissance de citations chariennes comme « Le poète devance l'homme d'action<sup>4</sup> », tout d'abord en matière de logique : pourquoi Char se focalise-t-il de temps à autre sur ses propres textes ? Cela entraîne une interrogation philosophique : qu'affirme donc Char à propos de la réalité – celle qu'il choisit de ne pas dépeindre en restant dans ce monde théorique et celle qu'il représente tout de même ? Enfin s'esquisse une problématique esthétique : comment Char traite-t-il de poésie explicitement ainsi qu'implicitement et quelles en sont les conséquences artistiques ?

Des analyses stylistiques s'avèrent utiles pour décrypter l'autoréférence qui peut se trouver sous la forme de tournures mais aussi de symboles, comme la marche qui inspire l'auteur selon Susan Wise<sup>5</sup> et qui devient donc une métaphore de l'écriture. Le champ sémantique de la linguistique se trouve plutôt bien représenté dans le corpus et cette mise en lumière des outils textuels prouve l'intérêt de Char pour l'autoréflexivité puisque des énoncés abordent le sujet de l'expression même. L'auteur se demande en effet entre autres « si les mots sont des bêtes<sup>6</sup> » et écrit « Les mots à forte carrure s'empoignent sur le pont élastique<sup>7</sup> », octroyant une dimension physique à des concepts et au langage.

Les résultats apparaissant à la suite de ces réflexions peuvent se résumer ainsi : Char traiterait de poésie dans l'optique de s'interroger sur sa propre utilité et son existence, du domaine social (à quoi sert un poète ?) à l'ontologique, c'est-à-dire concernant son être. Il se pencherait sur la littérature dans ses créations personnelles dans le but de s'engager dans un cheminement philosophique encore plus prononcé : Xavier Ravier affirme que « le questionnement est significativement présent dans l'écriture de Char, il est le moyen auquel il recourt volontiers quand il cherche à se situer par rapport au monde, au destin, à la vie, à la poésie elle-même<sup>8</sup> ». Quant à Jean Voellmy, il déclare à propos de Char : « Le poète est

un "Savant" comme nous le dit Rimbaud. Mais si les deux poursuivent le même but, celui d'élargir le cercle de nos connaissances, leur démarche n'est pas la même. Tandis que les chercheurs font des déductions systématiques, le poète agit par illuminations, au risque de sombrer dans la nuit<sup>9</sup> ». En dernier temps, en matière de sujet esthétique, le poète use de la thématique protéiforme de l'effort afin de traiter de poésie.

[1] Luc Fraisse, « L'autoréflexivité en pratique », *Poétique*, vol. 166 / 2, 2011, p. 155, p. 169. Luc Fraisse cite Éric Wessler pour établir une distinction entre autoréflexivité et autoréférence : « Voir Eric Wessler, *op. cit.*, p. 35-37, "Autoréflexivité et autoréférence". Il s'agit notamment ici de savoir si "tel motif, telle scène, telle page renvoient de manière spéculaire à l'œuvre en tant qu'objet, ou à la littérature" [p. 30] ».

[2] Éric Wessler, *La littérature face à elle-même : l'écriture spéculaire de Samuel Beckett*, Amsterdam, Rodopi, 2009, p. 26.

[3] Lothar Klünner, dans René Char, éd. Dominique Fourcade, Paris, L'Herne, 2007, p. 96. Traduit de l'allemand par Auguste Delorto.

[4] René Char, *Moulin premier*, « XXII » dans *Œuvres complètes*, Paris, Gallimard, 1983 [1936], p. 67.

[5] Susan Wise, *La Notion de poésie chez André Breton et René Char*, Aix-en-Provence, France, La Pensée universitaire, 1968, p. 350.

[6] René Char, *Au-dessus du vent*, « Le pas ouvert de René Crevel », dans *op. cit.*, [1959], p. 399.

[7] René Char, *Poèmes militants*, « Crésus », dans *op. cit.*, [1932], p. 44.

[8] Xavier Ravier, « René Char : le poème et le lieu », *Nouvelle revue d'onomastique*, vol. 54 / 1, 2012, p. 278-279.

[9] Jean Voellmy, *René Char ou le mystère partagé*, Seyssel, France, Champ Vallon, 1989, p. 149.



# Abstracts Sciences Exactes :

**ED 182**

**Physique et chimie-physique**

# Two-Photon Active o-Carborane Branched Initiators for 3D Microfabrication of Thermo-Switchable Fluorescent Materials devoted to Optical Data Storage

Stephania ABDALLAH, Pr. J.-Pierre MALVAL

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

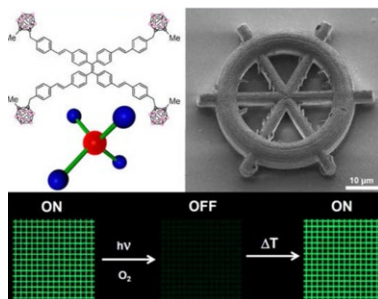
## Brief presentation

I am Stephania ABDALLAH. I am Lebanese. I studied chemistry at the Lebanese University - Hadath then I continued my Master 2 in Bioanalytical Chemistry at the University of Lille - France. Currently, I am in the second year of doctoral studies at the Institute of Materials Science in Mulhouse under the direction of prof. Jean-Pierre Malval.

## Abstract

Two-photon polymerization (2PP) has emerged as one of the most efficient maskless stereolithography<sup>[1]</sup>. Such a direct laser writing method allows the fabrication of intricate 3D-structures with a spatial resolution down to the sub- $\mu\text{m}$  scale. The unique capability of 2PP relies on its diffraction unlimited spatial confinement due to the non-linear absorption of the initiator component which is photoactivated at the focus point of a tightly focalized fs-pulse laser<sup>[2]</sup>. 2PP technology which is now commercially available has been largely dedicated to the photopatterning of advanced functional materials with plethora applications such as photonic metamaterials<sup>[3]</sup>, stimuli responsive devices<sup>[4]</sup>, microelectromechanical systems or micromedicine<sup>[5, 6]</sup>. In this context, the two-photon initiator clearly has a pivotal role and should both exhibit significant two-photon absorption (2PA) cross-sections as well as an efficient quantum yield for the generation of reactive species that promote monomers cross-linking.

With this respect, we present herein a series of o-carborane-based derivatives with quadrupolar or octupolar geometries with significant two-photon activation ability. Such a non linear absorption property has been oriented for 2PP fabrications of emissive microstructures whose fluorescent can be alternatively 'switched off' and 'switched on' through light and thermal stimuli. This strategy proposes thereby a two-photon patternable materials for reversible data storage applications.



[1] C.N. LaFratta, J.T. Fourkas, T. Baldacchini, R.A. Farrer, *Angew. Chem. Int. ed* 46 [2007] 6238-6258.

[2] J. Fischer, M. Wegener, *Laser Photonics Rev.* 7 [2012] 22-44.

[3] G. Kenanakis, A. Xomalis, A. Selimis, M. Vamvakaki, M. Farsari, M. Kafesaki, C.M. Soukoulis, E.N. Economou, *ACS Photonics* 2 [2015] 287-294.

[4] R. Mhanna, N. Durand, P. Savel, H. Akdas-Kiliç, S. Abdallah, D.-L. Versace, O. Soppera, J.-L. Fillaut, N. Sojic, J.-P. Malval, *Chem Comm.* 58 [2022] 9678-9681.

[5] K. Parkatzidis, M. Chatzinikolaïdou, M. Kaliva, A. Bakopoulou, M. Farsari, M. Vamvakaki, *ACS Biomater. Sci. Eng.* 5 [2019] 6161-6170.

[6] J. Torgersen, X.-H. Qin, Z. Li, A. Ovsianikov, R. Liska, J. Stampfl, *Adv. Funct. Mater.* 23 [2013] 4542-4554.

## Development and design of UV-LED curable inks

Rafael ASSIS, Pr. D. Jacques LALEVÉE

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)*

### Brief presentation

As chemical engineer with polymer chemistry background, I started my career in Brazil as chemist in petrochemical industry. I decided to engage myself in a PhD because of my interest on research and development applied to industrial field and in target my career in this direction.

Outside of my PhD time, I try to relax by doing activities that make me happy like going to gym, eat out with friends, follow the news about cinema world and watching films that interest me. Besides, I follow certain topics like psychology, geopolitics, interculturality and sustainability, either by reading books or by following podcasts and trainings.

### Abstract

UV inks popularity is increasing last years. The main advantages are the ability to be applied in a variety of substrates without the need for priming, instantaneous drying and the formation of a layer with good adhesion to the substrate and no evaporation of volatile solvents<sup>1</sup>.

Photocuring technology applied to inks started to be used in Europe during the 1970s. In order to provide UV radiation, mercury lamps have been used for long time. However, due to more strict environmental requirements, it has been substituted gradually for LED lamps that provide low energy consumption, high lifetime, low operating costs, among others advantages<sup>2,3</sup>.

This work explores potential applications of various formulations of UV photocurable inks and its compatibility with existing coatings. To this end, we have been studied and optimized some key parameters for the performance of UV inks such as viscosity, pigment dispersion, polymer conversion rate, glass transition temperature, surface tension and substrate adhesion. All this based on a 100% solvent-free formulation, free of CMR (carcinogenic, mutagenic, or toxic to reproduction) products and without VOCs (volatile organic compounds).

[1] Dietlin C. et al., *Polymer Chemistry* 6, 3895-3912, 2015.

[2] Ren X. et al., *Dyes and Pigments* 200, 110133, 2022.

[3] Zhang J. et al., *Polymer* 55, 6641-6648, 2014.

# Étude et développement de nouveaux adhésifs photopolymérisables sous UV

Alexis BARRAT, Pr. D. Jacques LALEVÉE

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

## Brève présentation

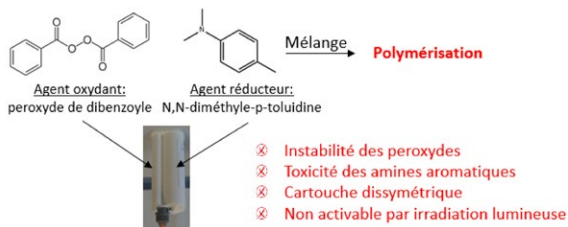
De nature curieuse, mon cursus c'est toujours orienté vers la science. Pour moi, comprendre les choses qui nous entourent est crucial. Lors de mon école d'ingénieur spécialisée en chimie organique, un stage de 6 mois a été réalisé au sein de l'IS2M, en partenariat industriel avec Bostik. Mes travaux se sont poursuivis lors de cette thèse.

## Résumé

Les adhésifs sont omniprésents dans notre vie quotidienne. Ceux-ci se basent sur une réaction de polymérisation de monomères. Par exemple, la Super Glue® est un adhésif largement utilisé par le grand public et se base sur la polymérisation de monomères cyanoacrylates en présence d'eau. Il existe un nombre important de type d'adhésifs, ceux-ci sont classés en fonction de la nature des réactions chimiques qui s'y produisent. Parmi eux, les adhésifs structuraux remplissent une part importante du marché. Ils sont notamment utilisés dans le domaine médicale (colle chirurgicale, dentisterie), dans le domaine de la construction (encrage chimique, vis chimique) ou bien encore dans le domaine de l'électronique (colle des téléphones). Ces adhésifs structuraux sont à base de monomères (méth)acrylates et sont majoritairement polymérisés par voie redox (voir ci-après). La polymérisation par voie redox est une technique de polymérisation des monomères (méth)acrylates où l'interaction chimique entre un agent oxydant et un agent réducteur amène à la formation d'espèces réactives capables de réagir sur les monomères (méth)acrylates. En pratique, l'agent oxydant est formulé dans une première cartouche avec le monomère et l'agent réducteur est formulé dans la seconde cartouche également avec du monomère, au mélange des deux cartouches, la polymérisation débute (voir figure).

Classiquement, l'agent oxydant est un peroxyde et l'agent réducteur est une amine aromatique (voir figure). L'utilisation de ces deux composés pose problème puisque :

- Le peroxyde n'est pas stable en formulation
- Les amines aromatiques sont toxiques pour l'homme et l'environnement
- Le couple amine/péroxyde ne peut pas être accéléré par une irradiation lumineuse



Ainsi, l'objectif premier de cette thèse a été de trouver d'autres agents oxydants/réducteurs ayant une bonne stabilité, un prix abordable, non toxiques pour l'homme et l'environnement et pouvant être accélérés par la lumière. 4 nouveaux systèmes répondant à ces critères ont été développés, amenant à 7 brevets déposés par le partenaire industriel.

## 3D-ED pour la localisation des cations dans les zéolithes

Yacine Malik CHAIB DRAA, Jean Louis PAILLAUD

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)*

### Brève présentation

Né à Oran en Algérie, j'ai grandi dans une famille passionnée de sciences et de découvertes. Mon intérêt pour la recherche a commencé dès mon plus jeune âge, nourri par des documentaires et des visites de musées. Ce parcours m'a conduit à poursuivre mes études universitaires en chimie, où j'ai développé une véritable passion pour la recherche.

Après avoir obtenu mon diplôme de master, j'ai décidé de me lancer dans un doctorat. Mon parcours m'a amené à rejoindre l'université de Haute-Alsace pour approfondir mes connaissances. En dehors de mes activités de recherche, je suis également engagé dans la diffusion des connaissances scientifiques en effet je donne des cours particuliers en mathématiques et physique-chimie depuis plusieurs années, dans le but de transmettre ma passion pour les sciences vers un public plus jeune. En ce qui concerne mes loisirs, même si ma carrière est dans les sciences exactes, j'aime me plonger dans la lecture, explorer des domaines tel que l'histoire, la géopolitique et la philosophie. Je suis également passionné par le sport, les voyages et les mangas ceci me permet de me détendre et d'équilibrer ma vie entre mes activités académiques et personnelles.

### Résumé

Mon sujet de thèse porte sur l'utilisation de la technique de diffraction électronique (3D-ED)<sup>[1]</sup> pour la localisation des cations dans les zéolithes synthétiques et naturelles.

Les zéolithes sont des matériaux poreux utilisés dans de nombreuses applications industrielles, notamment en catalyse et adsorption. La nature et la position de ces cations au sein de la porosité influencent les propriétés physico-chimiques des zéolithes, par conséquent, la localisation des cations est d'un intérêt majeur.

La diffraction électronique est une technique intéressante pour étudier la structure des matériaux pour lesquels une étude par diffraction des rayons X classique n'est pas possible. A partir de cristaux de taille submicrométrique, la technique 3D-ED permet de résoudre les structures. Dans notre cas, lorsque que la charpente zéolithique est connue, les affinements permettent de localiser les espèces occluses au sein de la porosité.

La thèse vise à développer et à appliquer des méthodes de traitement de données avancées pour analyser les clichés de diffraction électronique obtenus à partir de zéolithes synthétiques. Ces méthodes permettront d'extraire des informations précises sur la position des cations situés dans les pores de la zéolithe. Sur la Figure 1 est représenté un exemple d'une étude sur la localisation des cation sodium dans la zéolithe ECR-1<sup>[2]</sup>.

L'objectif final de la thèse est de mieux comprendre les facteurs qui induisent la position des cations dans les zéolithes et d'établir des relations entre celles-ci et les propriétés.

Les résultats de cette recherche pourraient contribuer au développement de zéolithes plus efficaces pour des applications spécifiques et ouvrir de nouvelles perspectives dans la conception de matériaux plus performants.

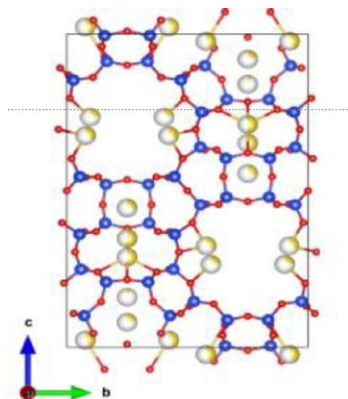


Figure 1 : Localisation des cations par la technique 3D-ED sur une zéolithe ECR-1<sup>[2]</sup>.

[1] M. Gemmi, E. Mugnaioli, T. E. Gorelik, et al. 3D electron diffraction : the nanocrystallography revolution. *ACS Central Science*, 2019, vol. 5, no 8, p. 1315-1329.

[2] T. Örs, I. Déroche, C. Chatelard, M. Dodin, R. Martinez-Franco, A. Tuel, J.-L. Paillaud, communication 38ème réunion annuelle du GFZ, 27-30 mars 2023, Obernai, France.

# Influence of substrate curvature in cell migration and tissue morphogenesis

Marie Ly CHAPON, K. ANSELME, L. PIEUCHOT

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M), Axe Biomatériaux/Biointerfaces

## Abstract

Tissue and organ establishment requires some complex cell migration processes at the individual cell and collective level. Identification and characterization of the mechanisms which regulate these processes are crucial for developmental biology as well as regenerative medicine. Some recent work carried out in the Biointerfaces lab showed that cell migration can be affected by substrate curvature<sup>1</sup>. The causes of this phenomenon are poorly understood. We have already demonstrated that during epithelium elongation on a surface made of hills and valleys, migration and cell division are oriented along the concave line (*figure 1*). The aim of my project is to study how a complex curvature network affects epithelium elongation and directs cell migration based on some prior work and modeling<sup>2</sup>. To this aim, I use lithography techniques to print a 3D-pattern in a resin and replicate it on polydimethylsiloxane (PDMS). Cell migration and epithelium elongation on this 3D topographical surface are imaged by time-lapse confocal microscopy and immunostaining followed by a quantitative analysis with an image processing software. Different parameters can be analyzed, among which migration speed, focal adhesions, and also nucleus deformation.

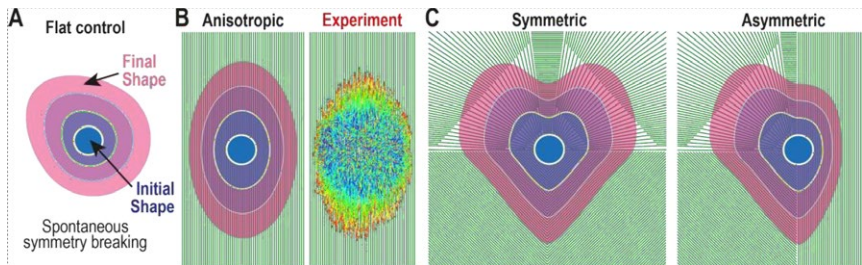


Figure 1 : Epithelial colony elongation controlled by complex symmetric or asymmetric curvature networks. A: Epithelial colony elongation on flat PDMS, B: Epithelial colony elongation on simple substrate curvature with result of the experiment, C: Epithelial colony elongation on more complex substrate curvature network.

[1] Rougerie, P., Pieuchot, L., dos Santos, R.S. et al. Topographical curvature is sufficient to control epithelium elongation. *Sci Rep* 10, 14784 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70907-0>

[2] Vassaux, M., Pieuchot, L., Anselme, K., Bigerelle, M. & Milan, J.-L. A Biophysical Model for Curvature- Guided Cell Migration. *Biophys. J.* 117, 1136-1144 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.bpj.2019.07.022>

## Protein aggregation and denaturation in injectable devices

Giorgio Fernando DE AVELAR FRANCISCO, Pr. A. PONCHE

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

### Brief presentation

My name is Giorgio and I am from Brazil, where I got my bachelor and master degree in chemistry, the last by working with the creation of systems that could deliver genetic material inside the cells by application of a magnetic field. The interest in science and the curiosity to know another culture made me search a PhD position in IS2M, where I was accepted. Besides the research, I try to participate of every event at university to make my formation as complete as possible.

### Abstract

My project is in collaboration with Aptar Pharma, injectables division, a company responsible to bring drug delivery solutions to the market by the expertise in conditioning systems. In 2021, the FDA approved 50 new drugs, of which 16 are large molecules. These therapeutic proteins, such as Aduhelm®, a human monoclonal antibody used to treat Alzheimer's disease<sup>1</sup>, may undergo denaturation - changes in their conformation - induced by factors like temperature, pH levels and chemical agents<sup>2</sup>. Contact with surfaces can also cause denaturation and aggregation of these proteins leading to loss of therapeutic activity over time [as shown in Figure 1]. The evaluation of protein interactions with different surfaces is important to understand their behavior in pre-filled syringes (PFS) and vials. These systems are used most often for storing biomolecules because they allow for self-administration of drugs with easy manipulation, accurate dosages, and low risk of contamination<sup>3</sup>. However, there are some disadvantages associated with this system; reducing dosage volume requires using a high concentration of proteins that may trigger an aggregation process.

Therefore, it is important to understand and control these processes when working with proteins for various applications including drug development and biotechnology.

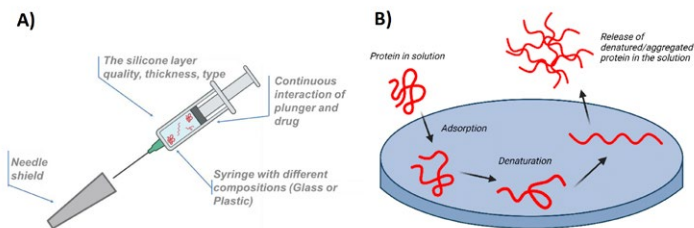


Figure 1. A) Scheme of a prefilled syringe with the main surfaces with possible contact with drug formulation and B) Process of adsorption of a protein onto a surface followed by denaturation/aggregation process. Images created by Biorender.com.

[1] Nault, L.; Guo, P.; Jain, B.; Bréchet, Y.; Bruckert, F.; Weidenhaupt, M. *Acta Biomater.* 2013, 9 (2), 5070–5079.

[2] Sivaraman, B.; Fears, K. P.; Latour, R. A. *Langmuir* 2009, 25 (5), 3050–3056.

[3] Wang, W. *Instability, stabilization, and formulation of liquid protein pharmaceuticals.*; 1999; Vol. 185.

[4] Morris, A. M.; Watzky, M. A.; Finke, R. G. *Biochim. Biophys. Acta* 2009, 1794 (3), 375–397.



# Influence of stress factors and fluid dynamics on lysozyme conformation and enzymatic activity

Ariane DE ESPINDOLA, Arnaud PONCHE, Patrick DUTOURNIÉ

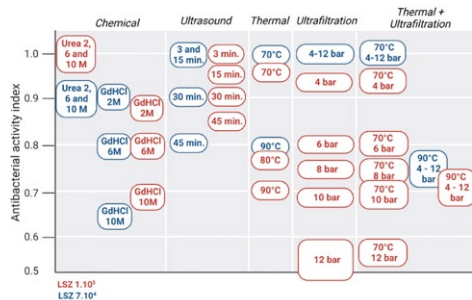
Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

## Brief presentation

I am Ariane, I am Brazilian, with a degree in industrial chemistry. I always dream of exploring new cultures, and that is why I was attentive to opportunities in other countries. France was on the list, but it was not the only country, and the doctorate was my gateway to discovering the place that today I can call my second home. In my doctorate in chemistry, I study the modification of proteins after thermal and chemical treatments, for example. This is an opportunity to learn biology within chemistry.

## Abstract

The goal of my thesis project is to study the denaturation of proteins that undergo some stress factors in the industry. The steps that can modify the proteins are pasteurization (use of high temperatures), homogenization (ultrasound or stirring), purification (filtration with high pressures), among others. These modifications on protein structure can cause aggregation and/or loss of biological activity. The protein chosen was lysozyme, which has egg white as its main source. It is a protein also found in human tears, saliva and breast milk. It is an antibacterial agent that is widely used in the food and pharmaceutical sectors as a natural preservative and active ingredient, respectively. It acts as an enzyme that breaks down the cell wall of gram-positive bacteria<sup>1</sup>. Stress factors such as temperature, pressure, ultrasound, surface contact and chemical modification were studied under different conditions. After each modification, the lysozyme antibacterial activity was measured and compared with the initial activity. The comparison is made through the ratio between the activity of the treated lysozyme by the activity of the reference (antibacterial activity index). If a change is observed, it means that the stress factor has modified the protein structure. It was possible to build a denaturation scale (*figure below*), in which it is possible to define which processes cause a greater loss in activity and which are the limit conditions<sup>2</sup>.



[1] Ercan, D.; Demirci, A. Recent Advances for the Production and Recovery Methods of Lysozyme. *Crit. Rev. Biotechnol.* 2016, 36 (6), 1078–1088. <https://doi.org/10.3109/07388551.2015.1084263>.

[2] de Espindola, A.; Dutournié, P.; Ponche, A. Impact of Industrial Stress Factors on Lysozyme Enzyme: Role of Denaturation Processes and Initial Protein Activity. *Sustain. Chem. Pharm.* 2023, 31 (December 2022), 100964. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100964>.

## 3d printed heterogeneous photocatalysts by radical polymerization for heterogeneous catalysis

Cloé DELACOURT, Arnaud SPANGENBERG, Morgan CORMIER

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M), Le Laboratoire d'Innovation Moléculaire et Applications (LIMA)*

### Brief presentation

I am Cloé Delacourt and I come from Alsace, in France. I received my technology degree in Chemistry from Robert Schuman University Institute of Technology in Illkirch-Graffenstaden, France. And then I obtained my Engineering degree from Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse, France. I am currently working under the supervision of Dr. Morgan Cormier, Dr. Arnaud Spangenberg, for my PhD at IS2M and LIMA laboratories. My research focuses on the synthesis of support for heterogeneous catalysis.

### Abstract

Photoredox catalysis for organic transformation has been considered as a powerful tool in organic synthesis since its revival in 2008<sup>[1-2]</sup>. This innovative field of chemistry relies on the excitation of a photocatalyst (PCat) giving an excited state with unique properties, including the ability to transfer electrons or to transfer energy. However, most of the photocatalysts are prepared and used in homogeneous phase which limits the applications since the photocatalyst is not recover at the end of the reaction. The solution is to switch from homogeneous to heterogeneous catalysis using a support with high accessibility to PCat<sup>[3-4]</sup>. The approach of this project is the fabrication and evaluation of new 3D printed polymer-based supported photocatalysts<sup>[5-6]</sup>. Polymeric supports are synthesized via free radical polymerization to yield a recyclable hierarchical polymeric network including a non-toxic PCat (dyes) covalently bounded. The photocatalytic activity of this new object was then evaluated through model organic reactions in oxidation, reduction, and photosensitization.

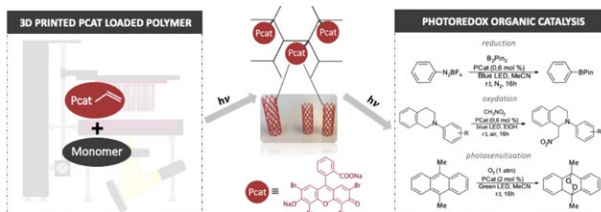


Figure 1 : 3D-Printed heterogeneous photocatalyst for organic reactions.

- [1] R.C. McAtee, E.J. McClain, C. R. J. Stephenson, *Illuminating Photoredox Catalysis*, *Trends Chem*, 2019, 1, 111-125.
- [2] M. H. Shaw, J. Twilton, D. W. C. MacMillan, *Photoredox Catalysis in Organic Chemistry*, *J. Org. Chem*, 2016, 81, 6898-6926.
- [3] S.M. Soria-Castro, B. Lebeau, M. Cormier, S. Neunlist, J. Daou, J.-P. Goddard, *Organic/Inorganic Heterogeneous Silica-Based Photoredox Catalyst for Aza-Henry Reactions*, *Eur. J. Org. Chem*, 2020, 10, 1572-1578.
- [4] N. Mahmoud, J. Awassa, J. Toufaily, B. Lebeau, T.J. Daou, M. Cormier, J.-P. Goddard, *Heterogeneous Photoredox Catalysis Based on Silica Mesoporous Material and Eosin Y: Impact of Material Support on Selectivity of Radical Cyclization*, *Molecules*, 2023, 28, 549.
- [5] M. Belqat, X. Wu, J. Morris, K. Mougín, T. Petithory, L. Pieuchot, Y. Guillaneuf, D. Gignes, J. Clément, A. Spangenberg, *Customizable and Reconfigurable Surface Properties of Printed Micro-objects by 3D Direct Laser Writing via Nitroxide Mediated Photopolymerization*, *Adv Funct Materials*, 2023, 2211971.
- [6] X. Wu, B. Gross, B. Leuschel, K. Mougín, S. Dominici, S. Gree, M. Belqat, V. Tkachenko, B. Cabanne-Boué, A. Chemtob, J. Poly, A. Spangenberg, *On-Demand Editing of Surface Properties of Microstructures Made by 3D Direct Laser Writing via Photo-Mediated RAFT Polymerization*, *Adv Funct Materials*, 2022, 32, 2109446.

# Orientation moléculaire et programmation structurale de cristaux liquides par polymérisation biphotonique.

Sébastien DOMINICI, Arnaud SPANGENBERG et Karine MOUGIN

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) - CNRS

## Brève présentation

Je suis originaire d'Aix-en-Provence dans le sud de la France où j'ai vécu jusqu'à mes 17 ans avant de commencer les études supérieures. L'envie de faire un doctorat m'est venue des stages que j'ai pu effectuer durant ma formation d'ingénieur chimiste à l'ESCOM de Compiègne. Le sujet proposé par mon encadrant actuel avait attiré mon attention et après plusieurs discussions nous avons décidé de démarrer le projet il y a maintenant trois ans. Ces dernières années m'ont beaucoup appris tant intellectuellement qu'humainement et c'est une expérience très formatrice. Je suis toujours actif que ce soit sportivement et notamment le basket qui est mon sport de prédilection ou en termes de projets. En effet, une grande partie de ma vie tourne autour du voyage et des rencontres avec des cultures différentes qui forment peu à peu ma personnalité.

## Résumé

L'humanité a toujours cherché à créer des outils permettant d'accomplir des tâches difficiles voire impossibles à réaliser autrement. La reproduction de mouvements simples observables dans la nature nécessite souvent la conception d'outils complexes mais limités en termes de degré de mouvement, notamment à l'échelle micrométrique<sup>[1]</sup>. Parmi de nombreuses méthodes de microfabrication, la polymérisation biphotonique (TPP), utilisée dans la réalisation de structures tridimensionnelles, apparaît comme une technique de premier plan pour créer de nouveaux outils. Ainsi, des micro-robots fabriqués par TPP ont été conçus pour des applications en médecine, permettant d'envisager de nouvelles stratégies de libération ciblée de médicaments dans le corps<sup>[2]</sup> ou même de fécondation in vitro<sup>[3]</sup>. Ce travail vise à fabriquer des micro-dispositifs composés de cristaux liquides avec différentes alignements moléculaires. Nous avons utilisé une nouvelle technique pour programmer à l'échelle microscopique la conformation moléculaire en 3D et donc la déformation de notre matériau. Nous avons la capacité avec une méthode simple de déformer de plusieurs manières un même objet ayant un modèle unique afin de l'adapter à différentes applications. De plus, une grande variété d'objets et de déformations ont été observées à des amplitudes jamais démontrées auparavant. Ces découvertes changent de manière significative la conception de micromachines et la façon d'aborder l'alignement moléculaire des cristaux liquides.

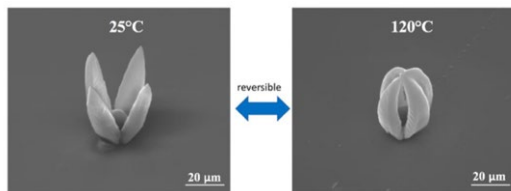


Figure : Images MEB d'une micro-pince activée thermiquement et démonstration de sa réversibilité.

[1] M. Zmyślony, P. Wasylczyk and Al, *Advanced Materials*, 2020, V 32, Page 2002779.

[2] Hakan Ceylan, Metin Sitti and Al, *ACS Nano* 2019, V 13, Page 3353.

[3] Haifeng Xu, Oliver G. Schmidt and Al, *Angewandte Chemie* 2020, V 132, Page 15029.

## Croissance de nouveaux nano-objets : Nanorubans de Ge sur Al (110)

**Khaoula EL MECHLYL, Didier DENTEL, Carmelo PIRRI**

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)*

### Brève présentation

J'ai effectué ma première année de Master international « physique appliquée et ingénierie physique » à l'Université Moulay Ismail de Meknès. Dans le cadre d'une convention, je suis venue à l'université du Mans faire ma 2ème année dans le parcours « nanophysique et optique avancée ». J'ai eu l'opportunité de faire mon stage de fin d'étude à l'IS2M, qui m'a ensuite offert la possibilité de passer et de réussir le concours de l'école doctorale. Actuellement je suis donc doctorante en 1ère année au sein de l'équipe « Croissance de nanostructures et de cristaux 2D ». Je suis également membre de la Commission Locale d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail.

### Résumé

Depuis la découverte du graphène en 2004, un nouveau domaine de matériaux de faible dimension en physique des solides a été étudié en profondeur, en particulier le silicène et le germanène, deux structures allotropiques 2D de silicium et de germanium, respectivement. Seules quelques études se sont concentrées sur des structures unidimensionnelles comme les nanorubans de silicium ou de germanium<sup>[1][2][3]</sup>. Dans ce travail, nous avons réussi à fabriquer des nanorubans de germanium pour la première fois sur la surface (110) d'un substrat d'Al. Notre objectif est de tester l'universalité des processus de croissance sur ces plans (110) métalliques et de voir si avec ce matériau nous allons obtenir des nanorubans à la manière de la croissance du silicium sur Ag (110)<sup>[2]</sup>. A la différence du graphène, des études théoriques prédisent qu'une structure en nid d'abeille des atomes de germanium formant le ruban offre la possibilité d'une ouverture de la bande interdite, en plus d'une mobilité de charge intrinsèque plus élevée à celle de ces cousins (silicène et graphène). Cela en fait un matériau de choix pour la micro/nanoélectronique du futur. Cette expérience se déroule dans un environnement ultravide (10<sup>-10</sup> mbar) indispensable pour éviter toute contamination de surface à l'échelle atomique et pour pouvoir faire les mesures de diffraction d'électrons et de photoémission. La difficulté majeure dans l'utilisation d'un substrat d'aluminium est sa réactivité élevée avec l'oxygène qui conduit à la formation d'un oxyde de surface. Il y a donc nécessité d'une procédure de nettoyage bien particulière. Cette dernière consiste en un décapage aux ions de Néon de plusieurs heures suivi d'un recuit à 500°C pendant 30 min afin d'enlever les atomes de néons implantés et de recristalliser la surface. La caractérisation d'échantillon se fait par spectroscopie de photoélectrons X (XPS) pour le contrôle de la composition chimique, par diffraction d'électrons lents (LEED) pour le suivi de la cristallinité de surface et par microscopie par effet tunnel (STM) pour la topographie de surface.



Figure 1 : Image STM des nanorubans Ge sur Al(110)

[1] M. Rachid Tchalaal et al., "Formation of one-dimensional self-assembled silicon nanoribbons on Au(110)-(2x1)," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 102, no. 8, 2013, doi: 10.1063/1.4793536.

[2] Aufray et al., "Graphene-like silicon nanoribbons on Ag(110): A possible formation of silicene," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 96, no. 18, 2010, doi: 10.1063/1.3419932.

[3] J. Yuhara et al., "Epitaxial growth of massively parallel germanium nanoribbons by segregation through Ag(1 1 0) thin films on Ge(1 1 0)," *Appl. Surf. Sci.*, vol. 550, 2021, doi: 10.1016/j.apsusc.2021.149236

## Elaboration de films composites zéolithe/polymère(s) pour l'adsorption de COVs émis par les emballages

Marie FROEHLY, Vincent ROUCOULES, Jean DAOU, Gérald CHAPLAIS

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) - APTAR-CSP Technologies

### Brève présentation

Je m'appelle Marie FROEHLY, je suis âgée de 25 ans et actuellement en 1er année de doctorat. Mon sujet de thèse porte sur le développement d'une nouvelle génération de matériaux composites à base de MOFs (Metal-Organic Frameworks) aux propriétés d'adsorption inédites pour des applications dans les domaines agroalimentaire, cosmétique et pharmaceutique. J'ai suivi une formation d'ingénieur chimiste à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse (ENSCMu) durant 5 ans (cycle préparatoire suivi du cycle ingénieur). Mes travaux de thèse ont débuté en octobre 2022 et se déroulent à l'IS2M UMR CNRS-UHA 7361 en collaboration avec l'entreprise APTAR-CSP Technologies basée à Niederbronn-les-Bains. L'entreprise conçoit et fabrique des solutions brevetées de packaging intelligents étanches et actives (humidité, oxygène, COVs...).

### Résumé

La contamination moléculaire est un problème important pouvant affecter la qualité et la performance d'un aliment ou d'un médicament, et donc, la santé des consommateurs. Selon les conditions de stockage des produits, certaines molécules polluantes et/ou odorantes provenant de l'air, du dégazage des matériaux constitutifs de l'emballage ou de la maturation de certains aliments peuvent accélérer les processus de dégradation. Pour répondre à ces différentes problématiques, les zéolithes de type MFI à fort rapport Si/Al, qui présentent de très fortes capacités d'adsorption vis-à-vis des Composés Organiques Volatiles (COVs) et une moindre affinité pour l'humidité de l'air, s'avèrent être les meilleures candidates<sup>[1]</sup>.

Cependant, afin de viser des applications industrielles, la poudre de zéolithe doit être mise en forme. La stratégie appliquée est d'incorporer la zéolithe au sein d'une matrice polymère par extrusion de films (Fig. 1) en conservant l'accessibilité aux micropores. Ainsi, des films avec différents taux de charge (de 30 à 60 % en masse) et épaisseurs (150, 300 et 600  $\mu\text{m}$ ) ont été préparés. Les analyses réalisées sur ces films par microscopie électronique à balayage et cartographie EDX montrent une distribution homogène des particules de zéolithe. Enfin, des mesures d'adsorption de n-hexane ont permis d'évaluer les cinétiques et les capacités d'adsorption de ces matériaux composites.



Fig. 1. Cliché photographique de film zéolithe/polymère élaboré par une extrudeuse de laboratoire

[1] I. Kaban, B. Lebeau, H. Nouali, J. Toufaily, T. Hamieh, B. Koubaissy, J.-P. Bellat, T. J. Daou, *J. Phys. Chem. C*, 120, 2688-2697 (2016)

# Synthesis and characterization of novel methyl benzoylformate derivatives LED photoinitiators and its application in 3D printing

Tong GAO, Pr. Jacques LALEVÉE

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) – CNRS

## Brief presentation

Hello everyone, I am Tong Gao from China, currently a first year PhD student at IS2M, and my supervisor is Prof. Jacques Lalevée. I prefer to do experiments and enjoy them. Besides the experiments, I also participate in some physical exercises. I appreciate all the help from my supervisor, my classmates and everyone at IS2M.

## Abstract

Photopolymerization is a technology that prepared polymers via chain reactions using photoinitiators (PIs) in the irradiation of a light source, which play a very important role in the field of materials<sup>[1]</sup>. PIs are very important components of the photopolymerization reactions, which could absorb the light energy under the irradiation of light sources and convert into excited states to generate active species such as free radicals, anions as well as cations. Compared with mercury lamp, light emitting diodes (LED) as a irradiation light source had the advantages of safety, environmental protection, low energy consumption, low cost, long life and high efficiency<sup>[2]</sup>. Therefore, it was necessary to prepare a new type of PIs with good reactivity under the irradiation of LED.

Nine methyl benzoylformate (MBF) derivative PIs (MBFs) for LED-induced photopolymerization were designed and synthesized, and evaluated for its light absorption capability and photoinitiation capability. The results showed that the maximum absorption wavelengths of MBFs was mostly concentrated around 350 nm. The MBFs exhibited photoinitiation capability under the irradiation of LED@405 nm light sources. The results of photopolymerization kinetics showed that the functional conversion rate of some MBFs was up to 85 %, and they had higher photoinitiation capability than commercial PIs, such as MBF and diphenyl[2,4,6-trimethylbenzoyl]phosphine oxide (TPO). Individual PIs have good solubility in acrylate monomers, and the solubility has reached 22 wt %.

[1] Kostrzewska K, Ortyl J, Dobosz R, et al. Squarylium dye and onium salts as highly sensitive photoradical generators for blue light[J]. *Polymer Chemistry*, 2017, 8(22): 3464-3474.

[2] Bouzrati-Zerelli M, Kirschner J, Fik CP, et al. Silyl glyoxylates as a new class of high performance photoinitiators: Blue led induced polymerization of methacrylates in thin and thick films[J]. *Macromolecules*, 2017, 50(17): 6911-6923.

## Developing of zeolite/polymer composites by photopolymerization: 3D printing application

Yuanyuan GAO, A. SIMON-MASSERON, J. LALEVÉE

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) - APTAR-CSP Technologies*

### Brief presentation

My name is Yuanyuan GAO and I come from China. I obtained my engineer degree in 2020 at ENSCMu, with a specialization in polymer materials. I continued my PhD at UHA under the supervision of Prof. Angélique Simon-Masseron and Prof. Jacques Lalevée. My PhD project covers both polymers and inorganic materials, which I find very interesting and I learned a lot during the past years. In my free time, I enjoy watching anime and listening to music.

### Abstract

Zeolites (nanoporous (alumino)silicates) are widely applied in gas separation, water purification, catalysis, biomedicine, optics and electronics thanks to their unique porous structure, high surface area and the existence of acid sites. Zeolite are in powder forms after synthesis and must be shaped before industrial use. However, the traditional zeolite shaping approaches can mainly produce simple forms like beads, pellets or extrudates which cannot meet well to the developing of industrial needs.

Furthermore, the disadvantages of using binders, such as reduced porosity and thermal stability, can severely limit the effectiveness of zeolites. As a result, 3D printing has been studied in recent years as a versatile technique to fabricate zeolitic objects of varying sizes, shapes, and complexities. Among various 3D printing techniques, photopolymerization has drawn a lot of attention for its unique advantages such as high production rate, mild reaction temperature, low level of volatile organic compounds (VOCs), low energy consumption, excellent spatial and temporal control, etc. The first objective of this PhD project is to advance the development of structured zeolite/polymer composites or zeolite monoliths using photopolymerization techniques.

We developed photocurable formulations for zeolite/polymer composites and thoroughly discussed the selection of photoinitiators and monomers. The resulting composites were then subjected to a calcination process to eliminate the polymer part and release the porosity of zeolites. The calcination parameters were investigated as well. Subsequently, the impact of various zeolite characteristics, such as particle size and chemical formulation, on photopolymerization was studied.<sup>[1]</sup> Finally, we also explored the effects of binders on enhancing the mechanical properties of the fabricated composites.<sup>[2]</sup>

The calcined zeolite monoliths were tested for different applications (i.e. gas adsorption or ion-exchange capacity in liquid medium).<sup>[2,3]</sup> Notably, these monoliths exhibited comparable surface area and adsorption capacity to both its pristine powder and commercially available products, indicating their promising performance. These studies aim to open up new possibilities for 3D printing and zeolite shaping, with the goal of advancing the fabrication of structured nanoporous adsorbents and catalysts.



Figure 1. Preparation of zeolite/polymer composites via photopolymerization.

[1] Y. Gao, Y. Zhang, J. Lalevée, A. Simon-Masseron, *The Nanoscale Features of Zeolite Fillers Enhance the Depth of Cure, Optical Properties, and Mechanical Properties of 3D-Printed Polymer Composite Structures*, *ACS Appl. Nano Mater.*, 2023 (in press)

[2] Y. Gao, Y. Zhang, L. Michelin, J. Lalevée, A. Simon-Masseron, *Binder effects in photopolymerized acrylate/zeolite composites for 3D printing/ion-exchange applications*, *Mater. Chem. Phys.*, 2022, 293, 126853.

[3] Y. Zhang, Y. Gao, L. Josien, H. Nouali, C. Vaultot, A. Simon-Masseron, J. Lalevée, *Photopolymerization of Zeolite Filler-Based Composites for Potential 3D Printing Application and Gas Adsorption Applications*, *Adv. Mater. Technol.*, 2021, 2100869, 1–11.



## Development of plasmonic inks

Feriel GHELLAL, Karine MOUGIN

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) - CNRS

### Brève présentation

Je m'appelle Feriel GHELLAL, je suis doctorante en 3<sup>ème</sup> année (CIFRE) à l'IS2M. Je travaille sur le développement d'une nouvelle encre composée de nanoparticules en partenariat avec l'entreprise BIC située à Marne-La-Vallée. J'ai une licence de Biologie (Besançon) et un Master en science des matériaux (Mulhouse).

### Résumé

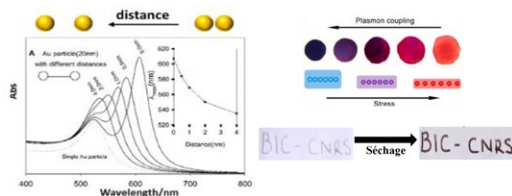
Les colorants, connus pour leur utilisation dans de nombreux domaines, présentent toutefois des inconvénients : écologiques, liés à la pollution des eaux, ou structurels, du fait de leur instabilité sous rayonnement ultraviolet. Ce projet de recherche vise à développer une alternative aux colorants contenus dans les encres des historiques stylos quatre couleurs BIC. Les nanoparticules métalliques, synthétisées par réaction d'oxydo-réduction, peuvent apparaître colorées par un phénomène de résonance de plasmon de surface. Les nanoparticules d'argent de couleurs variées sont stabilisées, concentrées puis ajoutées à la formulation d'une encre afin de colorer le milieu.

Fig 1 : suspensions colorée de nanoparticules d'argent synthétisées en milieu aqueux.



Une seconde application, plus ludique, s'inspirant du monde du vivant permet d'apporter un changement de couleur après écriture. Le caméléon est capable de produire et de moduler sa couleur grâce aux cristaux de guanine présents dans son épiderme. Par analogie, l'effet plasmonique, induit par les nanoparticules, est influencé par la distance interparticulaire. Lors du séchage de l'encre, la distance entre les nanoparticules est impactée, ce qui engendre un changement de couleur provoqué par une modification de l'interaction entre les particules et la lumière.

Fig 2 : influence de la distance interparticulaire sur les pics d'absorption [a] et la couleur des nanoparticules [b] avec l'application correspondante pour une encre plasmonique qui présente le changement de couleur après diffusion des particules dans le papier et séchage de l'encre [c].



Par réaction inverse, ces encres peuvent être effacées par oxydation des nanoparticules lorsqu'un agent oxydant est déposé sur les traces d'écriture.

[1] Zhang, Zhiyang; Wang, Han; Chen, Zhaopeng; Wang, Xiaoyan; Choo, Jaebum; Chen, Lingxin (2018). *Biosensors and Bioelectronics*, 114(1), 52-65

[2] Han, Xiaogang; Liu, Yiding; Yin, Yadong (2014). *Nano Letters*, 14(5), 2466-2470

# Physico-chemical qualities and potential for valorisation of pyrolysis products: biochars, and biosourced oils

Eya GHOMRI, Roger GADIOU

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

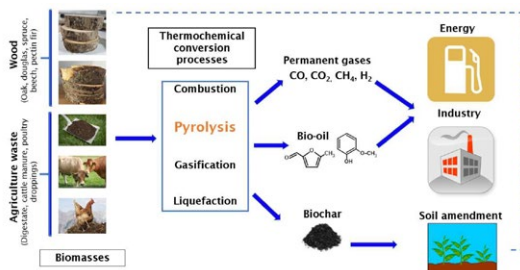
## Brief presentation

I am currently in the second year of my thesis in materials chemistry. I graduated as an engineer in industrial chemistry from the National Institute of Applied Sciences and Technology (Tunisia) in October 2021 to then start my thesis in November 2021. This thesis takes place with the financial support ADEME QUALICHAR project and Grand-Est HYPE project, in collaboration with the University of Lorraine and CRITT RITTMO.

## Abstract

The development of the biomass-energy sector associated with the reduction of hexagonal expenditure towards fossil resources, and the desire to preserve the long-term fertility of soils by substituting non-renewable organic materials in crop supports leads to an increasing interest of fertilization and energy industry towards the development of pyrolysis technology. Indeed, the transformation of biomass (wood, crop residues, etc.) into charcoal is an opportunity to sequester carbon<sup>[1]</sup> and improve soil fertility<sup>[2]</sup>, without major changes in cultural practices.

The project focuses on the valorisation of selected conventional lignocellulosic biomasses (Oak, Douglas, Pectin fir, Beech, Spruce), Crop residue (Corn raids) and unconventional biomasses (Digestate, Poultry Droppings and Cattle manure) into biochars by pyrolysis in order to assess their agro-environmental performances as function of their physical and chemical properties.



During this thesis, characterizations of biochar, produced in a tubular furnace under flushing inert gas at two different temperatures (500 and 800°C) for slow (10°C/min) and fast (~1°C/s) heating rates are done. Indeed, the fate of organic material (mainly carbon structure) and inorganic material are studied by various characterization techniques (FTIR, Raman, N<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> adsorption, Ultimate and Proximate analysis, Scanning Electron Microscopy - EDX, 13C solid-state NMR, Calorimetry).

[1] Sohrab Haghghi Mood, Manuel Raul Pelaez-Samaniego, et Manuel Garcia-Perez, « Perspectives of Engineered Biochar for Environmental Applications: A Review », *Energy & Fuels* 36, no 15 (2022): 7940-86, <https://doi.org/10.1021/energyfuels.2c01201>.

[2] Kathrin Weber et Peter Quicker, « Properties of Biochar », 2018, *Fuel*, <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.12.054>.

# Design and conception of an electrochemical sensor for the detection of lithium

Wejdene GONGI, Karine MOUGIN

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M), MMS - CNRS*

## Brief presentation

I am an engineer with a passion for sensor development. My work experience has been centered on this field, and I have gained expertise in creating and improving sensors that aid various industries. My commitment to research has led me to pursue my thesis, and I am excited about the prospect of making new discoveries and contributing to the scientific community.

## Abstract

The production and consumption of lithium have increased by approximately 3% per annum. Lithium and its compounds are used in various industrial applications, among which the most well-known are lithium-ion batteries (LIBs)<sup>[1]</sup>. LIBs are the primary driving force in the increase of lithium production, as they offer a viable alternative to other rechargeable batteries in terms of costs, number of charge-discharge cycles, and high-performance results<sup>[2]</sup>. Although lithium-ion batteries are reliable and the risk of combustion is relatively rare, a leakage in lithium-ion batteries can cause serious damage and even explosion. From this perspective, electrochemical sensors based on Gold dendritic nanostructures were developed.

The fabrication process of this electrode involved assembling the gold nanoparticles into a thin film of copolymer (PS-*b*-P4VP). Both Atomic Force Microscopy and scanning electron microscopy were used as characterizing techniques of gold nanoparticles in flower-shaped nanostructures. The deposition of a block copolymer was investigated using various solvents and the result showed that 1,4 dioxane is the adequate one allowing us to obtain the cylindrical domains with a thickness of 100 nm. The electrodeposition of the gold nanoparticles was pursued and MEB images showed that the dendritic nanostructures were obtained, with a high coverage rate of nanoparticles. However, further parameters will be studied including pH and temperature impact. The performance of the developed sensor will be investigated as a detector of Lithium using the cyclic voltammetry method and its sensibility and selectivity will be further evaluated.

[1] Luis A. Gil-Alana, Manuel Monge, *Lithium: Production and estimated consumption. Evidence of persistence*, *Resources Policy*, Volume 60, 2019, Pages 198-202, ISSN 0301-4207, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.01.006>.

[2] Talens Peiró, L., Villalba Méndez, G. & Ayres, R.U. *Lithium: Sources, Production, Uses, and Recovery Outlook*. *JOM* 65, 986-996 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11837-013-0666>

## Recently proposed oxime-ester as blue- light-sensitive Type I photoinitiators

Fatima HAMMOUD, Pr. Jacques LALEVÉE

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)*

### Brief presentation

I'm Fatima Hammoud, a PhD student in the third year. My thesis is focused on the study of new photoinitiating systems for polymer synthesis in 3D printing or composites, supervised by Prof. Jacques Lalevée. During my thesis, I had the opportunity to work with various academic and industrial collaborations, which allowed me to exchange scientific ideas and to develop communications skills, I was also able to participate in a various national and international conferences, which also enabled me to enhance my scientific knowledge. I also supervised trainees and students and I gave practical laboratory courses at the Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse - ENSCMu, where I acquired skills in team management, negotiation and creativity. My future ambition is to continue in the research world and to be able to transfer science by teaching. Personally, I believe that scientific culture is the artery through which the solutions to tomorrow's problems flow.

### Abstract

Photochemical engineering of polymers and other modern materials science and technology has led to the creation of complex but effective methods for the fabrication of innovative materials, post-functionalization of polymers and novel synthetic products. In these systems, light-activated chemical reaction pathways not only provide an excellent control over the reaction kinetics but also make it simple to carry out complex synthetic protocols.<sup>[1-3]</sup> However, the search for more ecologically friendly photoinitiating systems that can be activated with visible light is currently under progress. At present, a wide range of two- or three component photoinitiating systems with absorption spectra perfectly matching the emission of LEDs is available.

Hence, in order, to create more easily free radicals directly by the cleavage of chemical bonds, one-component Type I PIs are now preferred. In this context, the high reactivities of oxime esters (OXEs) as Type I photoinitiators in free radical photopolymerization are well known. For these structures, light irradiation can lead to the homolytic cleavage of the N-O bond, generating iminyl and acyloxy radicals.<sup>[4]</sup> Several research studies have been published in recent years, with the purpose of modifying their chemical structures by introducing different chromophores or by varying the substitution pattern of the ester group, for which an interesting structure/reactivity/efficiency relationship could be achieved. In this work, an overview of the recent advances on oxime-esters based photoinitiators, as well as a comparison of the various scaffolds proposed is provided and discussed.

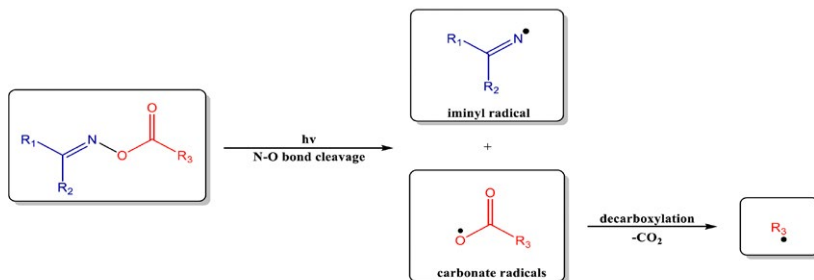


Figure 1. Photochemical mechanisms involved in the decomposition of oxime esters.

[1] F. Hammoud, N. Giacoletto, G. Noirbent, B. Graff, A. Hijazi, M. Nechab, D. Gignes, F. Dumur, J. Lalevée, *Materials Chemistry Frontiers*, 2021.

[2] F. Hammoud, A. Hijazi, M. Schmitt, F. Dumur, J. Lalevée, *European Polymer Journal*, 2023, 188, 111901.

[3] F. Hammoud, N. Giacoletto, M. Nechab, B. Graff, A. Hijazi, F. Dumur, J. Lalevée, *Macromolecular Materials Engineering*, 2022, 307, 2200082.

[4] F. Hammoud, Z.H. Lee, B. Graff, A. Hijazi, J. Lalevée, Y.C. Chen, *Journal of Polymer Science*, 2021, 59, 1711–1723.

## Développement de monomères bi-fonctionnels appliqués au confinement spatial photoinduit par réactions couplées d'annihilation/création.

Aïssa ID BOUALIM, Dr. Hélène CHAUMEIL, Pr. Jean Pierre MALVAL

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) - CNRS

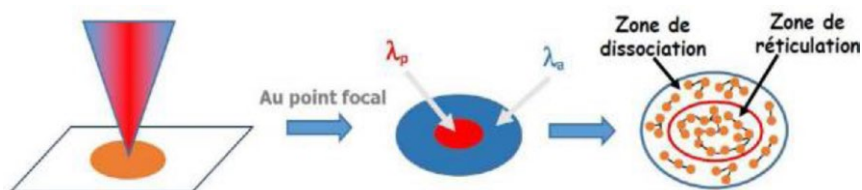
Université de Haute-Alsace, Laboratoire d'Innovation Moléculaire et Applications

### Brève présentation

Aïssa ID BOUALIM, je suis né et j'ai grandi dans une petite ville (Tiznit) au sud du Maroc. J'ai fait tout mon parcours d'études au Maroc avant de venir ici en France. Je suis actuellement en 1<sup>er</sup> année de thèse, mon sujet est à l'interface entre la synthèse organique et la chimie des matériaux. En dehors de mes activités au labo, je suis très intéressé par la lecture des romans policiers et le football.

### Résumé

Ce projet vise à combiner les récentes avancées en microscopie d'émission-déplétion stimulée (STED : stimulated emission-depletion)<sup>1</sup> et les matériaux auto-immolants<sup>2</sup> pour développer un nouveau procédé de stéréolithographie. Pour cet objectif, on a synthétisé des monomères bi-fonctionnels à la fois photoréticulable et photoclivable. Cette stratégie présente l'avantage d'élargir le domaine d'utilisation des photoamorceurs commerciaux de la technologie STED jusqu'à présent très restrictive. L'objectif est d'accéder à une écriture à haute résolution qui pourra être utilisée pour le stockage de données.



[1] Hell, S. W.; Wichmann, J. Breaking the Diffraction Resolution Limit by Stimulated Emission: Stimulated-Emission-Depletion Fluorescence Microscopy. *Opt. Lett.* 1994, 19 (11), 780–782.

[2] Roth, M. E.; Green, O.; Gnaïm, S.; Shabat, D. Dendritic, Oligomeric, and Polymeric Self-Immolative Molecular Amplification. *Chem. Rev.* 2016, 116 (3), 1309–1352.

# Carbazole-based oxime esters (OXEs) as novel photoinitiators for free radical photopolymerization and 3D printing under visible-light LED irradiation exposure.

Ji FENG, Dr. Fabrice MORLET-SAVARY, Pr. Jacques LALEVÉE

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) - CNRS

## Brief presentation

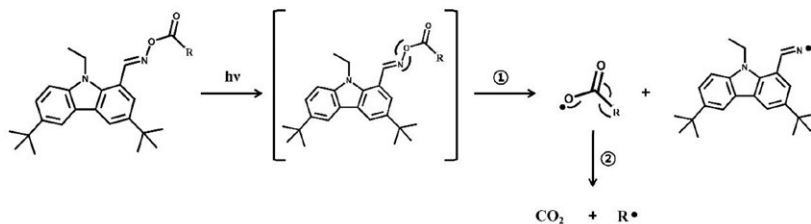
Master: Science in Chemistry, Changchun University of Technology, 2019 – 2022.

Master's thesis: Research on deep eutectic solvents extraction of herbicides and antibiotics in high protein samples. Ph.D. research direction: 3D printing technology based on bio-based compounds.

Hobbies: Football, Basketball, Badminton.

## Abstract

In my study, a series of 22 oxime ester photoinitiators with different substituents were designed and synthesized. All of them have never been synthesized and reported before. These oxime esters were found to have good light absorption in the visible light range, and some of them showed better photoinitiation than the commercial photoinitiators diphenyl [2,4,6-trimethylbenzoyl] phosphine oxide (TPO) under the irradiation of LED@405 nm. In order to study the photoinitiation mechanism of oxime esters, the electron absorption spectrum was calculated by molecular orbital, the photopolymerization ability and CO<sub>2</sub> production were measured by RT-FTIR, and the generation of active free radicals was detected by Electron Spin Resonance Spin Trapping experiment. Then the chemical mechanism of the process was proposed. The experimental results show that the decarboxylation of oxime ester group has an important influence on photoinitiation ability. Finally, 3D printed object was successfully obtained by using the most reactive oxime esters as photoinitiators.



Proposed Photoinitiation Mechanism of OXEs

[1] N. G. Fatima Hammoud, Guillaume Noirbent, Bernadette Graff, Akram Hijazi, Malek Nechab, Didier Gignes, Frédéric Dumur\* and Jacques Lalevée\*, *Mater. Chem. Front* 2021, 5[24], 8361.

[2] Y. Zhang, F. Morlet-Savary, M. Schmitt, B. Graff, A. Rico, M. Ibrahim-Ouali, F. Dumur, J. Lalevée, *Dyes and Pigments* 2023, 215.

## Near infrared photopolymerization in dispersed media

Hanine KALOUT<sup>1,2</sup>, Fabrice MORLET-SAVARY<sup>1,2</sup>, Jacques LALEVÉE<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Université de Haute-Alsace, Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

<sup>2</sup> Université de Strasbourg, France

### Brief presentation

I am Hanine Kalout, I am from Lebanon. In 2019, I achieved my bachelor's degree in general chemistry at Lebanese University in Beirut, then I continued my master's degree in physical-chemistry and materials at Strasbourg University. Currently, I am in the second year of doctoral studies at the institute of material science in Mulhouse under the supervision of prof. Jacques Lalevée. During the first year, I participated in a SCF-GFP conference in July.

### Abstract

Emulsion photopolymerization today holds an important place in many industrial sectors, such as cosmetics, adhesives and coatings, due to its advantages.<sup>[1]</sup> The use of cheap and safe near- infrared (NIR) light is still the subject of intense research efforts but remains a huge challenge due to the associated low photon energy (wavelength from 0.78 to 2.5  $\mu\text{m}$ ).<sup>[2]</sup> In this work, we tested hydrogel and emulsion systems in the near infrared. Then, methylene blue (MB) has been investigated as photoinitiator for the emulsion photopolymerization of methacrylate monomer upon red light exposure using a LED @ 660 nm. This dye is used in combination with a new coinitiator in water. After a few hours of red irradiation (LED@660nm), the photopolymerization is achieved by the synthesis of latex, with high conversion rate. Particle size is measured by transmission electron microscopy (TEM) and dynamic light scattering (DLS). Their photoinitiation mechanism was studied using fluorescence spectroscopy, steady state photolysis, light transmittance measurements (experimental and simulated) and free energy change calculations.

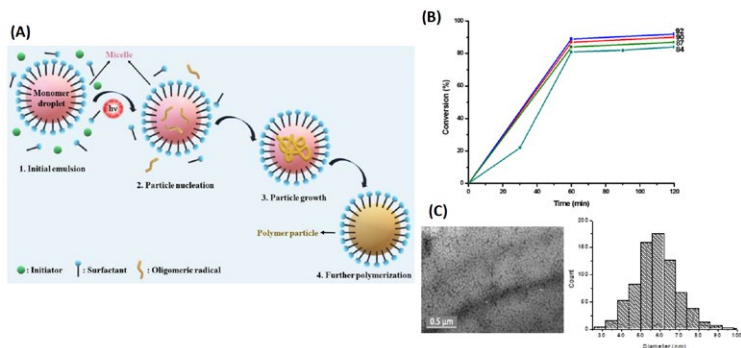


Figure. Emulsion photopolymerization: (A) Mechanism, (B) Conversion profile and (C) TEM image with particle size distribution of PMMA latex.

[1] Krüger, K; et al., *Macromolecules*. 2011, 44(24), 9539–9549.

[2] H. Mokbel et al., *Macromolecular Rapid Communications*. 2020, 41(15), 2000289.



# Elaboration of photosensitive resins for 4D micro-printing

Keynaz KAMRANIKIA, A. SPANGENBERG

Université de Haute-Alsace, Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

## Brief presentation

My name is Keynaz Kamranikia and I have studied chemical engineering during my bachelor's studies in Iran. Being interested in polymer science, I have started my master's studies at joint universities of Strasbourg and Freiburg. During my master's thesis and several months of working as a research assistant, I had the opportunity to acquire skills and knowledge on 3D printing of microfluidics. The interesting nature of this work and the experience in accomplishing the project motivated me to pursue my academic career in micro-scale 3D printing. I have started my Ph.D. at IS2M on the topic of "Elaboration of photosensitive resins for 4D micro-printing" under supervision of Dr. Spangenberg and I wish to broaden my knowledge in the aforementioned field of work, even after obtaining a doctoral degree.

## Abstract

Micropillars, polymeric microstructures with a high-aspect-ratio (HAR), are of interest to a wide range of applications, including drug delivery, dry adhesives that simulate the fibrillar structure of gecko feet, immunoassay chips for sensing cell response, and micro-electro-mechanical systems (MEMS) actuators<sup>[1,2]</sup>. The most common fabrication method for HAR (ratio of height to lateral feature size) microstructures is molding<sup>[3]</sup>. This method remains challenging due to its difficulty in demolding the final structure. On the other hand, solvent evaporation maximizes the adhesion force of HAR micropillars during the development step due to capillary force. It is therefore difficult to fabricate very HAR polymeric micropillars without collapsing<sup>[4]</sup> (Figure 1-A). In this work, we present very HAR micropillars by using two-photon polymerization (TPP) which is an established technique for creating complex 3D microstructures. Different parameters have been optimized to overcome the capillary force (Figure 1-B). These include surface modification, fabrication parameters such as using different laser power, exposure time, distance between the pillars, length of the pillars. As a result of adapting these techniques, we were able to fabricate micropillars with a very HAR up to 80.

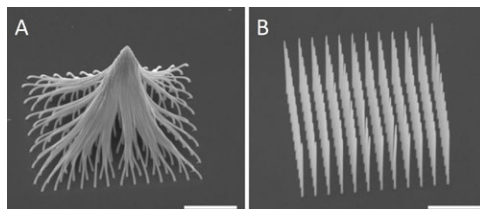


Figure 1: SEM images of micropillars obtained by TPP. (A) Capillary force self-assembled HAR micropillars. (B) Very HAR micropillars obtained by using a supercritical CO<sub>2</sub> dryer. Scale bar: 20  $\mu\text{m}$ .

[1] P. Kim, W. E. Adorno-Martinez, M. Khan, J. Aizenberg, *Enriching libraries of high-aspect-ratio micro- or nanostructures by rapid, low-cost, benchtop nanofabrication*, *Nature protocols*, 2012, 7, 311-327.

[2] S. G. Higgins, M. Becce, A. Belessiotis-Richards, H. Seong, J. E. Sero, M. M. Steven, *High-Aspect-Ratio Nanostructured Surfaces as Biological Metamaterials*, *Advance materials*, 2020, 1903862, 1-44.

[3] Y. Zhang, C. W. Lo, J. A. Taylor, S. Yang, *Replica Molding of High-Aspect-Ratio Polymeric Nanopillar Arrays with High Fidelity*, *Langmuir*, 2006, 22, 8595-8601.

[4] A. D. Campo, E. Arzt, *Fabrication Approaches for Generating Complex Micro- and Nanopatterns on Polymeric Surfaces*, *American Chemical Society*, 2008, 108, 911-945.

# Investigating photoinduced plasmon resonance phenomena using nanochemical approaches

Amine KHITOUS, Dr. O. SOPPERA

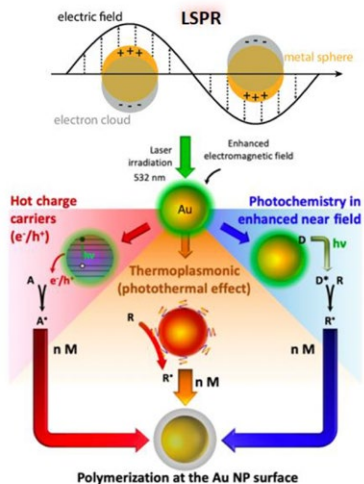
Université de Haute-Alsace, Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

## Abstract

Surface plasmon resonance (SPR) is a collective oscillation of conduction electrons in a metal. This phenomenon is observed in nanofilms and metallic nanoparticles. In the case of metallic films, the SPR is delocalized over the entire surface and in the case of nanoparticles, it is localized at the surface (LSPR)<sup>[1]</sup>. During LSPR phenomena, three effects are observed at the surface of the metal, namely the enhancement of near-field light, the enhancement of temperature (or heat) and the transfer of hot (or excited) electrons. These three phenomena can open many doors in the fields of nanostructuring, photonics, catalysis, sensing and nanomedicine. Understanding SPR is currently the subject of much debate<sup>[2]</sup>. Questions surrounding plasmon include the distribution of the electromagnetic field in SPR, the temperatures reached during SPR, and the potential applications of this phenomenon in detection, nanostructuring and catalysis.

During my PhD, I had the pleasure of exploiting this phenomenon by collaborating with several national and international research teams using nanochemical approaches such as photopolymerization, thermopolymerization and sol-gel condensation to elucidate the plasmonic properties of nanomaterials such as nanospheres, nanotriangles, nanorods, nanodisks, nanohexagons, nanobipyramids and gold nanofilms. The obtained results were compared with numerical simulations in order to correlate the experimental and theoretical results.

In summary, we have shown that the distribution of the electromechanical field depends on the size and shape of the nanoparticles and can in some cases be anisotropic depending on the polarization of the light, and that this electromagnetic field can reach very high temperatures on the surface of the nanoparticles, up to 500°C, just as we have shown that plasmonic can be applied to plasmonic photocatalysis using reaction models. At the end of this pioneering work, we have applied plasmonic to print polymer-based molecular recognition sites at the nanometer scale, in order to detect trace molecular targets that can reach concentrations of the order of the attomolar, a unit that I have just discovered: 1 attomolar =  $10^{-18}$  molar, which shows the power of plasmonic.



[1] Jain, Prashant K., et al. "Noble metals on the nanoscale: optical and photothermal properties and some applications in imaging, sensing, biology, and medicine." *Accounts of chemical research* 41.12. 2008, 1578-1586.

[2] Dubi, Y., et al. "'Hot' Electrons in Metallic Nanostructures—Non-Thermal Carriers or Heating?". *Light Sci. Appl.* 2019, 8(1), 1-8.

# Structuration of metal oxide thin films by photolithography with nanocrystals as "building blocks"

Quentin KIRSCHER, Pr. Dominique BERLING

Université de Haute-Alsace, Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

## Brief presentation

I am a 3<sup>rd</sup> year PhD student in material chemistry but not only. I am fascinated by all kind of science since my young age, this led me to get graduated with a bachelor degree in physics followed by a master degree in material science at UHA. More than just learning, I really enjoy sharing my knowledge with people, this is why I taught some lesson at different school level from primary school basics to specific courses at university. On a completely different aspect, I also enjoy the little pleasure life offers like reading, running, spending time with friends or simply discuss about everything.

## Abstract

In a few decades, the miniaturization of devices and the evolution of the associated manufacturing techniques have allowed the development of ever more performant technologies. One of this technique called photolithography is commonly used in electronic and semiconductor industry in order to shape and design materials at very small scale<sup>[1]</sup>. However, these processes involve many steps and the handling of hazardous substances. In a time where the new ambitions are focused on sustainable and more environmental friendly approaches, this project aims to propose an original process to texture the surface of materials by assembling nano-sized building blocks together<sup>[2]</sup> under an ultraviolet light irradiation<sup>[3]</sup>. The study has been mainly focused on the understanding of the structural and photochemical modification occurring under UV exposure, further allowing the fast patterning of metal oxide structures at micro- and submicrometric scale in a single step on different surfaces at room temperature.

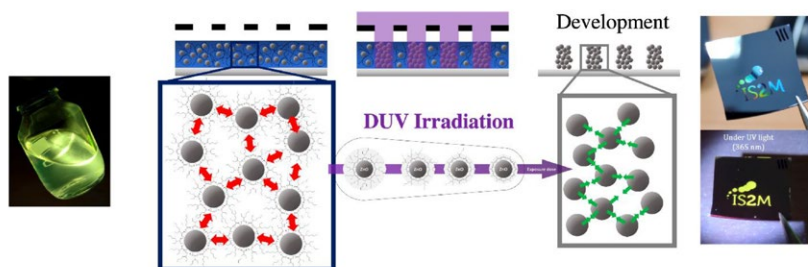


Figure: Nanocrystal assembly under UV irradiation, from solution to micrometric structures

- [1] C. A. Mack, "Fundamental principles of optical lithography", Wiley (2008)  
 [2] F. Grasset et al., *International Journal of Nanotechnology* 5 (2008) 708-721  
 [3] J.-A. Pan et al., *Journal of the American Chemical Society* 143 (2021) 2372-2383

## Carbon for energy storage “Potassium-ion batteries”

Louiza LARBI, Dr. Camélia MATEI GHIMBEU

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)*

### Brief presentation

My name is Louiza LARBI. After a master's degree in Material Chemistry in Algeria, I came to France to do my PhD at IS2M-UHA with a co-direction with ICGM-Montpellier, about “Carbonaceous materials for energy storage- potassium-ion batteries”. My topic is part of an ANR project which allowed me to have collaborations with different universities. In addition to research activities during my Ph.D., I am a member of the Réseau Jeune Société Chimique de France ‘RJ-SCF’, as well as the IS2M Health, Safety, and Working Conditions Committee (CLHSCT). I also assumed management for of chemical products of our team. During my PhD, I had the opportunity to participate in different conferences and publish different scientific papers.

### Abstract

The transition from fossil to renewable energies is actually a necessity because of worldwide climatic changes, pollution...etc. These energies need storage devices that inject electrical energy during periods of high demand and store it during periods of low demand. Batteries are the best choice and are already in the market; the most widely used are lithium ion batteries (LIBs). However, the increased demand for LIBs triggered a consequent lithium (Li) consumption and raised concerns about the depletion of Li. Alternatives such as potassium-ion batteries (KIBs) have been proposed because of the abundance of potassium (K) and its similarities with Li. This technology is still under study due to the absence of suitable anode materials, since graphite, the most used anode material in LIBs, present a volume expansion when tested in KIBs due to its high ionic radius in comparison to Li. Consequently, there is a pressing need for potassium-host anode materials in KIBs. In this thesis we tried to propose eco-friendly hard carbons with controlled properties and establish correlations between the physico-chemical properties and electrochemical performance<sup>1</sup>. In addition, according to the literature, most of the studies reported the electrochemical performance in a half cell configuration (anode vs face potassium metal) and not in a full cell (anode vs positive electrode). In the first configuration, the obtained performance are influenced by the high reactivity of potassium metal, so it is important to test these materials in a full cell. Therefore, we also tried to work on the positive electrode by enhancing the performance of a palyanionic compound ( $\text{KVPO}_4\text{F}_{0.5}\text{O}_{0.5}$ ) by using two types of carbon coating. Basically, this material has promising electrochemical performance, such as capacity and high working voltage<sup>2</sup>. However, it suffers from low conductivity and instable electrode/electrolyte interphase. After applying the carbon coating on its surface, high electrochemical performance was obtained such as coulombic efficiency of 87%, which is the highest value reported in the literature<sup>2</sup>. Finally, we tried to combine the best optimized anode and cathode materials to design a full-cell.

[1] Larbi, L et al, Impact of Hard Carbon Properties on Their Performance in Potassium-Ion Batteries. ACS Appl. Energy Mater. 2023, acaem.3c00201. <https://doi.org/10.1021/acsaem.3c00201>.

[2] Larbi, L et al, Enhanced Performance of  $\text{KVPO}_4\text{F}_{0.5}\text{O}_{0.5}$  in Potassium Batteries by Carbon Coating Interfaces. ACS Appl. Mater. Interfaces 2023, 15 (15), 18992–19001. <https://doi.org/10.1021/acsaem.3c01240>.

# Bisphenol-A-free and biosourced epoxy curing using catalytic systems: towards high performance materials.

Valentine LAVAUX, Pr. J. LALEVÉE

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

## Brief presentation

I am a 2<sup>nd</sup> year PhD student at IS2M, coming from Toulouse, France. I am interested in discovering other cultures and I enjoy meeting new people. Besides research, I like to organize events, such as the Young Scientists Day at IS2M, or communicate with school students about career paths. Dancing is my favorite pastime, but I also enjoy playing the piano.

## Abstract

Epoxides are the monomers of choice in the preparation of a large range of high-performance materials with exceptional thermal and mechanical properties<sup>[1]</sup> e.g. showing excellent surface adhesion, low shrinkage and high corrosion resistance. Therefore, they cover a wide range of applications, including coatings, composites, or adhesives. As epoxy curing agents (hardeners), amines and anhydrides were and are still widely used in the industry due to their good curing speeds and their excellent resulting materials performances (e.g. glass transition temperature - T<sub>g</sub>). For high performance materials, monomers/oligomers based on the bisphenol-A scaffold are, by far, the most important category of epoxides but now suffer from high toxicity concerns.<sup>[2]</sup> The same is true for hardeners. Therefore, the development of new epoxy systems (bisphenol-A free) that can be polymerized under mild conditions (at low temperature, under air, without monomer purification) and without hardeners is a huge scientific/ecological and societal challenge. In this context, the aim of our work is to propose new bio-based epoxy systems that can be polymerized with a catalytic system based on natural compounds. The polymerizations were performed in the mildest possible conditions. Full curing can be obtained in less than 20 minutes at 70°C and high T<sub>g</sub> were obtained for bisphenol-A-free epoxy polymers. This approach corresponds to a breakthrough in the polymerization of bio-sourced epoxides which often leads to low T<sub>g</sub> materials. Markedly, these systems showed good stability when developed in two component (2K) cartridges.



Polymerizations in  
**mild conditions**



**Environmentally  
friendly and Bisphenol-A  
free chemicals**



**Low toxicity &  
biosourced**



**Good thermal &  
mechanical properties**

[1] Pham, H. Q.; Marks, M. J. *Epoxy Resins*. In *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 2006

[2] <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/bisphenol>

## Le non tissé dans le domaine médical

Amandine LEQUEUX, Frédéric HEIM

Université de Haute-Alsace, Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)

### Brève présentation

Je m'appelle Amandine Lequeux et je suis en 4e année de thèse. Je suis intéressée par les matériaux depuis mon enfance. J'ai réalisé une école d'ingénieur textile avec un double diplôme avec un master matériaux avancé. J'ai ensuite voulu me spécialiser dans la biologie cellulaire en partant en doctorat au LPMT.

### Résumé

Les prothèses commerciales actuelles<sup>1</sup> sont réalisées en tissu et en tricot. Le matériau utilisé est permanent. Il s'agit très souvent de polytéréphtalate d'éthylène (PET)<sup>1</sup>. Les solutions commerciales actuelles ne permettent pas de remplacer correctement les vaisseaux de grand diamètre et encore plus sur les petits calibres en raison de leurs grandes différences dans leurs propriétés avec les artères natives, telles que : leur incompatibilité mécanique ou leur caractère thrombogène lié à la quantité insuffisante de recouvrement des cellules endothéliales sur la surface luminale<sup>2</sup>. Effectivement, trois phénomènes peuvent causer le rejet de l'implant après la chirurgie : la thrombose<sup>3</sup>, les infections ou de l'hyperplasie intimale. L'objectif général de ce projet est de montrer la possibilité de l'utilisation du non-tissé, renforcé mécaniquement, pour les prothèses vasculaires ou les prothèses cardiaques permettant de se rapprocher des propriétés mécaniques et biologiques natives. La complication clinique serait alors moins nombreuse.

Le projet se découpe en trois parties : la fabrication des nappes, leurs caractérisations mécaniques et la culture cellulaire. La première étape est de réaliser des nappes avec des filaments avec un ordre de grandeur de dix micromètres de diamètre<sup>3</sup>. Les non-tissés ont plusieurs systèmes de fabrication. Les méthodes de fabrication adaptées sont réalisées en électrofilage avec solvant (ES) et avec du polymère fondu (MEB)<sup>4</sup>. Deux types de polymères sont employés : permanents ou biorésorbables. Le deuxième permet de limiter l'inflammation. Le polycaprolactone (PCL)<sup>5</sup> choisi est résistant, biorésorbable et biocompatible. Dix nappes en MEB sont réalisées. Quatre sont fabriqués avec du PCL dissous dans du chloroforme permettant d'avoir des filaments de l'ordre du micromètre<sup>6</sup>. Le renforcement de la nappe de non-tissé est réalisé à la machine à broder. La configuration de la broderie, augmentant la caractéristique de résistance par surface dans les échantillons, est celle en croix. Pour garder sa résistance mécanique et sa forme, le renfort est en PET. Le matériau final sera donc un hybride avec la nappe résorbable et la broderie permanente. Après la culture endothéliale, le PCL sera remplacé par un tissu endothélial naturel créé par le corps maintenu par le renfort en PET. La culture cellulaire est réalisée sur les non-tissés renforcés et non renforcée. La culture cellulaire en plaque a permis de déterminer que le renfort n'a pas d'effet sur la culture cellulaire. Le MEB est plus propice à l'encapsulation.

[1] Medical expo [2023]. Prothèse vasculaire. Disponible sur : <https://www.medicaexpo.fr/fabricant-medical/prothese-vasculaire-13924.html>.

[2] Bourget, J.-M., Zegdi, R., Lin, J., Wawryko, P., Merhi, Y., Convelbo, C., Mao, J., Fu, Y., Xu, T., Merkel, N.O., et al. (2017). Correlation between structural changes and acute thrombogenicity in transcatheter pericardium valves after crimping and balloon deployment. *Morphol. Bull. Assoc. Anat.* doi : 101, 19–32. 10.1016/j.morpho.2016.06.003.

[3] VAESKEN, A. (2012). Valve cardiaque textile : Étude des modes de défaillance. *Mulhouse*

[4] Kin Ohmura (2018). Nanofiber nonwoven fabrics by electrospinning and meltblown nonwovens. *Nonwovens Ind. Mag. - News Mark. Anal.* Disponible sur : [https://www.nonwovens-industry.com/issues/2018-11/view\\_far-east-report/nanofiber-nonwoven-fabrics-by-electrospinning-and-meltblown-nonwovens/](https://www.nonwovens-industry.com/issues/2018-11/view_far-east-report/nanofiber-nonwoven-fabrics-by-electrospinning-and-meltblown-nonwovens/).

[5] Hutmacher, D. (2011). Design, fabrication and characterization of PCL electrospun scaffolds—a review. *J. Mater. Chem.*

[6] Armeda, T., Dzikri, M.F., Fahmi, M.Z., Raharjo, Y., Wafiroh, S., and Purwati (2018). Fabrication of PCL-Collagen Nanofiber Using Chloroform-Formic acid solution. *J. Stem Cell Res. Tissue Eng.* 1, doi : 16.10.20473/jsrte.v1i11.7567.

# Development of UV-Curable Pressure Sensitive Adhesives (UV-PSA): towards more sustainable bonding technologies

Qing LI, Pr. J. LALEVÉE

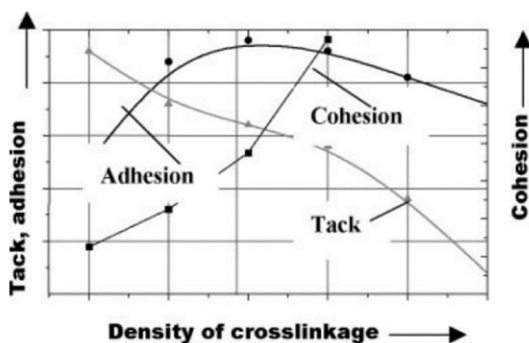
Laboratoire Light for Advanced Materials and ProceSes (LAMPS)

## Brief presentation

My name is Qing LI (pronounced like in the Qing Dynasty), born and raised in Shanghai, China. After spending three years in university back home, I decided to move to Mulhouse, France for l'école d'ingénieur. Little did I know about the city, the country, the language or the educational path I was on. I grew up watching the Big Bang Theory, so there's always a part of me yearning for an advanced degree but there's also another part of me doubting myself. When Prof. Lalevée proposed me this amazing opportunity, I knew immediately that I had to take it.

## Abstract

This CIFRE project, in cooperation with Arkema, aims to develop new types of UV-curable pressure sensitive adhesives. Pressure sensitive adhesives, or PSAs are distinguishable from other types of adhesives by the unique property of forming an adhesive bond just by the application of a small compressive force, as well as the ability to be completely removed without leaving a residue upon debonding. They are used in applications such as surface protection films, masking tapes, bookmark and note papers, and for skin contact (wound care dressings, EKG electrodes, athletic tape, transdermal drug patches, etc.). Besides the traditional evaluation methods in the industry, in the lab of IS2M, special attention has been given to the basic chemistry involved in photocrosslinking polymerization and its kinetic analysis, because the final properties of UV-cured adhesives will depend on a good understanding and control of the manifold reactions occurring during such ultrafast molecule to material transformations. Feasible protocols have been developed to evaluate the conversion of specific function groups, crosslinking density, mechanic properties, etc. Effect of different irradiation conditions has also been studied, variables including dose, wavelength, etc.



[1] Czech, Z., *Crosslinking of pressure sensitive adhesive based on water-borne acrylate*. *Polymer International* 2003, 52 (3), 347-357.

# Virus Like-Particles (VLPs) as signaling platforms to control cell behavior

Hasna MAAYOUF, Dr. Laurent PIEUCHOT

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) - CNRS

## Brief presentation

I'm a 2<sup>nd</sup> year PhD student in cell biology and biomaterials, at IS2M of Mulhouse. In 2016, I did a scientific baccalaureate. Then I completed my bachelor's degree in life sciences at CY Cergy-Paris University, between 2016-2019. After that, I completed my MSc in cell and molecular biology. Besides my PhD, I like doing sports (fitness, basketball) and participate to scientific events.

## Abstract

The coat protein forming the capsid of many viruses can be produced through heterologous expression systems like bacteria and form auto-assembled noninfectious nanoparticles named Virus-Like Particles (VLPs)<sup>1</sup>. VLPs form a repetitive structure of AP205 monomers that can be genetically modified and produced in laboratory, giving them great versatility for applications in vaccinology and immunology. However, the field of biomaterials still makes a little use of these tools. Here we developed VLPs presenting bioactive peptides at their surfaces as a platform to functionalize materials and to control cell behavior. We produced particles presenting adhesion peptides using bacteria and purified them by affinity and size exclusion chromatography techniques. We were able to produce particles expressing adhesive and osteogenic peptides at their surface that are known to trigger similar cell responses as their native proteins. We show that these particles can promote adhesion of cells with the same efficacy as their native proteins.

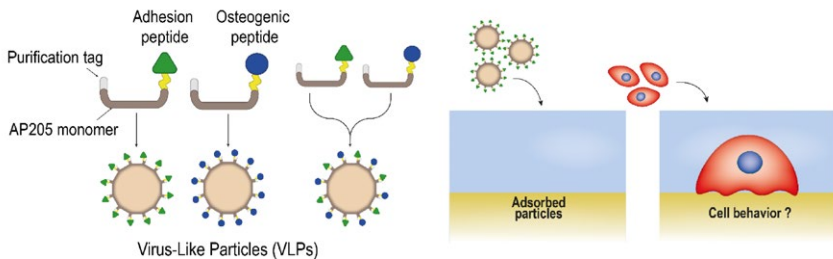


Figure: Development of a Virus-Like Particle platform for the control of cell behavior

[1] Shirbaghaee, Z. and Bolhassani, A. (2016), *Biopolymers*, 105(3), pp. 113-132.



# The Development of Novel Photopolymerization Materials for 3D Printing and Green chemistry

Tie MUER, Pr. J. LALEVÉE

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)*

## Brief presentation

I am a doctoral student hailing from Inner Mongolia, China, currently immersed in the fascinating world of research at IS2M. My journey towards a PhD in photochemistry stems from a profound fascination with chemistry that ignited during my junior high school years. The allure of chemical experiments captured my imagination, and the perpetual sunny weather in my hometown inspired a deep curiosity about harnessing light energy to its fullest potential. This dual inspiration serves as the driving force behind my current research, centered around exploring novel applications of photochemistry. Throughout my academic pursuits, from my undergraduate studies to my master's degree, I delved into the realm of photocatalytic technology. By harnessing the power of light energy, I explored methods to degrade pollutants and convert carbon dioxide into clean, renewable energy sources, such as methane. This journey not only solidified my passion for photochemistry but also opened up new avenues for research and innovation.

During my doctoral studies, I expanded my horizons by delving into the realm of photopolymerization technology. This exploration broadened my intellectual perspective and allowed me to integrate the insights gained from my previous research. By amalgamating the principles of photopolymerization with my expertise in photocatalysis, I aim to develop groundbreaking solutions that address environmental challenges and pave the way for a sustainable future.

## Abstract

This research project focuses on the advancement of photopolymerization materials, specifically targeting the development of a photopolymerization composite material photocatalyst and new photoinitiators.

The objective is to address the limitations associated with existing photocatalysts, such as their lack of recyclability, high cost, and suboptimal performance in water pollutant degradation compared to conventional  $\text{TiO}_2$ . To overcome these challenges, we have employed photopolymerization technology to fabricate a  $\text{ZnO}$ /polymer composite photocatalyst. This composite material offers several advantages, including simplified manufacturing processes, ease of recycling, and enhanced performance in degrading water pollutants when compared to traditional  $\text{TiO}_2$ . The  $\text{ZnO}$ /polymer composite photocatalyst serves as an effective solution to the issues surrounding photocatalyst recyclability and cost. Additionally, our research endeavors have led to the discovery and development of a series of new photoinitiators based on the structural framework of naphthoquinone, a compound widely found in nature, such as in vitamin K and similar substances. These novel naphthoquinone-based photoinitiators, comprising both natural and synthetic variants, demonstrate remarkable efficacy in initiating resin photopolymerization. Moreover, their successful application in 3D printing technology has been demonstrated.

At the same time, we have developed a series of new copper complex photoinitiation systems that can be used in both free radical photopolymerization and cationic photopolymerization. This series of general-purpose new photoinitiation systems has effectively expanded the research scope of metal complex photoinitiators.

# Photoinitiation mechanisms of novel phenothiazine-based oxime and oxime esters acting as visible light sensitive Type I and multicomponent photoinitiators

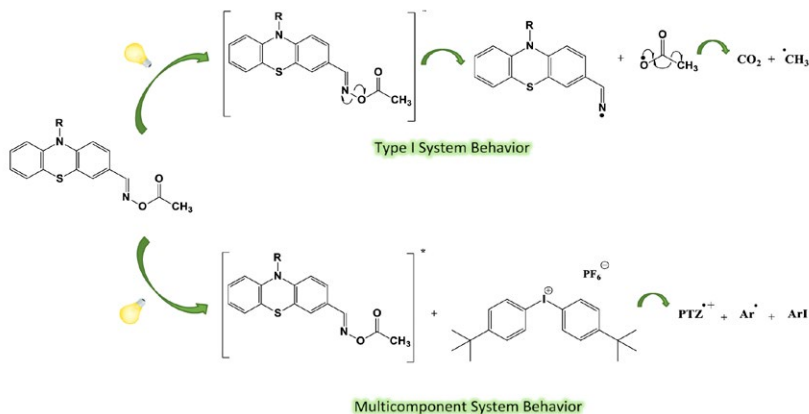
Adel NOON, Dr. Fabrice MORLET-SAVARY and Pr. Jacques LALEVÉE

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) - CNRS

## Abstract

In this work, three new photoinitiators, based on the phenothiazine scaffold as a chromophore and potentially bearing the oxime ester functionality as an initiating group were designed and synthesized for the free radical polymerization of acrylates, the cationic polymerization of epoxides, and the formation of interpenetrated polymer networks upon irradiation with a light emitting diode emitting at 405 nm. These phenothiazine-based oxime and oxime esters revealed impressive photoinitiation ability manifested by excellent polymerization rates and high final reactive function conversions. Significantly, they can be used as both; one-component (Type I) and two-component photoinitiating systems. Photoinitiation mechanisms through which reactive species are produced were investigated by means of different complementary techniques including real-time Fourier transform infrared spectroscopy, UV-visible absorption spectroscopy, electron spin resonance spectroscopy, fluorescence (steady state and time resolved), cyclic voltammetry, and molecular modelling calculations. Thermal initiation behavior of the different oxime esters was also studied by using differential scanning calorimetry, highlighting their dual thermal/photochemical initiation ability. Finally, 3D printed objects were successfully fabricated by conducting both direct laser write and 3D printing experiments.

### Photoinitiation Mechanism



[1] A. Noon, F. Hammoud, B. Graff, T. Hamieh, J. Toufaily, F. Morlet-Savary, M. Schmitt, T.T. Bui, A. Rico, F. Goubard, S. Peralta, F. Dumur, J. Lalevée, Photoinitiation Mechanisms of Novel Phenothiazine-Based Oxime and Oxime Esters Acting as Visible Light Sensitive Type I and Multicomponent Photoinitiators, *Advanced Materials Technologies*, 2023, 2300205.

# Conception de patchs auto-enroulables dégradables pour le traitement des inflammations radio-induites du côlon

Sidzigui OUEDRAOGO, Dr. Karine ANSELME

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) - CNRS

## Brève présentation

Je suis Sidzigui Christelle C. OUEDRAOGO doctorante en 3<sup>ème</sup> année chimie-biologie. Je suis biologiste de formation, et c'est un réel plaisir de travailler sur ce projet de thèse que j'affectionne particulièrement pour son caractère pluridisciplinaire et appliqué. Je suis une personne souriante, et polyvalente.

## Résumé

Les cancers pelviens parmi les plus fréquemment diagnostiqués dans le monde et la radiothérapie joue un rôle croissant dans leur prise en charge. Cependant, ce type de traitement présente une toxicité pour les tissus sains environnants avec des complications intestinales sévères impactant la qualité de vie des patients après le traitement. On parle de syndrome gastro-intestinal radio-induit. La prise en charge est symptomatique et nécessite souvent des chirurgies à risques ou des administrations prolongées de d'anti-inflammatoires (AI) avec des risques de toxicité systémique. L'objectif de cette étude est de proposer un dispositif médical innovant et implantable basé sur l'utilisation de biomatériau pour aider à la cicatrisation du tissu épithélial lésé. Nous nous sommes intéressés à la synthèse et la caractérisation d'un patch auto-enroulable en tube pour faciliter son implantation par coloscopie et permettant une libération locale de molécules anti-inflammatoires. Ce biomatériau est une bicouche constitué d'une association d'une couche hydrophobe et de couche hydrophile issus de la même famille de copolymères. Nous avons évalué la libération de la prednisolone, un AI approuvé par la Food and Drug Administration (FDA) qui a démontré son efficacité dans le traitement de nombreuses maladies inflammatoires notamment les maladies inflammatoires de l'intestin (MICI). Nous avons développé une approche de fabrication simple et rapide pour la production de bicouches qui s'auto-enroulent en moins d'une minute après immersion en solution aqueuse. Nous avons également mis en évidence la capacité des bicouches à stocker et libérer des AI, et démontré la capacité à moduler les quantités d'AI à délivrer en vue de thérapies personnalisées.

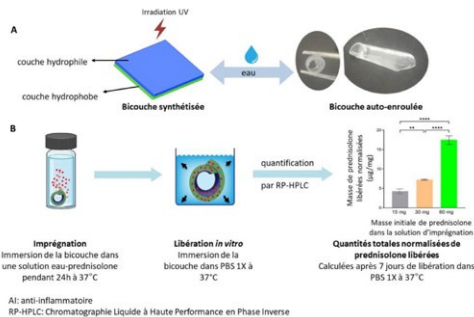


Figure : A- Représentation schématique de la préparation de la bicouche et du mécanisme d'auto-enroulement. B- de la méthode d'imprégnation et de la libération de la prednisolone de la bicouche

# Oxygen inhibition in photopolymerization

Serife OZEN, Pr. J. LALEVÉE

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) - CNRS

## Brief presentation

After obtaining my Higher National Diploma equivalent (Diplôme Universitaire Technologique) in organic chemistry, I have decided to continue my studies by applying to an engineering school. I, then, got accepted at ENSCMu (Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse). After studying three years to finish my engineering school, I finally got graduated in 2021 from my engineering school with a major in Material Science. After being graduated, I have decided to do a PhD in polymers, especially in the field of light-induced polymerization. I am now in my second year of PhD. I love travelling, discovering new cultures. I have a huge interest in sport such as fitness and running. I also loved cooking and painting when I had time to spend before starting my PhD.

## Abstract

Light-induced polymerization is a process of polymerization that is initiated with a light source. This type of polymerization is well known for its very fast kinetics, its spatial control as well as its low energy cost. However, it is strongly inhibited by oxygen. Oxygen reacts with the radicals that are created during the initiation step leading to inactive species<sup>[1]</sup>. Our work consisted in first, characterizing oxygen inhibition and then, finding solutions to overcome oxygen inhibition. To characterize how oxygen affects the photopolymerization different experiments have been conducted: in thin layer (10  $\mu\text{m}$ ), in thick samples (2 mm), under air, laminated. Different techniques have been used to characterize the oxygen inhibition. Real-Time FTIR has been used to follow the conversion of the double bonds Vs. time. Confocal Raman Microscopy has been used to probe the conversion over the depth of the material. This technique shows how oxygen inhibits the reaction of photopolymerization especially on the surface. Indeed, the main oxygen inhibition is occurring on the surface of the material. Some additives have been used to overcome the oxygen inhibition. Due to confidentiality issues, the structure of the additives can not be shown.

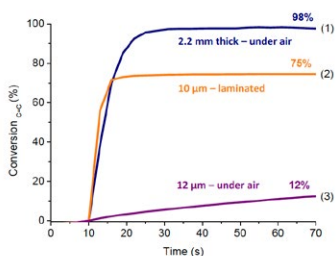


Figure 1 : FTIR double bonds conversion ( $1636\text{ cm}^{-1}$ ) over time. Formulation : Monomer 1 + 0.5 wt% photoinitiator (1) : 2.2 mm thick sample - under air (2) : 10  $\mu\text{m}$  thin sample - laminated (3) : 12  $\mu\text{m}$  thin sample - under air. Irradiation : LED @ 395 nm ( $1634\text{ mW/cm}^2$ ) from 10 s to 70 s.

RT- FTIR characterization

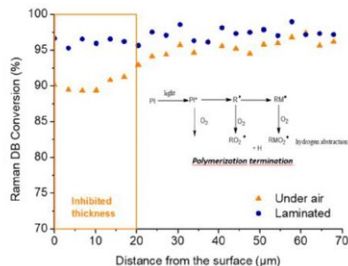


Figure 2 : Confocal Raman Microscopy analysis of polymerized sample (thickness = 1.4 mm). Formulation : Monomer 1 + 0.5% Photoinitiator. LED for photopolymerization : 395 nm ( $I = 640\text{ mW/cm}^2$ )

Confocal Raman Microscopy

[1] M. Höfer, N. Moszner, et R. Liska, "Oxygen scavengers and sensitizers for reduced oxygen inhibition in radical photopolymerization", *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, vol. 46, no 20, p. 6916-6927, 2008, doi: <https://doi.org/10.1002/pola.23001>.

## Développement de matériaux microporeux pour le piégeage de composés gazeux

Samuel PERNET, Bénédicte LEBEAU, Roger GADIOU

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

### Brève présentation

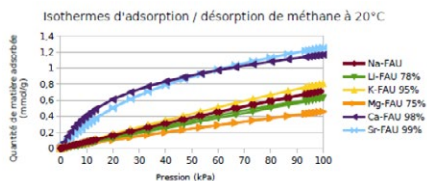
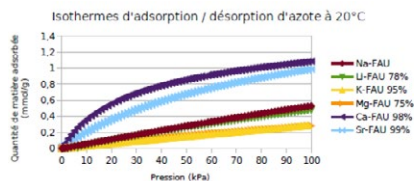
Samuel PERNET, 25 ans. Lycée Jeanne d'Arc, Mulhouse, CPGE Albert Schweitzer, Mulhouse, ENSCMu, Mulhouse, et IS2M, Mulhouse.

### Résumé

Mon sujet porte sur l'intégration de zéolithes dans des systèmes fonctionnant à des températures cryogéniques, afin d'y maintenir le vide. En effet, certaines applications ne fonctionnent que lorsqu'elles sont refroidies à des températures cryogéniques. Le but est de minimiser les transferts thermiques entre cette enceinte à température cryogénique et son environnement en y instaurant et maintenant un vide très poussé ( $<10^{-3}$  mbar) sur une durée de 20 ans environ.

Le piège à gaz utilisé actuellement pour cela reste trop spécifique envers certains gaz présents dans le milieu à raréfier : il n'est par exemple pas capable, de par son mode de fonctionnement, de piéger des molécules d'argon et de méthane. C'est pourquoi il a été choisi d'élaborer un composé poreux à base de zéolithe pour créer un piège à gaz indifférent à la nature des molécules qu'il piège.

Le but de ma thèse est, à terme, d'établir un piège à gaz à base de zéolithe pouvant compléter, voire remplacer, le piège à gaz actuel. Pour cela, mon travail consiste en sélectionner la structure et la composition de zéolithe la plus adaptée pour piéger les gaz présents dans l'enceinte cryogénique, optimiser sa composition afin de maximiser les affinités entre le matériau poreux et les molécules gazeuses, et mettre en forme le matériau pour l'intégrer à l'enceinte cryogénique sans que ce dernier ne devienne une source de pollution particulaire.



## “Development of new polymers for data storage”

Alexandros PETROPOULOS, Pr. Jacques LALEVÉE, Pr. Jean-François LUTZ

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)*

### Brief presentation

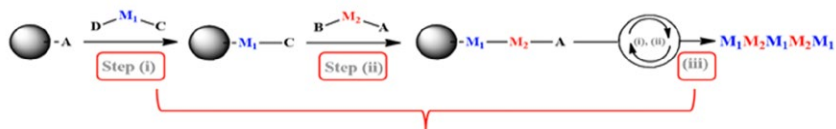
My name is Alexandros Petropoulos, and I am a graduated chemist (Bachelor, MSc) from the University of Ioannina (Greece) with a special interest in Organic Chemistry, Photochemistry and Polymer Science. During my Master's studies I completed a 5-month internship in the IS2M (Mulhouse, France) under the supervision of Prof. Jacques Lalevée and during that period I had the chance to meet kind and insightful people and work on a really interesting project. The lab environment, the people, the work ethics and of course the supervision of Prof. Lalevée led me to take the decision of continuing with PhD studies.

### Abstract

Data storage is one of the most important scientific and technical challenges of the 21<sup>st</sup> century. With the growth of digital data generation annually, we need to think of better solutions for storage, since the traditional storage devices such as hard drives and solid-state memories show limitations. Storage densities could be increased if data were to be encoded at the atomic or molecular level<sup>1</sup>. One example of data storage in our everyday life is DNA. Biology came up with a solution to this problem through the evolution of information containing macromolecules. DNA employs a 4-letter nucleotide code (A, C, G, T) to store hereditary information in biological organisms. Those biomolecular systems achieve huge information densities, with just a few grams of DNA being required to store a zettabyte ( $10^{15}$  MB) of data<sup>1</sup>. Information can also be encrypted in any polymer chain that consists of more than one type of monomer.

Binary information for example, can be created in a synthetic polymer chain by using 2 different comonomers, resulting in a chain which is the equivalent of a string of ones (1) and zeroes (0)<sup>1</sup>. These types of polymers are called digital polymers and they are macromolecules that store binary information in the form of a controlled monomer sequence. These polymers are synthesized by stepwise chemical synthesis, which significantly limits chain length (most reported works deal with oligomers in the range of 3- to 20-mer). One of the biggest disadvantages in the synthesis of these macromolecules is that such approaches are time consuming and request demanding chemical steps. Each step can take hours to perform, resulting in a few days to obtain an oligomer chain. The idea that was proposed to surpass this drawback was the introduction of light irradiation. Light-induced reactions are a field that has attracted a lot of interest during the past years because of their several environmental benefits, such as low energy consumption, low or no volatile organic emissions and high efficiency.

Light induced chemical reactions involve the absorption of light to generate highly reactive molecules, which can then undergo chemical changes<sup>2</sup>. In this context, UV and visible light irradiation were employed in several different reactions used for the synthesis of these polymer chains in order to observe the effect of light. The first experiments showed improvement in the rate and efficiency of the copper catalyzed alkyne-azide cycloaddition reaction (CuAAC). These initial results could lead to the establishment of photochemistry in many of the methods currently used for the solid-phase synthesis of digital polymers.



[1] Colquhoun, H, Lutz, J.F. Information-containing macromolecules. *Nature Chem* 2014, 6, 455-456

[2] Tasdelen, M.A, Yagci, Y. Light-Induced Click Reactions. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2013, 52, 5930-5938

[3] Trinh, T.T, Laure, C, Lutz, J-F. *Macromol. Chem Phys.* 2015, DOI:10.1002/macp.20150072

# Exploring the potential of photothermal polymerization

Rania REJEB, Pr. J. LALEVÉE

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) - CNRS

## Brief presentation

My name is Rania, I'm from Tunisia where I graduated as a process- chemical engineer with a master degree in process for chemistry, environment and energy. In January 2022, I started my PhD in functional polymers. I've always been passionate about research.

## Abstract

Photopolymerization is an important research area due to its wide industrial applications; however, it typically utilizes visible or UV light to decompose a photochemical compound. Although it is highly efficient and offers several advantages, it also encounters various drawbacks, such as limited light penetration, toxicity of short wavelengths, and sensitivity/toxicity of compounds. In this context, numerous researchers have focused on improving spatial localization and temporal control of polymerization under safer irradiation wavelengths (NIR)<sup>[1]</sup>, providing the benefits of thermal polymerization.

The objective of this thesis is to explore the potential of photothermal polymerization using NIR irradiation wavelengths. Consequently, the reaction mechanism of these systems will be investigated using different techniques: real-time Fourier-transform infrared spectroscopy (RT-FTIR) for polymerization kinetics monitoring, differential scanning calorimetry (DSC) for thermal analysis, and thermal camera for photothermal efficiency evaluation.

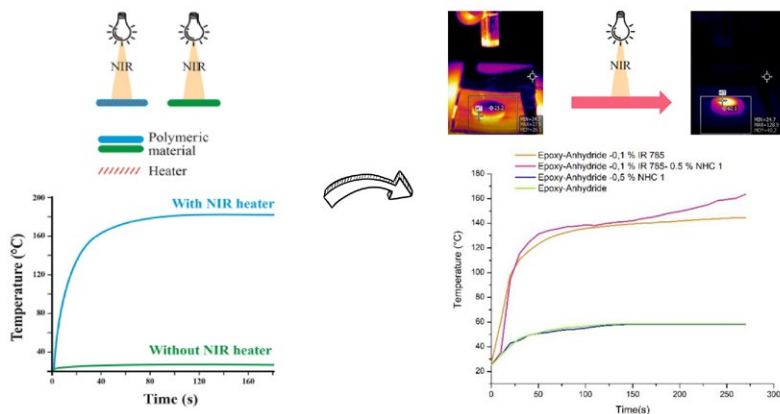


Figure : Preliminary data showing the increase of temperature in a polymer thanks to the presence of a NIR dye with heater

[1] Haifaa Mokbel, Frédéric Dumur, Jacques Lalevée. *Polymer Chemistry, Royal Society of Chemistry, 2020, 11 (26), pp.4250-4259.*



## Reversible strong adhesion : Controlling smart nanocoatings properties to assemble/disassemble materials

Asma RIAHI<sup>1</sup>, Vincent ROUCOULES<sup>1</sup>, Florence BALLY-LE GALL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNRS, IS2M UMR 7361, Université de Haute-Alsace, Université de Strasbourg, Mulhouse, France

### Brief presentation

My name is Asma RIAHI. I first came to Mulhouse in 2020 to do my Master 2 internship on the topic of "Development of a superhydrophobic, durable, environmentally friendly treatment for textiles by plasma polymerization" at the Institute of Material Sciences in Mulhouse (IS2M). Afterward, I earned my engineering degree in industrial chemistry at the National Institute of Applied Sciences and Technologies (INSAT) in Tunisia. Currently, I am a third year PhD student at IS2M. The scope of my PhD research is to develop a reversible strong adhesion system via a smart polymer coating.

### Abstract

The development of new so-called smart or stimuli-responsive materials, capable of performing rapid and reversible physical or chemical changes in response to changes in their environmental conditions, has been a very active area of research for several years. This new property can be imparted either to the entire material or only to its outermost surface by surface functionalization. In our group, the design of different smart interfaces has been proposed by combining plasma polymerization and post-functionalization steps [1]. In particular, reversible and covalent adhesion have been obtained between two substrates by controlling the interfacial reactivity via a plasma polymer coating containing compounds able to react via a thermosensitive Diels-Alder reaction. Bonding and debonding cycles have been obtained by playing with external thermal stimuli [2]. The fabrication of such adhesives in the form of thin films with reversible properties is a key issue that fits perfectly with the problem of materials recycling. Nevertheless, the contribution of the chemical and physical properties of such coatings in the adhesion work are still uncontrolled. The physicochemical properties of polymeric products were therefore adjusted by plasma copolymerization to improve the performance and scope of these thin films by studying the main copolymerization parameters (precursor feed ratio) and plasma process conditions (such as pressure and duty cycle). Further evaluation of the physicochemical properties of the nanocoating will be performed under these processing conditions.

[1] Mathieu Veuillet, Lydie Ploux, Aissam Airoudj, Yannick Gourbeyre, Emmanuelle Gaudichet-Maurin, Vincent Roucoules, *Plasma Processes and Polymers* 2017, 14(10), 1600215.

[2] Madeline Vauthier, Loïc Jierry, Jamerson Carneiro Oliveira, Lilia Hassouna, Vincent Roucoules, Florence Bally-Le Gall, *Advanced Functional Materials* 2019, 29(10), 1806765.

## Composites Structures for Sustainable Uses

Roua SKANDER, K. MOUGIN, Dr. F. RUSH

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)*

### Brief presentation

Roua SKANDER, I'm an engineer from TUNISIA specialized in composite materials and technical textile, after obtaining my engineering degree, I followed it up with a master's degree from Haut-Alsace University (HAU) in materials formulation and surfaces functionalization. During my master's internship, I worked on low Carbon Footprint composites which was a collaboration between IS2M, Mahidol University in Thailand along with Cetim company, and then a thesis. I also have a diploma.

My love for the industrial field, as well as research led me to keep working with Cetim Grand-Est and IS2M on my current PhD project which aims toward developing 3 eco-materials with low carbon Footprint that may substitute their petrol-based equivalents, without compromising on the mechanical properties, and that, is always in collaboration with Mahidol University.

Aside from research, I assisted in several international conferences to present my work whether through posters or public presentations. And for you to get to know me on a more personal level, I so much love theater, cinema, and martial arts.

### Abstract

Europe (through the Green Deal), along with other industrialized countries such as the United States, South Korea, and Japan, has committed to achieving carbon neutrality by 2050 since the Paris Agreement. Only under this condition can the overall global temperature rise caused by anthropogenic greenhouse gas emissions be limited to +2°C by 2100<sup>[1]</sup>. This project has been developed within this framework and aims to design three eco-material composites with added value and low environmental footprint and implement them using inimitable and confidential technologies developed at Cetim company, on a pre-industrial pilot scale<sup>[2]</sup>.

With the support of IS2M, the objectives are to explore a chemical compatibilization method between reinforcement(s) and matrix(es), and study the morphological structure, physicochemical properties, as well as various technical characteristics (mechanical properties, formability, durability, etc.) of eco-materials intended for different applications and markets. One of our demonstrators shows a better tensile strength with an improvement of almost 36% compared to the (Amino-silane-GF) reinforcing (PP re- PPgMA). Beyond the technical and economic aspects studied, the environmental performance of the eco-materials will also be evaluated, mainly through appropriate methodological tools. The level of maturity achieved by these products should be sufficiently high to consider validation of this approach in partnership with one or more industrial partners seeking alternatives to traditional materials.

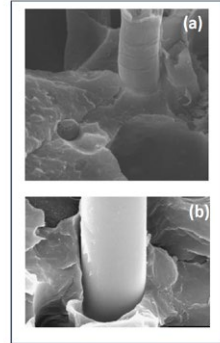
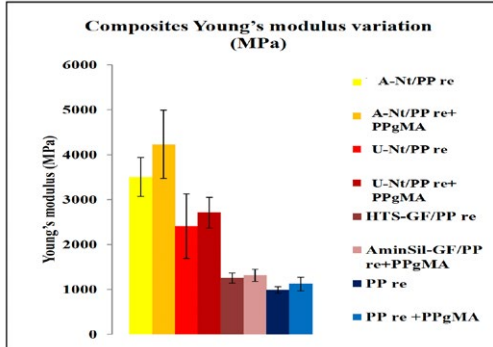


Figure 1: Variation of composites Young's modulus (MPa)

Figure 2: SEM micrographs of composites surfaces after tensile break (MAG x2000)

(a) [Alkali treated nettle fibers] reinforcing (PPre - PpgMA)

(b) [AminoSilane-GF] reinforcing (PP re-PPgMA)

[1] <https://www.ademe.fr>

[2] [https://www.polyvia.fr/sites/default/files/2022-05/guide\\_GREC\\_FINAL\\_bd.pdf](https://www.polyvia.fr/sites/default/files/2022-05/guide_GREC_FINAL_bd.pdf)

# Development of New Photoinitiators and Applications in Photopolymerization and 3D Printing under Visible Light Irradiation

Bin SONG, Dr. Jean-Michel BECHT, Pr. J. LALEVÉE

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

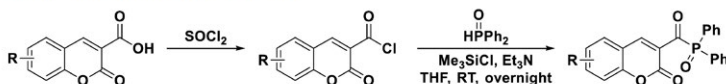
## Brief presentation

Bin Song, comes from Ji'An, China. He got his Bachelor's degree in 2019 and Master's degree in 2022 in Hainan University, China. During his Master, he mainly worked on the methodology involving original organophosphines and compounds with carbonyl.<sup>1,2</sup> Thus, he gets deep interest in the application of those compounds in photopolymerizations. Bin Song started his PhD at IS2M in December 2022. His research is focused on the design and syntheses of original photosensitive molecules and their applications in photopolymerizations and 3D printings.

## Abstract

Acylphosphine oxides such as the commercially available TPO (diphenyl(2,4,6-trimethylbenzoyl)phosphine oxide) is widely used as photoinitiators in a lot of fields such as coatings, ink, adhesive, optical fibers, etc.<sup>3,4</sup> Compared to other traditional photoinitiators, acylphosphine oxides show excellent performances in long wavelength absorption.<sup>5</sup> Another interesting property of acylphosphine oxides is the photobleaching, which is often required to lead to colorless materials. However, the toxicity of acylphosphine oxides limits their application in some fields such as biomaterials and dental materials. Therefore, it is very important to develop new acylphosphine oxides with low toxicity and high initiating efficiency. During the first part of this work, new phosphine oxides molecules using some biosourced precursors such coumarins and cinnamic acid are used to replace the aryl moiety of the traditionally used TPO. Currently the reactions conditions and the purifications steps of these compounds are under investigation. In a second step their performances for photopolymerisations will be determined.

Synthetic Route to coumarin acylphosphine oxides<sup>6,7,8</sup>



[1] Li, L. Liu, K. Xu, T. Huang, X. Li, B. Song, T. Chen, Palladium-catalyzed *N*-acylation of tertiary amines by carboxylic acids: a method for the synthesis of amides. *Org. Lett.*, 22(2020), 5517-5521.

[2] K. Liu, B. Song, Q. Dang, L. Liu, J. Tang, T. Huang, Chunya Li, Zhi Tang, T. Chen, Walking cations: transition-metal free benzyl cation-triggered *sp*<sup>2</sup> C-H phosphorylation and etherification. *Chin. J. of Chem.*, 40(2022), 2933-2938.

[3] Y. Wu, R. Li, J. Ke, X. Cheng, R. Tang, Yue Situ, H. Huang, Study on bifunctional acyl(diphenyl)phosphine oxides photoinitiator for free radical polymerization. *Eur. Polymer J.*, 168(2022), 111093.

[4] Y. Liu, T. Wang, C. Xie, X. Tian, L. Song, L. Liu, Z. Wang, Q. Yu, Naphthyl-based acylphosphine oxide photoinitiators with high efficiency and low migration. *Progress in Organic Coatings*, 142(2020), 105603.

[5] C. Xie, Z. Wang, Y. Liu, L. Song, L. Liu, Z. Wang, Q. Yu, A novel acyl phosphine compound as difunctional photoinitiator for free radical polymerization. *Progress in Organic Coatings*, 135(2019), 34-40.

[6] K. Xu, L. Liu, Z. Li, T. Huang, K. Xiang, T. Chen, Controllable phosphorylation of thioesters: selective synthesis of aryl and benzyl phosphoryl compounds. *J. Org. Chem.* 85(2020), 14653-14663.

[7] H. Kurasaki, A. Nagaya, Y. Kobayashi, A. Matsuda, M. Matsumoto, K. Morimoto, T. Taguri, H. Takeuchi, M. Handa, D. R. Cary, N. Nishizawa, K. Masuya, Isostearyl mixed anhydrides for the preparation of *N*-methylated peptides using *C*-terminally unprotected *N*-methylamino acids. *Org. Lett.* 22(2022), 8039-8043.

[8] J. Zhang, L. Han, Chlorosilane-catalyzed coupling of hydrogen phosphine oxides with acyl chlorides generating acylphosphine oxides. *Org. Lett.* 22(2020), 4633-4637.

## Développement d'adhésifs hybrides

Axelle STAUDT, Jacques LALEVÉE, Bruno CHARRIERE

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M), Arkema France*

### Brève présentation

D'aussi loin que je puisse me souvenir, j'ai toujours été intéressée par la science. Médecine, mécanique, astronomie... Au lycée, c'est la chimie qui prend alors le dessus. L'aspect expérimental, la compréhension des mécanismes qui nous entourent, tellement de choses qui me semblaient jusqu'alors anodines sont en fait régies par les lois de la chimie. Mes premiers cours dans l'enseignement supérieur me permettent de placer un nouveau filtre sur le monde, je vois de plus en plus de choses d'une manière scientifique, et la chimie me paraît depuis la seule carrière envisageable. Le chemin vers la recherche, dans le but de faire partie des inventeurs de demain, s'est alors fait tout naturellement.

### Résumé

Les cyanoacrylates sont une famille de molécules possédant des très hautes qualités adhésives, ils sont plus connus du grand public sous leur appellation commerciale « Super Glue ». Appliqués en fine couche, ils réagissent quasi-instantanément au contact des substrats à coller, à l'aide de l'humidité ambiante. Le mécanisme principal suivi par la réaction de durcissement des cyanoacrylates est de type anionique, c'est-à-dire que la réaction est initiée par une particule chargée négativement. Ici, c'est l'ion hydroxyle HO<sup>-</sup> de l'eau qui est présent dans l'air qui lance le durcissement. Les adhésions obtenues, même si très fortes, présentent quelques défauts importants : de mauvaises performances mécaniques et une certaine instabilité chimique, entre autres.

Un moyen de pallier ce manque est d'ajouter à la formule un autre type de molécules. Le mélange des deux composants permet d'obtenir des adhésifs hybrides plus performants, qui collent plus fortement les substrats et qui résistent mieux à l'impact. De plus, ils réagissent légèrement moins vite que les cyanoacrylates seuls, ce qui permet à l'utilisateur de repositionner les pièces à coller.

Pour ce faire, les hybrides seront analysés selon des méthodes qui permettent de suivre le durcissement des différents composants indépendamment. Ces informations, couplées à des techniques de spectroscopie et de microscopie devraient permettre de déterminer le mécanisme réactionnel suivi.

# Polysaccharides from biomass as water developable eco-friendly photolithography resist for green micro-nanopatterning

**OIha SYSOVA, Olivier SOPPERA**

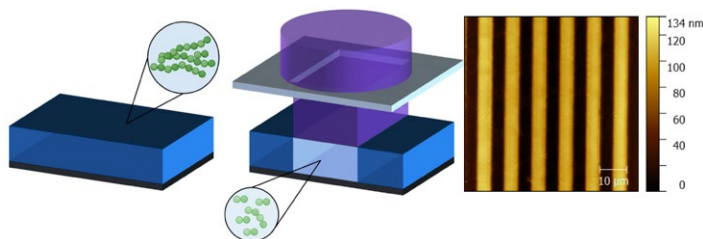
*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)*

## Brief presentation

I am an enthusiastic PhD student hailing from Ukraine, driven by a deep passion for science, particularly its environmentally conscious aspects. Following the successful completion of my Bachelor's and Master's degrees in Chemical Technology and Engineering, I embarked on an enriching internship at the Institut des nanotechnologies de Lyon. This invaluable experience paved the way for my current pursuit of a PhD, as it inspired and shaped the trajectory of my thesis.

## Abstract

In modern advanced industries like communications, healthcare, and energy, micro and nano-fabrication processes play a crucial role in manufacturing innovative products. Among these processes, lithography stands out as a key step. Lithography involves various techniques, including photolithography, which utilize polymeric resist materials to create customized patterned surfaces according to user specifications. Conventional resists pose potential risks to human health and the environment due to their hazardous chemical composition. Exposure to these substances can lead to health issues such as skin irritation, breathing difficulties, and other concerns<sup>1</sup>. Furthermore, the dumping of toxic substances can contaminate rivers and soil, posing a threat to ecosystems. To address these challenges, we propose the use of a chitosan-based resist, which not only ensures compatibility with industrial equipment but also enables the creation of sub-micrometric patterns<sup>2</sup>. Our research delved into the interaction between chitosan and deep UV through various methods. Additionally, we explored methods to enhance the photosensitivity of the resist<sup>3</sup>. By incorporating a photosensitive chemical or modifying the irradiation conditions, the dose-to-clear can be reduced by two or four times, respectively. These findings open up possibilities for improving the performance and efficiency of the resist in lithography processes.



*Figure: The schematic mechanism of photoinduced modification of chitosan photoresist with an example of obtained patterns.*

[1] Huang, S. & Wu, K. Health Risk Assessment of Photoresists Used in an Optoelectronic Semiconductor Factory. *Risk Analysis* 2019, 39, 2625–2639

[2] O. Sysova et al. Chitosan as a Water-Developable 193 nm Photoresist for Green Photolithography. *ACS Appl. Polym. Mater.* 2022, 4 (6), 4508–4519.

[3] O. Sysova et al. Green Deep-UV photoresist based on Chitosan for microelectronics. *J Appl Polym Sci.* 2023, accepted

## Optical Sensor for the detection of heart failure biomarkers

Constance THOMAS, Olivier SOPPERA

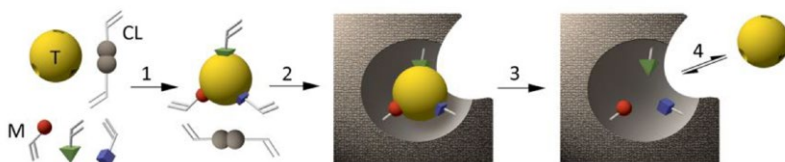
Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

### Brief presentation

After obtaining a Master's Degree in Material's Chemistry, I joined Olivier SOPPERA's team in order to work in the micro-functionalization field. I enjoy planning events and socializing, that is why I was part of the organizing committee of the Young Scientist Day 2022. I am also glad to be the PhD student representative of the Doctoral School 182 and the treasurer of the Young Network of Chemical Science Society (Alsace Section). As you can guess, I like to be invested in the social life! On a more personal note, I enjoy hiking, floral drawing and adventure novel reading.

### Abstract

Heart failure (HF) is a major public health problem affecting 23 million people worldwide. Most of patients must be frequently monitored because acute decompensated HF is the main causes of rehospitalization (4 to 5 month for stabilization). In order to improve the patients' life conditions and the will to cover this need, this project final target is a medical portable monitoring device able to ensure a continuous monitoring of the main heart failure biomarkers by using non-invasive biocompatible sensors. The device would allow the continuous monitoring of unstable patients without request to have frequent blood samples sent to analysis robots. It will combine the practical use of a telemedicine monitoring tool capable to copilot the patient health dynamically with the accurate measurement of main heart failure biomarkers from the sensors sampling in subcutaneous fluids or micro vascularized blood samples. In order to do so, we are first using photopolymerization at the end of an optical fiber to create a microtip. We then functionalized it by using Nitroxide Mediated Photopolymerization (NMP2) to graft a thin layer of Molecularly Imprinted Polymer (MIP). Thus allowing to attribute a specific recognition character for HF biomarkers to the probe.



M=Monomer, CL=Crosslinker, T=Template

General Principle of Molecularly Imprinted Polymer from [1]

[1] K. Haupt et al, « Molecularly Imprinted Polymers : Antibody Mimics for Bioimaging and Therapy », *Chem.Rev.*, vol. 120, no 17, p. 9554-9582 [Sept 2020]

## Laser-assisted fabrication of silicone-based patches for transdermal drug release

Quoc Hung TRAN, Dr. Valeriy LUCHNIKOV

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)*

### Brief presentation

I am TRAN Quoc Hung, a pharmacist specializing in pharmaceutical science in Vietnam since 2016. In 2019, I obtained my master's degree in Quality of Pharmaceutical products from Université de Paris, where my fascination with the process of pharmaceutical drug production and their interaction with the human body deepened. This curiosity and passion led me to pursue a Ph.D. to gain comprehensive knowledge of the research and development process, from ideation to formulation. Joining the LABRICON project is a valuable opportunity for me to collaborate with esteemed professors and experts in Material Science and Pharmaceutical Science from IS2M, UHA, and Université de Strasbourg. Together, we aim to develop a novel technique using lasers for fabricating silicone-based transdermal drugs. I also have a special interest in coffee and am skilled in both pure caffeine extraction and traditional Vietnamese coffee-making methods

### Abstract

Poly(dimethylsiloxane) (PDMS) has been widely developed as a diffusion membrane. Modifying PDMS surfaces by physical or chemical modification (e.g., oxygen plasma, UV-ozone treatment, etc.) enhances its applications in various fields, such as packaging materials, medical equipment, pharmaceuticals, and microfluidics. However, the existing PDMS-based membranes face numerous problems, like brittleness, instability of surface properties (notably, contact angle instability), or small thickness insufficient for performing the barrier function. To resolve these issues, we have developed a fast and simple approach for direct fabrication of a diffusion barrier on the PDMS surface using a mid-infrared ( $\lambda=10.6\mu\text{m}$ ) CO<sub>2</sub> laser. The irradiation effects were investigated by modulating working distance, laser power, scanning velocity, and number of scanning passes. In the optimal treatment conditions, a highly crosslinked, yet elastic 70 $\mu\text{m}$  thick barrier layer was obtained.

The contact angle decreased from 124° for pristine PDMS to 98°, and remained stable for at least 3 days. The ATR, EDX, and XPS analyses confirmed the formation of the SiO<sub>x</sub> structure on the modified surface based on the decrease of the methyl group signal, the increase in the oxygen/silicon ratio from XPS and EDS, together with the shift of Si(2p) binding energy. The diffusion barrier properties of the films imitating the transdermal drug release patches were investigated with the use of Rhodamine B and Donepezil (an anti-dementia drug). The release kinetics obtained with the Franz cell exhibited a correlation between the number of scans and the diffusion rate through the modified membrane.



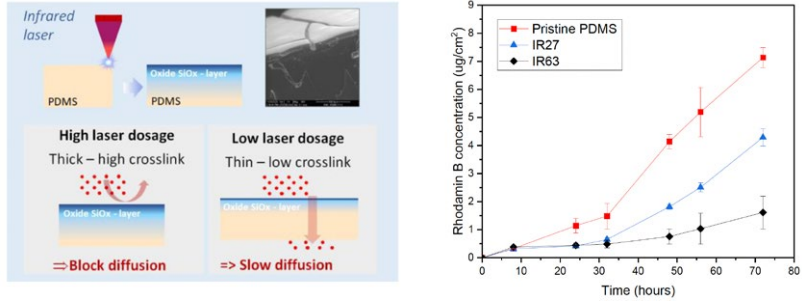


Fig 1. Cumulative amount of diffused Rhodamine B vs. time through the barrier layers of IR27, IR63 and pristine PDMS.

[1] L. Qi et al., Writing Wrinkles on Poly(dimethylsiloxane) (PDMS) by Surface Oxidation with a CO<sub>2</sub> Laser Engraver *ACS Appl. Mater. Interfaces* 10 (2018) 4295-4304.

[2] C. Tomba, T. Petithory, R. Pedron, A. Airoudj, I. Di Meglio, A. Roux, V. Luchnikov, Laser-Assisted Strain Engineering of Thin Elastomer Films to Form Variable Wavy Substrates for Cell Culture, *Small*, 15 (2019) 1900162 (11pp).

[3] A.L.M. Ruela et al. Evaluation of skin absorption of drugs from topical and transdermal formulations, *Braz. J. Pharm. Sci.* 52 (2016) 527-544.

## C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub> alkane/alkene separation using microporous materials

Gabriel TRIERWEILER GONÇALVES, Jean-Louis PAILLAUD, Gérald CHAPLAIS

*Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M), Axe Matériaux à Porosité Contrôlée*

### Brief presentation

Hello there, I am Gabriel Trierweiler Gonçalves, a 27 years old Brazilian currently on my third year of PhD Physics and Chemistry-Physics. Concerning my background, I finished my bachelor's degree in Chemical Engineering in 2017 (UNIVALI – Brazil) and later I obtained my master's degree in Chemistry – synthesis, Catalysis and Sustainable Chemistry (LYON1 –France) in 2019.

### Abstract

The petrochemical industry's by-products of oil and gas refining are present in human life and daily activities, so much so that the current human way of life would not be sustainable without them. Textile production, fertilizers, medicines, energy supply, transportation, production of refined chemicals and plastic production are some examples of the use of its derivatives. Among these products, the light olefins, namely ethylene and propylene, are extremely important as they are used as building blocks to produce several other chemicals.

Moreover, in the manufacture of polymers, the olefins main application, a high purity as high as 99.9 %, known as polymer-grade, must be reached prior to their use in polymerization reactions. However, these light olefins are often accompanied by paraffins, such as ethane and propane, in which, for the same carbon chain length, both olefin and paraffin share similar molecular properties (e.g., the boiling point of propane and propylene are -42.2 °C and -47.7 °C, respectively).<sup>[1]</sup>

The current separation of olefins and paraffins is based on cryogenic distillation. This technique applies the same principle as traditional distillation, which consists in separating two different compounds according to their different boiling points. However, in the case of cryogenic distillation, the compounds to be separated have very low boiling points, which require the process to be operated at very low temperatures. In addition, the system typically operates at pressures up to 20 bar. The low temperatures combined with the high pressures required by the distillation system result in high energy consumption. Lastly, the high number of trays required for efficient separation, which is usually around 100 trays, makes the setup costly to operate.<sup>[2-3]</sup> As living standards rise, consumption and demand continue to increase, and the market value is expected to reach nearly \$476 billion by 2023. Moreover, up to \$ 5 billion per year is spent to separate ethylene and propylene from their paraffinic analogues, representing up to 1 % of its market value, a massive expenditure that has yet to be optimized.<sup>[1, 4]</sup>

In order to decrease the costs, alternative separation methods have been proposed to replace - or at least partially substitute - cryogenic distillation, since it is clear that there is room for improvement in terms of reducing the energy consumption during the olefins/paraffins separation process.<sup>[4]</sup> The gas adsorption separation process may be an alternative. The overall efficiency of the process is highly dependent on the choice of material to be used. There are several types of materials capable of playing this important role, and among them, two families of porous materials, namely zeolites and MOFs.<sup>[5-6]</sup>

Therefore, the objective of my thesis is to synthesize preselected zeolites and MOFs, on the basis of collaborative work in molecular simulation, with high potential for ethane/ethane and propane/propene separation and to characterize their structural, morphological, textural and thermal properties. To this end, the synthesized materials are characterized by means of powder x-ray diffraction, thermogravimetric analysis, scanning electron microscopy and  $N_2$  adsorption/desorption at  $-196.15$  °C. In addition, the zeolites and MOFs candidates with most promising performances are shaped into pellets and the impact of shaping is evaluated.

[1] Kim, S.-J.; Kwon, Y.; Kim, D.; Park, H.; Cho, Y. H.; Nam, S.-E.; Park, Y.-I., *A Review on Polymer Precursors of Carbon Molecular Sieve Membranes for Olefin/Paraffin Separation. Membranes* 2021, 11 (7), 482 - 515.

[2] Ali, A.; Maqsood, K.; Syaheera, N.; Shariff, A. B. M.; Ganguly, S., *Energy Minimization in Cryogenic Packed Beds during Purification of Natural Gas with High CO<sub>2</sub> Content. Chemical Engineering & Technology* 2014, 37 (10), 1675-1685.

[3] Sholl, D. S.; Lively, R. P., *Seven chemical separations to change the world. Nature* 2016, 532 (7600), 435-437.

[4] Wang, Y.; Peh, S. B.; Zhao, D., *Alternatives to Cryogenic Distillation: Advanced Porous Materials in Adsorptive Light Olefin/Paraffin Separations. Small* 2019, 15 (25), 1900058.

[5] Xing, H.; Zhao, X.; Li, R.; Yang, Q.; Su, B.; Bao, Z.; Yang, Y.; Ren, Q., *Improved Efficiency of Ethylene/Ethane Separation Using a Symmetrical Dual Nitrile-Functionalized Ionic Liquid. ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 2013, 1 (11), 1357-1363.

[6] Galán Sánchez, L. M.; Meindersma, G. W.; Haan, A. B., *Potential of Silver-Based Room-Temperature Ionic Liquids for Ethylene/Ethane Separation. Industrial & Engineering Chemistry Research* 2009, 48 (23), 10650-10656.

## Développement de revêtements photocatalytiques à base de $\text{TiO}_2$ pour la dépollution de l'air

Marina WIDOLFF, Bénédicte LEBEAU, Julien PARMENTIER

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

### Brève présentation

Suite à un baccalauréat scientifique, j'ai effectué une licence de Chimie à l'UHA avant de m'orienter plus spécifiquement vers le domaine des matériaux avec un master en Sciences et Génie des Matériaux (parcours Formulation de Matériaux et Fonctionnalisation de Surfaces) co-habilité UHA-Unistra. Pour valider mon master, j'ai réalisé, au cours de ma deuxième année, un stage au sein de l'entreprise Technopure SAS à Sausheim. Mon travail étant très intéressant, d'actualité et prometteur, cela m'a conduit à poursuivre cette étude dans le cadre d'une thèse (financement Cifre) avec la mise en place d'une collaboration entre l'entreprise et l'Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M).

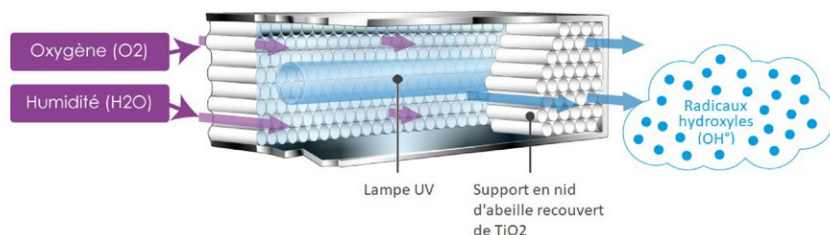
### Résumé

L'air intérieur comme l'air extérieur sont contaminés par de nombreux polluants tels que des poussières, des bactéries, des virus et des composés organiques volatils (COV). Ce dernier type de polluants peut provenir des matériaux, des êtres vivants ou de l'activité humaine. L'objectif de l'entreprise est de décontaminer l'air qui nous entoure, notamment l'air intérieur, grâce à un système de purification active qui peut fonctionner en continu et qui piège et/ou détruit ces COV en veillant à ne pas produire de sous-produits également toxiques.

Pour cela, l'entreprise utilise un système de purification basé sur la photocatalyse. Ce système est décrit sur la figure ci-dessous. Ce procédé va combiner l'action de la lumière (rayonnement UV issu d'une lampe) sur l'oxygène et l'humidité de l'air et un matériau aux propriétés catalytiques (ici le  $\text{TiO}_2$ ) pour y parvenir. Des radicaux hydroxyles ( $\text{OH}^\bullet$ ) extrêmement réactifs seront générés et vont réagir avec les COV présents dans l'air.

Ce système de désinfection est efficace et déjà employé à l'heure actuelle, mais nous souhaiterions l'améliorer en particulier pour qu'il soit aussi efficace avec de la lumière visible. Les objectifs de ma thèse sont donc de développer de nouveaux matériaux plus performants en mettant en place une méthodologie basée sur la synthèse de matériaux, leur caractérisation physico-chimique et l'étude de leurs propriétés de dégradation photocatalytique des COV et autres pathogènes.

Système de purification active de l'air :



# Development of new organic photoinitiators for photopolymerisation / 3D printing irradiation under visible light

Jiansong YIN, Dr. Jean-Michel BECHT and Pr. Jacques LALEVÉE

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

## Brief presentation

My name is Jiansong Yin and I am currently conducting my PhD research at IS2M. This is the first year of my PhD. I am currently working on the development of photoinitiators for 3D printing under the supervision of Dr. Jean-Michael Becht and Prof. Jacques Lalevée. In 2018, I graduated with a bachelor's degree from Chizhou University, China. In 2022, I received my master's degree from Anhui Normal University, China.

## Abstract

Light curing is used in a wide range of applications such as coatings, adhesives, packaging, 3D printing, food packaging and biomedicine<sup>[1-3]</sup>. Photoinitiators are one of the most important components of light-curing systems<sup>[4]</sup>. Among them, acyl phosphine oxides show good reactivity under near-UV and visible light irradiation<sup>[5,6]</sup>. In this process, the ability of the acyl phosphine oxide to be initiated by near-UV and visible light is crucial to achieve a good conversion of the monomer<sup>[7]</sup>. In addition to this, migration of the photoinitiator is another issue that should be taken into account. Migration can result in the transfer of unreacted photoinitiator to the surface of the polymer. This migration may lead to limitations in its application in the production of food packaging. However, some initiators have severe migration after photopolymerisation. In such cases, the application prospects of the photoinitiators are very limited even if their light-curing efficiency is high, and therefore the problem of reducing the migration of photoinitiators in light-cured materials becomes very important. Therefore, my project aims to reduce the migration of photoinitiators, improve the light absorption performance and light curing efficiency of photoinitiators by designing and synthesising a series of acyl phosphine oxides and comparing them with the conventional photoinitiator TPO, which will eventually be used in 3D printing.

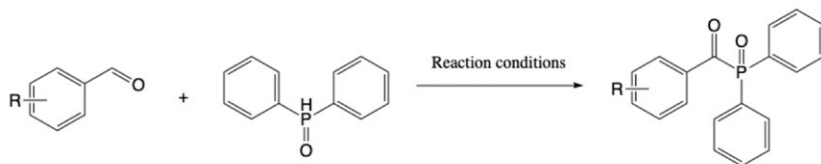
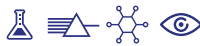


Figure 1. Methods for the synthesis of acylphosphine oxide

- [1] *J. Coat. Technol. Res.* 12 [2015] 247–258
- [2] *J. Dent.* 41 [2013] 918–926
- [3] *J. Appl. Sci. Eng.* 2 [2016] 1501381–1501387
- [4] *Macromolecules* 43 [2010] 6245–6260
- [5] *Macromolecules* 52 [2019] 7886–7893
- [6] *Progress in Organic Coatings* 142 [2020] 105603
- [7] *Macromolecules* 46 [2013] 3332–3341



# Abstracts Sciences Exactes :

**ED 222** Sciences chimiques

## Recherche d'une optimisation de l'oxydation des suies dans l'utilisation massive de biocarburants: Nouvelles formulations catalytiques et impact de la composition gazeuse.

Ayoub AKEF, Pr.Valérie TSCHAMBER, Pr.Fatima AMMARI, Dr.Nabila ZOUAOU, Dr. Julie SCHOBING.

Laboratoire Gestion Des Risques et Environnement (LGRE)

### Brève présentation

Je m'appelle Ayoub Akef, âgé de 27 ans, de nationalité Algérienne, ingénieur en génie des procédés en 2018-2019. Je réalise, depuis septembre 2020, une thèse en co-tutelle entre l'Université de Haute Alsace UHA et Université Ferhat Abbas Sétif-1 (UFAS), Algérie.

### Résumé

Le Biodiesel est un alternatif au diesel, intéressant par son aspect renouvelable. Cependant sa combustion génère des composés (composés organiques oxygénés et métaux alcalins) qui peuvent nuire au bon fonctionnement des catalyseurs présents dans la ligne d'échappement. La fonction de ces catalyseurs étant de dégrader les polluants gazeux et retenir les particules de suies pour limiter l'impact environnemental des moteurs thermiques. Les catalyseurs aujourd'hui utilisés dans les lignes d'échappement des véhicules Diesel sont à base de platine et de palladium supportés sur de l'alumine dopée avec du cérium et du zirconium. La présence d'oxyde de zirconium ( $ZrO_2$ ) et d'oxyde de cérium ( $CeO_2$ ) apporte respectivement une stabilité thermomécanique et une capacité de stockage de l'oxygène au catalyseur<sup>[1]</sup>.

L'objectif de ma thèse est de synthétiser et d'étudier la réactivité de catalyseurs à base d'or (2%Au) supportés sur un oxyde mixte de cérium et de zirconium ( $Au/CeZrO_2$ ) vis-à-vis de l'oxydation des suies et du monoxyde de carbone (CO) dans un environnement représentatif de celui généré par la combustion de biodiesels. En effet, il a été montré que les catalyseurs à base d'or sont performants pour l'oxydation du CO et des COV à basse température (<200°C) et ceci a été attribué à la formation supplémentaire d'espèces d'oxygène actives en présence d'or.

Au cours de cette thèse des catalyseurs ( $Au/CeZrO_2$ ) ont été préparés selon deux méthodes. Leur efficacité vis-à-vis de la réaction d'oxydation du CO et de celle des suies a été étudiée sous différentes atmosphères gazeuses et différentes températures. Il a, dans un premier temps, été montré que le support ( $CeZrO_2$ ) est stable même après plusieurs traitements thermiques et chimiques. L'exposition du support, à basse température (100°C), à un flux gazeux contenant des composés organiques oxygénés, conduit à une adsorption de ces derniers. Cette adsorption ne nuit cependant pas à la réactivité du support du fait qu'elle est réversible.

Les composés organiques oxygénés sont en effet oxydés par l'oxygène de l'air aux alentours de 200°C, température inférieure à la température d'ignition du support vis-à-vis des réactions d'oxydation (~250°C pour les suies et 300°C pour le CO).

Une comparaison de l'activité des deux catalyseurs  $Au/CeZrO_2$  révèle que le catalyseur synthétisé par réduction chimique, dont les particules d'or sont < 5 nm, est le plus actif vis-à-vis de la réaction d'oxydation du CO. La conversion du CO sur ce catalyseur débute dès la température

ambiante et est totale dès 150°C. Une exposition du catalyseur à basse température (100°C), à un flux gazeux contenant des composés organiques oxygénés inhibe partiellement l'activité du catalyseur. Une étude de compréhension des interactions entre les particules d'or et les composés organiques oxygénés est en cours. D'autre part, la présence de nanoparticules d'or sur le support n'apporte que peu d'intérêt à l'oxydation des suies.

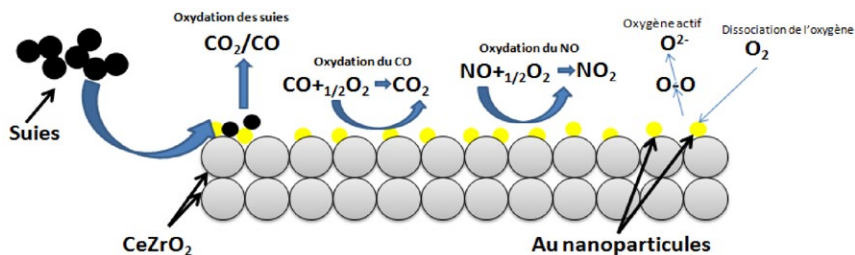


Fig 1. Mécanisme d'oxydation des suies et des gaz sur le catalyseur à base d'or supporté sur l'oxyde mixte du cérium et du zirconium.

[1] M.Daturi, C.Binet, J.Lavalley, and R.Sporcken, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, pp.5717–5724, 1999.



## Evolution of polluting emissions from the flue to the chimney outlet of domestic wood-burning appliances

Clara AKL, Pr. TROUVÉ

*Laboratoire Gestion Des Risques et Environnement (LGRE)*

### Brief presentation

I am Clara AKL, I am from Lebanon, and this is my first year of my thesis in "Energy and Process Engineering". I completed my master's degree in Environmental Sciences in Lebanon, and I was motivated to pursue research, which was the main reason for continuing my studies by doing a ph. D thesis. Throughout my doctoral journey, alongside research, I actively participate in various training programs and events to complement my research, acquiring valuable skills and knowledge that would significantly enhanced the quality and scope of my work.

### Abstract

The energy transition for green growth, initiated by the law of August 17, 2015, sets ambitious objectives for the reduction of energy consumption in France by 50% by 2050 compared to 2012, and the increase in the share of renewable energies to 32% of the gross final energy consumption by 2030. In this context, solid biomass has become a preferred choice for heat production, with the end of the commercialization of oil boilers and the prohibition of connecting future housing to natural gas. In France, the use of domestic wood heating appliances has experienced a significant increase in recent years, with a wood consumption of approximately 7000 ktcoe per year<sup>[1]</sup>, due to their energy efficiency and low cost. However, this growing popularity raises concerns about the associated pollutant emissions (aerosol emissions, (fine and ultrafine particles such as TSP, PM2.5, etc.) from these appliances. One of the main current issues is that measuring emissions from appliances at high temperatures (250-350 °C) poses a representativeness problem due to differences in temperature and pressure conditions, which leads to the condensation of volatile organic compounds (VOCs) from the gas phase into the liquid and solid phases of aerosols, altering their composition<sup>[2]</sup>. Consequently, the concentrations of certain families of persistent organic pollutants are higher at the chimney outlet.

In this context, this thesis aims to study the evolution of pollutant emissions from the flue to the chimney outlet of domestic wood heating appliances using more representative measurement methods. Total suspended particle (TSP) emissions will be measured in accordance with the new TSP measurement standard in France (EN16510-1), and condensable compound emissions will be quantified using the SPC-IPA method developed by INERIS. The tests will be conducted at the GRE Laboratory, on one of its platforms dedicated to biomass combustion. The measurements will be taken at very close distances to the chimney outlet, thanks to the presence of a rooftop terrace above the laboratory's pilot hall.

The results of this research will provide more accurate and representative emission values of what is released into the ambient air, thereby enabling a better assessment of the environmental impact of domestic wood heating appliances. These results will contribute to the development of more effective measures and regulations to reduce pollutant emissions, thereby improving indoor air quality and public health.

In conclusion, this thesis aims to study the evolution of pollutant emissions from the flue to the chimney outlet of domestic wood heating appliances using the EN16510-1 standard for TSP measurement and the SPC-IPA method developed by INERIS for condensable compounds. The obtained results will contribute to a better understanding of these phenomena and the evaluation of the impact of temperature and pressure conditions on pollutant emissions. They will also facilitate a better comprehension of pollutant emissions and support the development of measures aimed at reducing the environmental impact of these appliances.

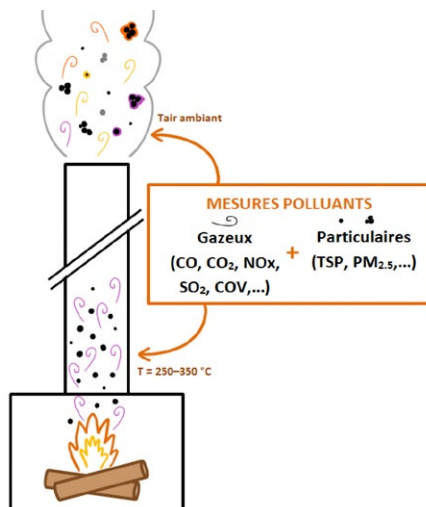


Figure 1 : Schéma descriptif des zones de mesures

[1] G. Arion, D. Cavaud, F. Guggemos, et Y. Coltier, *Chiffres clés des énergies renouvelables, service de la donnée et des études statistiques (SDES)* (2018).

[2] A. P. Grieshop, J. M. Logue, N. M. Donahue, et A. L. Robinson, *Atmos. Chem. Phys.* 9, 1263 (2009).

# Synthèse de systèmes polymères hybrides et étude de leurs propriétés non-linéaires pour la limitation optique dans l'infrarouge

Jade CAILLIEAUDEAUX, Christelle DELAITE

Laboratoire de Photochimie et d'Ingénierie Macromoléculaires (LPIM)

## Brève présentation

Bonjour, je m'appelle Jade, je suis actuellement en dernière année de doctorat entre chimie et optique, Initialement j'ai suivi une formation d'ingénieur chimiste, Cette thèse m'a été proposé lorsque j'ai fini mon stage de fin d'études en 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur. Ce qui rend ce sujet intéressant est sa multidisciplinarité entre chimie et physique-optique, permettant de découvrir un nouveau domaine dans lequel je n'avais jamais approfondi mes connaissances.

## Résumé

Afin de protéger les yeux ou les détecteurs de l'éblouissement et de l'endommagement, des moyens de protection sont développés pour diminuer l'intensité laser lorsqu'elle dépasse des valeurs critiques. Dans le milieu industriel et au laboratoire, des lunettes de protection et des filtres appropriés sont mis en place afin de protéger du rayonnement laser à des longueurs d'onde spécifiques. Ces moyens de protection sont basés sur des techniques linéaires de filtration de la lumière, conduisant à des matériaux utilisés colorés résultant en une forte dégradation de la transmission large-bande de la lumière. L'observateur perçoit les couleurs différemment et possiblement l'impossibilité de percevoir certaines couleurs.

L'introduction d'un système aux propriétés optiques non-linéaires à base de polymère réagissant à l'intensité du rayonnement au sein de la chaîne optique va permettre de diminuer de façon réversible la transmission du rayonnement. Ces effets non-linéaires sont liés à la limitation optique, correspondant à une technique de contre-mesure optronique. Pour se faire, des filtres de protection passif vont être réalisés par opposition aux systèmes actifs nécessitant un logiciel externe pour contrôler le signal, là où les filtres dit passif sont activés directement par la radiation incidente. Ces filtres passifs de limitation optique sont neutres en couleur, possèdent un temps de réponse et un seuil d'activation faible.

L'objectif de ce travail est de réaliser un filtre passif aux propriétés optique non-linéaires afin de protéger les systèmes d'observations contre des signaux laser incidents opérant dans le proche-infrarouge à une longueur d'onde 1064nm.

Les filtres réalisés au cours de ce projet de thèse sont développés par un processus de polymérisation (par voie thermique et voie lumineuse). Des polymères thermoplastiques et thermodurcissables sont élaborés sous forme solide. Les monomères employés pour les synthèses présentent des fonctions méthacrylates.

# Influence des caractéristiques des structures textiles sur leur efficacité de filtration et perméabilité à l'air

Orlane DOUGUET, V. TSCHAMBER, K. GAUTIER, F. LECLINCHÉ

Laboratoire Gestion Des Risques et Environnement (LGRE)

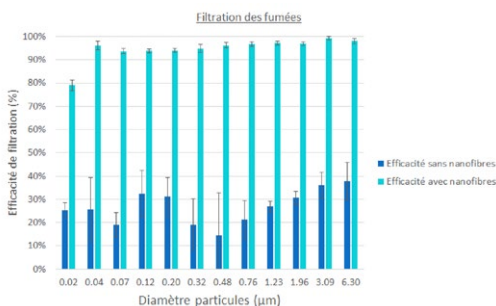
## Résumé

La pollution de l'air représente un enjeu sanitaire<sup>1-3</sup> et environnemental<sup>4</sup> mondial à l'heure actuelle. Parmi les polluants présents dans l'air, les particules fines (c.à.d. les particules dont le diamètre est inférieur à 2.5  $\mu\text{m}$ ) sont devenues une source de préoccupation majeure en termes de santé publique. En effet elles peuvent pénétrer dans le système cardiorespiratoire et causer de nombreuses maladies. En France on dénombre plus de 40 000 morts par an liés aux particules fines<sup>5</sup>. Il apparaît donc primordial de limiter leurs émissions dans l'atmosphère.

Plus de 75% de ces particules sont émises par le chauffage domestique à systèmes de combustion de biomasse végétale<sup>6</sup> (poêle à bois, poêle à granulés, insert à buches...). A l'échelle du particulier, il n'existe aucune réglementation pour limiter les émissions de particules fines dans les fumées.

Mon travail s'intéresse au potentiel d'utilisation des matériaux fibreux architecturés (tissus) biosourcés comme média filtrants vis-à-vis des émissions particulières contenues dans les fumées de combustion de biomasse. Des filtres textiles dont les paramètres de tissage ont pu être contrôlés et variés à différentes échelles ont été produits en partenariat avec un industriel local et le LPMT (Laboratoire Physique et Mécanique Textiles). Ces filtres textiles ont été testés sur un banc de filtration à froid où les émissions particulières peuvent être contrôlées (débit d'air et teneur en particules par  $\text{cm}^3$ ) puis sur un banc de filtration à chaud, représentatif des émissions produites par un poêle à granulés domestique. Les résultats obtenus démontrent l'existence d'une relation forte entre perméabilité à l'air et efficacité de filtration des médias textiles. Il est donc possible de prédire l'efficacité de filtration d'un tissu à partir d'un simple test de perméabilité à l'air. De plus, la structure des tissus (porosité inter-fils et intra-fils) ainsi que les paramètres de tissage influencent fortement les effets des filtres textiles. Ainsi, à partir de ces paramètres, un modèle simple a été établi pour estimer les performances des filtres en termes de perméabilité à l'air et d'efficacité de filtration en fonction du diamètre des particules à stopper.

Enfin les premiers essais en conditions réelles ont démontré que l'utilisation des filtres tissés s'avère totalement pertinente puisqu'il a été possible d'obtenir un abattement du nombre de particules dans les fumées de plus de 20% (en nombre) et jusqu'à 90% lors de l'utilisation d'un filtre optimisé (rajout de nanofibres en surface).



[1] F. H. Dominski, J. H. Lorenzetti Branco, G. Buonanno, L. Stabile, M. Gameiro da Silva, et A. Andrade, *Environ. Res* [2] K. Khamraev, D. Cheriyan, et J. Choi, *Sci. Total Environ* [3] C. Zhu, K. Maharajan, K. Liu, et Y. Zhang, *Environ. Res* [4] D. Yang, H. Zhang, et J. Li, *Atmospheric Res* [5] « Impact de la pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine. Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019 », 2021.

# Développement de démonstrateurs pour le transport d'hydrogène comprimé

**Beniamino FANTI, Christelle DELAITE**

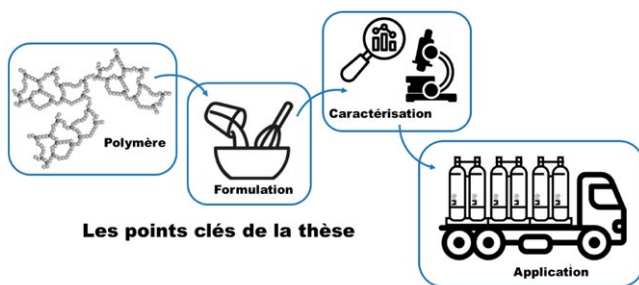
Laboratoire de Photochimie et d'Ingenierie Macromoleculaires (LPIM)

## Brève présentation

Originaire de l'Italie, je suis arrivé à Strasbourg pour passer le baccalauréat. J'ai intégré par la suite la faculté de Chimie au cours de laquelle j'ai effectué plusieurs stages, notamment un dans le laboratoire R&D d'une entreprise de revêtements de sol italienne. Ceci a été pour moi le moteur qui m'a conduit à réaliser le Master de Chimie Moléculaire et Macromoléculaire à Mulhouse, au cours duquel j'ai réalisé des stages au sein du Laboratoire de Photochimie et d'Ingénierie Macromoléculaires, laboratoire dans lequel j'effectue actuellement une thèse CIFRE avec une application industrielle. Le partenaire industriel est l'entreprise MAGYAR dont le siège social se situe à Dijon [21].

## Résumé

Ce projet MAGHyDRO s'inscrit dans le cadre de la neutralité carbone 2050, et vise au développement de bouteilles composites pour le transport d'hydrogène comprimé dans un conteneur. L'objectif du projet au sein du laboratoire est la formulation d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique pour la réalisation du composite qui formera la structure de la bouteille et du liner qui assurera l'imperméabilité au gaz. Plusieurs aspects sont à prendre en compte lors de la formulation de la résine, les propriétés mécaniques à différentes températures, les propriétés physico-chimiques aux températures extrêmes d'utilisation (-40°C et 65°C) et les propriétés barrière aux gaz. Ceci en tenant compte des conditions de mise en œuvre. Les objectifs de la thèse peuvent être décomposés en deux parties correspondant à l'avancement du projet. Premièrement, l'identification d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique sera nécessaire, ainsi que sa formulation pour lui conférer les propriétés attendues. Ce travail sera effectué dans les laboratoires du LPIM et du LPMT. Deuxièmement, l'étude de la conception du composite qui constituera la structure du réservoir sera menée. Ici également les propriétés mécaniques seront déterminées ainsi que l'endommagement et la durabilité des bouteilles.



[1] Gajda, D.; Lutyński, M. Hydrogen Permeability of Epoxy Composites as Liners in Lined Rock Caverns-Experimental Study. *Applied Sciences* 2021, 11, 3885.

[2] Yu Sun, Hong Lv, Wei Zhou, Cunman Zhang, Research on hydrogen permeability of polyamide 6 as the liner material for type-hydrogen storage tank, *International Journal of Hydrogen Energy*, 2020, 45, 24980.

[3] Gajda, D.; Lutyński, M. Permeability Modeling and Estimation of Hydrogen Loss through Polymer Sealing Liners in Underground Hydrogen Storage. *Energies* 2022, 15, 2663.

## 2D & 3D Laser-writing Of Directed Self-organized Sol-Gel Systems : Towards Robust Complex Hierarchical Metal-oxide Nanoarchitecture.

Youssef GHOSSOUB, Olivier SOPPERA

Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

### Brief presentation

My name is Youssef GHOSSOUB, I am from Lebanon. I graduated as a chemical and petrochemical engineer from the Lebanese University Faculty of Engineering in September 2022. I have completed my internship as part of my final year project at "Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)", and I got the opportunity to continue my journey at the same lab with a Ph.D. thesis under the supervision of Dr. Olivier SOPPERA. I'm a member of the "Interdisciplinary Thematic Institute for Hierarchical and Functional Materials" ITI HiFunMat, where I have the opportunity to discover other people's work and also share my expertise and the results I'm obtaining during my Ph.D. As for my hobbies, I am a basketball player, also, I like to go on hikes and play table tennis.

### Abstract

The development of nanostructures has improved significantly due to the development of laser-assisted processing technologies, which are among the most advanced methods for nanofabrication. The quality, versatility, resolution, throughput, affordability, and inorganic morphologies still need to be improved, though. In this regard, an innovative technique for shaping and curing hybrid materials into metal oxide nanostructures has been developed using deep-UV laser irradiation<sup>[1]</sup>. This study aims to expand these skills to manufacture complex and durable 2D and 3D metal oxide frameworks.

This project allows multi-scale structural control and hierarchical functionalization with considerable flexibility by utilizing the direct laser writing approach. Dense or mesoporous metal oxide structures, such as TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, and ZnO, can be made without the requirement for high-temperature post-processing by using solutions, sol-gel process and laser writing<sup>[2-4]</sup>. The application of this strategy will enhance the study of metal-oxide nanoarchitecture and create new opportunities for sensors, energy storage, electronics, and catalysis. The combination of additive manufacturing and laser technology opens the door for the quick, accurate, and specialized manufacture of items with complex geometry. By pushing the limits of nanofabrication, this project hopes to promote innovation across a range of sectors.

[1] Soppera O, Croutxé-Barghorn C, J. Lougnot D (2001) New insights into photoinduced processes in hybrid sol-gel glasses containing modified titanium alkoxides. *New J Chem* 25:1006–1014. <https://doi.org/10.1039/B102317A>

[2] Stehlin F, Wieder F, Spangenberg A, Meins J-ML, Soppera O (2013) Room-temperature preparation of metal-oxide nanostructures by DUV lithography from metal-oxo clusters. *J Mater Chem C* 2:277–285. <https://doi.org/10.1039/C3TC31326C>

[3] Lin H-C, Stehlin F, Soppera O, Zan H-W, Li C-H, Wieder F, Ponche A, Berling D, Yeh B-H, Wang K-H (2015) Deep ultraviolet laser direct write for patterning sol-gel InGaZnO semiconducting micro/nanowires and improving field-effect mobility. *Sci Rep* 5:10490. <https://doi.org/10.1038/srep10490>

[4] Yeh C-C, Liu H-C, Heni W, Berling D, Zan H-W, Soppera O (2017) Chemical and structural investigation of zinc-oxo cluster photoresists for DUV lithography. *J Mater Chem C* 5:2611–2619. <https://doi.org/10.1039/C6TC05201K>

# Développements de nouveaux systèmes amorceurs pour polymérisation frontale photoinduite et impression 3D

Emile GOLDBACH, Xavier ALLONAS

Laboratoire de Photochimie et d'Ingénierie Macromoléculaires (LPIM)

## Brève présentation

Je m'appelle Emile Goldbach, j'ai 24 ans et je suis actuellement en deuxième année de thèse à Mulhouse au sein du Laboratoire de Photochimie et d'Ingénierie Macromoléculaire. Après avoir effectué un baccalauréat spécialité scientifique à Mulhouse, j'ai désiré continuer dans le domaine de la chimie, car j'aime particulièrement le côté créatif et ludique qu'offre ce domaine. J'ai pu par la suite effectuer une école d'ingénieur chimie à Strasbourg dans laquelle je me suis spécialisé dans les polymères, qui est une chimie omniprésente dans notre société. Ayant un attrait pour la recherche, j'ai décidé de réaliser un doctorat portant sur la photochimie et l'impression 3D.

## Résumé

Mon projet porte sur l'impression 3D par DLP de matériaux polymères thermodurcissables et thermoplastiques. Durant les 20 dernières années, plusieurs travaux ont été réalisés afin d'améliorer la technique (nouveaux lasers, amélioration de la machine). Cependant, la chimie utilisée reste basique (peu de contrôle de la polymérisation), ce qui conduit à des microstructures inhomogènes et à de faibles propriétés mécaniques. Plusieurs nouvelles chimies ont été mis en œuvre afin d'améliorer la structure des matériaux imprimés (synthèse de prépolymères, IPNs, ATRP, ect...). Parmi ces chimies, la polymérisation RAFT semble être efficace. En effet, elle permet de contrôler la taille et la dispersité des chaînes polymères. Dans le cadre d'un thermodurcissable, elle permet d'homogénéiser le réseau<sup>[1]</sup> et donc d'améliorer certaines propriétés mécaniques tel que l'allongement à la rupture<sup>[2]</sup> et même la résolution<sup>[2]</sup>. J'ai pu effectuer des travaux ayant permis de mettre en évidence l'influence de la structure de l'agent RAFT sur l'homogénéisation du réseau<sup>[3]</sup>. De plus, j'ai pu mettre en évidence l'impact de l'agent RAFT sur l'augmentation de la ténacité<sup>[3]</sup>. Par la suite, j'ai pu étudier l'impact de l'ajout d'un agent RAFT dans une formulation conduisant à l'impression d'un matériau thermoplastique. En effet, bien que présentant des avantages par rapport aux thermodurcissables (recyclabilité), ces matériaux ne sont que très peu développés due à leurs difficultés d'imprimabilité<sup>[4]</sup> [5]. J'ai pu mettre en évidence dans mes travaux l'existence d'un matériau semi-solide durant la transition liquide solide. L'ajout d'agent RAFT, en homogénéisant les chaînes, permet d'éviter l'existence de cet état transitoire. Cela induit une meilleure répétabilité (de 9 à 4 µm) et une meilleure résolution (de 200 à 150 µm).

[1] Q. Yu, Y. Zhu, Y. Ding et S. Zhu, *Macromol. Chem. Phys.*, 2008, 209 [5], 551-556.

[2] B. J. Green et C. A. Guymon, *Addit. Manuf.*, 2019, 27, 20-31.

[3] E. Goldbach, X. Allonas, C. Croutxé-barghon, C. Ley, L. Halbardier, G. L'Hostis, *Eur. Polym. J.*, 2023, 188, 111947.

[4] S. Deng, J. Wu, M. D. Dickey, Q. Zhao and T. Xie, *Adv. Mat.*, 2019, 31 (39), 1903970.

[5] G. Zhu, Y. Hou, J. Xu and N. Zhao, *Adv. Funct. Mater.*, 2020, 31 (9), 2007173.

# Maladies du bois de la vigne : compréhension des mécanismes de tolérance chez la plante et étude d'effecteurs de *Botryosphaeriaceae*

Alexia GRAU, Julie CHONG

Laboratoire Vigne, Biotechnologies et Environnement (LVBE)

## Brève présentation

Originaire d'Avignon et titulaire d'un master en Gestion de la Qualité des Productions Végétales, je suis actuellement en deuxième année de thèse à l'université de Colmar. Ayant commencé mes études par une licence générale en Sciences de la Vie et de la Terre, j'ai rapidement été intriguée par les sciences du végétal et plus particulièrement par la phytopathologie. Je porte un grand intérêt à la compréhension des mécanismes fondamentaux qui régissent les interactions entre les plantes et les microorganismes. C'est pourquoi, à la suite de mon master, j'ai cherché à me spécialiser dans ce domaine d'étude.

## Résumé

La vigne est une culture de grande importance socio-économique en France. Malheureusement, elle est particulièrement sensible aux pathologies fongiques et les maladies du bois de la vigne sont un fléau préoccupant pour la filière. En effet, depuis l'interdiction de l'arsénite de sodium en 2001, aucun produit de lutte efficace n'est disponible sur le marché<sup>[1]</sup>. Cette affection est causée par un complexe de champignons parmi lesquels *Neofusicoccum parvum* s'avère être l'un des plus agressifs associés au Dépérissement à Botryosphaeriaceae<sup>[2]</sup>. Le projet se concentre plus précisément sur la compréhension des facteurs d'agressivité de ce champignon et le rôle de 6 petites protéines isolées chez *N. parvum* et possédant une affinité pour l'arsenic (Fig.1). Des protéines similaires à ces effecteurs ont été identifiées comme étant des facteurs intervenant dans la virulence d'autres champignons pathogènes. L'objectif est d'identifier le rôle de ces effecteurs dans les mécanismes d'agressivité de *N. parvum*. Pour cela, des essais de confrontation sont en cours pour observer les effets de ces protéines sur l'induction des gènes de défense de la plante et l'apparition de symptômes foliaires (Fig.2). Parallèlement, une étude de l'expression de ces protéines fongiques au cours de l'infection a été réalisée dans du bois coupé. La création de champignons n'exprimant plus les gènes qui codent ces protéines est envisagée afin d'identifier l'impact de l'absence de ces composés sur l'agressivité de *N. parvum*.

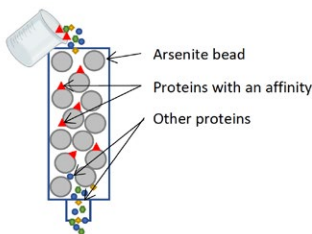


Fig.1: selection of proteins with an affinity for sodium arsenite by affinity

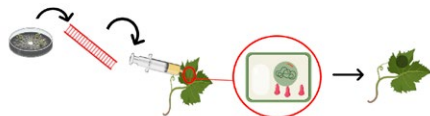


Fig.2: Agroinfiltration of leaves to investigate the role of these effectors on the appearance of the foliar symptoms.

[1] Guan X., et al. (2015), Mining new resources for grape resistance against Botryosphaeriaceae: a focus on *Vitis vinifera* subsp. *Sylvestris*, *Plant Pathol* 65, DOI: 10.1111/ppa.12405

[2] Labois C., et al. (2021), Comparative Study of Secreted Proteins, Enzymatic Activities of Wood Degradation and Stilbene Metabolization in Grapevine *Botryosphaeria* Dieback Fungi, *JoF* 7, 568. DOI: 10.3390/jof7070568.



# Nouveau type de photoamorceur appliqué à de la photopolymérisation frontale en profondeur – Développement et caractérisation de photoamorceurs pour polymérisation radicalaire

A. GUENAN, X. ALLONAS, C. CROUTXÉ-BARGHORN

Laboratoire de Photochimie et d'Ingénierie Macromoléculaire (LPIM)

## Brève présentation

Je suis originaire de Toulouse (France), j'ai obtenu un diplôme d'Ingénieur à l'ECPM (Strasbourg) ou je me suis spécialisé en chimie et ingénierie des polymères. J'ai par la suite travaillé 2 ans dans la recherche et l'implémentation de nouveaux matériaux dans le domaine de l'emballage alimentaire, avant de commencer une thèse au sein du LPIM (Mulhouse) en Décembre 2022. Mes travaux au sein du laboratoire portent sur la synthèse et la caractérisation de nouveaux photoamorceurs pour de la photopolymérisation radicalaire sous LED-UV.

## Résumé

La photopolymérisation est un processus de polymérisation dans lequel la réaction de polymérisation est initiée par une irradiation de photon (lumière). Elle a été largement étudiée ces dernières années, et est surtout appliquée pour la production de revêtement et de film de faible épaisseur. En effet, l'incapacité de la lumière à pénétrer profondément dans le matériau, demeure un frein pour la production de matériau d'une certaine épaisseur via ce processus. La voie étudiée pour remédier à ce problème, est l'utilisation de photoamorceurs photoblanchissants. C'est-à-dire, de photoamorceurs qui ne vont plus absorber la lumière après leur réaction, et ainsi permettre sa meilleure pénétration dans le matériau. Cependant, les photoamorceurs déjà étudiés présentent un photoblanchiment imparfait<sup>[1]</sup>. Dans cette étude, les esters thiohydroxamiques ont été étudiés comme nouvelle famille de photoamorceur, et présentent d'excellentes propriétés d'amorçage et de photoblanchiment avec des structures en 3D polymérisées sur 6cm de profondeur.

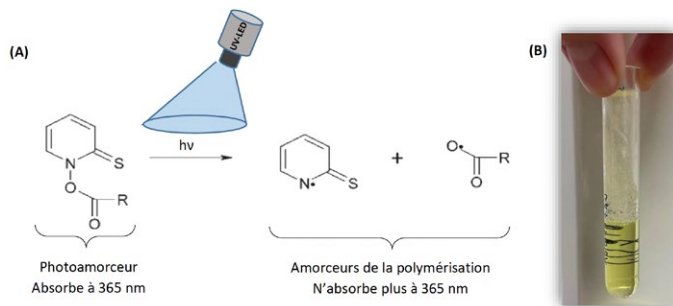


Figure 1. (A) Mécanisme de rupture de la liaison N-O et formation des amorceurs [2]. (B) Tube à essai après photopolymérisation

[1] Ebner, C.; Mitterer, J.; Eigruber, P.; Stieger, S.; Riess, G.; Kern, W. Ultra-High Through-Cure of (Meth)Acrylate Copolymers via Photofrontal Polymerization. *Polymers* 2020, 12 (6), 1291. <https://doi.org/10.3390/polym12061291>.

[2] Dietlin, C.; Allonas, X.; Morlet-Savary, F.; Fouassier, J. P.; Visconti, M.; Norcini, G.; Romagnano, S. Investigation of Barton Esters as Radical Photoinitiators. *J. Appl. Polym. Sci.* 2008, 109 (2), 825–833. <https://doi.org/10.1002/app.26618>.

# Combinaison de la photopolymérisation radicalaire et de l'approche photosol-gel pour l'impression 3D par DLP de matériaux aux propriétés mécaniques renforcées

*Développement de nouveaux matériaux pour l'impression 3D*

**Lucile HALBARDIER, C. CROUTXÉ-BARGHORN**

*Laboratoire de Photochimie et d'Ingénierie Macromoléculaire (LPIM)*

## Brève présentation

J'ai fait une licence de chimie puis j'ai poursuivi avec un Master en chimie des matériaux à l'Université Pierre et Marie Curie à Paris. J'ai ensuite travaillé en tant qu'Ingénieure d'étude au laboratoire de Photochimie et d'Ingénierie Macromoléculaire (LPIM) de Mulhouse pendant 3 ans et demi sur différents projets industriels avant de commencer une thèse sur le développement de nouveaux matériaux pour l'impression 3D dans le même laboratoire. Je suis doctorante en 2<sup>ème</sup> année au (LPIM).

## Résumé

L'objectif de ma thèse est de développer des matériaux pour l'impression 3D par Digital Light Processing (DLP). Ce type d'impression met en œuvre la photopolymérisation radicalaire ou cationique est donc limitée à l'utilisation majoritaire de monomères de types thiol, époxy ou encore acrylate qui sont mis en présence de molécules photoréactives. Sous l'action de la lumière, ces dernières appelées des photoamorceurs, se décomposent et permettent d'amorcer une réaction de polymérisation transformant une résine photosensible liquide en un matériau solide en quelques secondes. Néanmoins ce type de procédé conduit à la formation d'un matériau composé de nombreux nœuds de réticulation dont les propriétés de déformabilité et donc de mémoire de forme sont limitées. Le premier aspect de ma thèse à consister à travailler sur la diminution du degré de réticulation au sein d'un matériau polyacrylate pour en améliorer les propriétés mémoires de forme, intéressantes dans de nombreux domaines (médical, aéronautique, robotique). La stratégie a été de fabriquer des chaînes polymères à terminaison acrylate à partir d'une réaction d'addition entre des monomères difonctionnels acrylates et des amines primaires. Cette réaction a l'avantage de s'effectuer à température ambiante et directement in-situ au sein de la résine photosensible qui peut ensuite être irradiée pour fabriquer l'objet dans un second temps. Le matériau final présente une quantité de nœuds de réticulation diminuée qui permet effectivement d'améliorer les propriétés mémoires de forme. Présentant des propriétés mécaniques limitées, des recherches sont constamment mises en œuvre dans le but de renforcer les matériaux issus de monomères acrylate. Il est possible de fabriquer des matériaux composites en mélangeant la résine à des fibres ou des particules. Néanmoins cette stratégie est difficilement transposable à un procédé d'impression 3D par DLP car présentent de nombreux inconvénients (augmentation de la viscosité de la résine photosensible, diminution de la profondeur de pénétration de la lumière, sédimentation au cours de l'impression 3D). Une alternative consiste à combiner la photopolymérisation radicalaire des acrylates et la polymérisation cationique des époxy pour fabriquer des réseaux interpénétrés renforçant les propriétés mécaniques du matériau après formation du réseau époxy. L'utilisation d'époxy présentent, malgré tout, des inconvénients (propriétés mécaniques limitées directement après l'irradiation, augmentation de la viscosité de la résine). La seconde partie de ma thèse à consister à travailler sur la combinaison de la polymérisation radicalaire et la chimie du sol-gel amorcées en une seule étape pour fabriquer directement in-situ des liaisons Si-O-Si qui renforcent le matériau.

# Silver(I) binding to proteins: insights from experiments & computer simulations

Luca MANCIOCCHI, Dr. M. SPICHTY

Laboratoire d'Innovation Moléculaire et Applications (LIMA) - CTMB

## Brief presentation

I obtained my BSc in Chemistry in Italy, and then I decided to attend a joint double international MSc called In-Silico Drug Design at University of Paris Cité and University of Milan. The master introduced me to the world of computational chemistry and bioinformatics, which were totally unknown to me before. I liked the theoretical aspects of chemistry, and I saw in this PhD program the opportunity to further extend my knowledge in this field and learn new skills.

## Abstract

Our project investigates the interaction of silver(I) ions with peptides and proteins such as the intrinsically unstructured protein SiIE which plays an important role in antimicrobial resistance. While it has been observed experimentally that silver(I) binding to SiIE induces the formation of structured, alpha-helical motifs, the actual molecular mechanism remains unclear<sup>[1]</sup>. By combining NMR titrations and circular dichroism experiments and molecular modeling techniques we aim to elucidate the structural and thermodynamic factors that influence the binding process. This poster highlights the preliminary results of the molecular modeling approach. Based on the work of Merz and coworkers<sup>[2]</sup>, we introduce significant improvements to model silver(I)-peptide interactions. Using free-energy calculations, we calibrated silver(I) force-field parameters to reproduce the experimental binding affinity between amino-acid fragments and silver(I) ions<sup>[3]</sup>. We then successfully validated our modeling approach on a set of small peptides with experimentally known binding affinities<sup>[4]</sup>. This sets now the stage to study more complex silver(I) interactions such as the binding to SiIE model systems [1a] and, in fine, to the SiIE protein [1b].

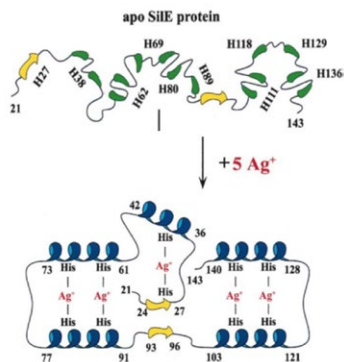


Figure 1: Scheme of folding of SiIE protein from random coil to alpha-helices in the presence of Ag(I) ion.

[1] (a) V. Chabert, M. Hologne, O. Sénéque, O. Walker, K. M. Fromm, *Chem. Comm.* 2018, 54, 10419-10422; (b) S. Silver *FEMS Microbiol. Rev.* 2003, 27, 341-353;

[2] P. Li, L. F. Song & , K. M. Merz Jr. , *J. Chem. Theory Comput.*, 2015, 11, 1645-1657.

[3] D. R. Burgess, *National Institute of Standards and Technology*, 2004.

[4] V. Chabert, M. Hologne, O. Sénéque, A. Crochet, O. Walker, K. M. Fromm, *Chem. Commun.* 2017, 53, 6105-6108.

## Valorisation thermique des bois Sortit du Statut de Déchet (SSD) : approche multi-échelle pour l'optimisation des usages en conditions réelles

Axel MEYER, MCF G. LEYSSENS, MCF C. SCHÖNNENBECK, MCF J. SCHOBING

Laboratoire de Gestion des Risques et Environnement (LGRE)

### Brève présentation

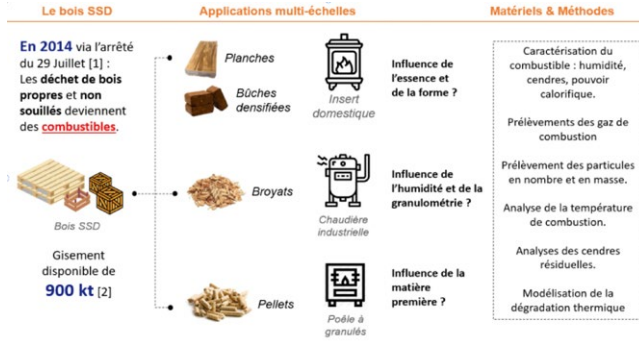
Je m'appelle Axel MEYER et j'étudie la combustion des déchets de bois, un domaine scientifique qui allie mon intérêt pour l'environnement et ma formation académique en gestion des déchets. Quand je ne suis pas terré dans le monde du recyclage, c'est dans les profondeurs de la terre avec mon club de spéléologie. C'est une combinaison parfaite entre ma passion pour les sciences et mon besoin de faire du sport. Lorsque j'ai besoin de me détendre, c'est aux côtés de mes crayons ou de ma guitare.

### Résumé

Dans le contexte actuel de tensions relatives au secteur de l'énergie, la France a mis en place un plan visant à promouvoir le développement de la biomasse bois comme source d'énergie. Dans un souci de préservation des ressources forestières, l'utilisation du bois Sorti du Statut de Déchet (SSD) est encouragée depuis 2014 par décret<sup>[1]</sup>. Ce gisement représente près de 900 000 tonnes de bois disponible<sup>[2]</sup> pour la production d'énergie, que de nombreux particuliers utilisent déjà dans leurs appareils de chauffage individuels<sup>[3]</sup>. Cependant, les installations de combustion ne sont pas initialement conçues pour ce combustible, qui se distingue à la fois par sa forme et sa composition (résineuse). Par conséquent, cette thèse vise à étudier la valorisation thermique par combustion du bois SSD à différentes échelles : l'insert domestique, la chaudière industrielle et le poêle à granulés. Les différentes formes de bois, telles que les planches, les bûches densifiées, les broyats et les granulés, sont analysées. À chaque essai de combustion, les émissions gazeuses ( $\text{CO}_2$ , CO,  $\text{O}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , NO,  $\text{NO}_2$  et hydrocarbures), ainsi que les particules, sont prélevées et analysées. L'objectif est d'étudier l'influence de la forme, de la matière première et de l'adéquation entre le combustible et l'appareil sur la qualité de la combustion et les polluants qui en résultent.

Les résultats indiquent que les planches de palettes peuvent être efficacement valorisées en tant que combustible pour les poêles à bois, en produisant des niveaux de pollution similaires à ceux des bûches traditionnelles. Il a été observé que la surface du bois exposée au feu joue un rôle déterminant dans la combustion. De plus, des conditions propices à la formation de particules ultrafines polluantes ont également été identifiées. Sous forme de bûches densifiées, la forme et la densité du combustible ont considérablement influencé la qualité de la combustion. À l'échelle de la chaudière, la combustion simultanée de broyats de palettes et de plaquettes forestières humides permet de réduire les émissions polluantes, en particulier les hydrocarbures. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires sur les cendres de combustion des granulés, qui ont tendance à fusionner dans le foyer.

Ces travaux contribuent à une meilleure compréhension des comportements de combustion du bois SSD dans le but d'optimiser les méthodes de valorisation thermique. Cela permet de réduire l'impact de la pollution atmosphérique liée au chauffage au bois tout en favorisant une économie circulaire à faible intensité carbone.



[1] Décret n° 2021-380 du 1er avril 2021 relatif à la sortie du statut de déchet. n.d.

[2] FCBA A. Évaluation du gisement de déchet bois et son positionnement dans la filière bois/bois énergie. FCBA & ADEME; 2015.

[3] Peruchon K. Valorisation des palettes bois en fin de vie - Institut Technologique FCBA. <https://www.fcba.fr/> n.d. <https://www.fcba.fr/travaux/etude-valorisation-des-palettes-bois-en-fin-de-vie/> [accessed November 19, 2021].

## Modelling of an ion-pair pre-associated NIR photoinitiating system

L. NIEDERST<sup>1</sup>, X. ALLONAS<sup>1</sup>, C. LEY<sup>1</sup>, J. ZHOU<sup>1</sup>, T. RÖLLE<sup>2</sup>,  
M. HOLZHEIMER<sup>2</sup>, L. PITZER<sup>2</sup>

1. Laboratory of Macromolecular Photochemistry and Engineering, University of Haute Alsace  
2. Covestro Deutschland AG, Specialty Films – Research and Development, 51365

### Brève présentation

Suite à un baccalauréat scientifique, je me suis orienté vers la chimie et ai ainsi rejoint le cycle préparatoire intégré de l'ECPM à Strasbourg. À l'issue de ces deux années j'ai poursuivi mon parcours à l'ECPM en études d'ingénierie chimique, en me spécialisant en chimie organique. Mes deux stages scientifiques dans le cadre de cette formation ont été réalisés au LPIM où je me suis familiarisé avec la photochimie. Les sujets passionnants sur lesquels j'ai été amené à travailler m'ont décidé à poursuivre par un doctorat dans ce domaine, et j'ai ainsi débuté ma thèse au LPIM en octobre 2022.

### Résumé

Mon doctorat s'axe sur l'étude de la photochimie et de la photophysique de systèmes photoamorceurs de polymérisation. Les réactions de polymérisation permettent de lier des unités moléculaires afin de former de longues chaînes. L'entrelacement de ces chaînes permet de créer des matériaux aux excellentes propriétés mécaniques. Les systèmes photoamorceurs permettent sous l'action de la lumière de former des espèces réactives capables d'initier des réactions de polymérisation.

Récemment, des efforts ont été déployés pour mettre en place des systèmes photoamorceurs opérant dans le domaine des radiations infrarouge, présentant une faible dangerosité pour l'humain. En collaboration avec l'entreprise Covestro, le LPIM a récemment rapporté un système opérant dans ces longueurs d'onde d'intérêt avec une haute efficacité<sup>1</sup>. Il s'est révélé que cette grande réactivité pouvait être attribuée à un mécanisme de pré-association. Le système photoamorceur est constitué de deux composants introduits indépendamment : un colorant cationique et un coamorceur anionique, chacun d'eux accompagné d'un contre-ion. En solution, un équilibre existe pour une paire d'ion dictant les proportions dans lesquelles celle-ci se trouve sous sa forme associée ou dissociée (les ions sont alors libres en solution). En introduisant les deux paires d'ions du système photoamorceur en solution, quatre équilibres d'association/dissociation apparaissent, et ouvrent la possibilité de l'association du colorant cationique avec son coamorceur anionique. Ces équilibres ont ainsi été mis en équations afin de créer un modèle rendant compte de l'évolution de ce phénomène de pré-association selon la concentration des constituants. Ce modèle a été corrélé à des données expérimentales et met en valeur l'intérêt du mécanisme.

[1] J. Zhou, L. Pitzer, C. Ley, T. Rölle, X. Allonas, "Highly sensitive photoinitiating system based on pre-associated ion-pairs for NIR free radical photopolymerization of optically clear materials", *Polym. Chem.*, 13 (2022) *Polymer Chemistry*, 2022, 13, 6475 – 6483

# Hybrid Photoredox Catalysts for Selective Radical Chemistry

Malik SEBBAT, Morgan CORMIER, Jean-Philippe GODDARD

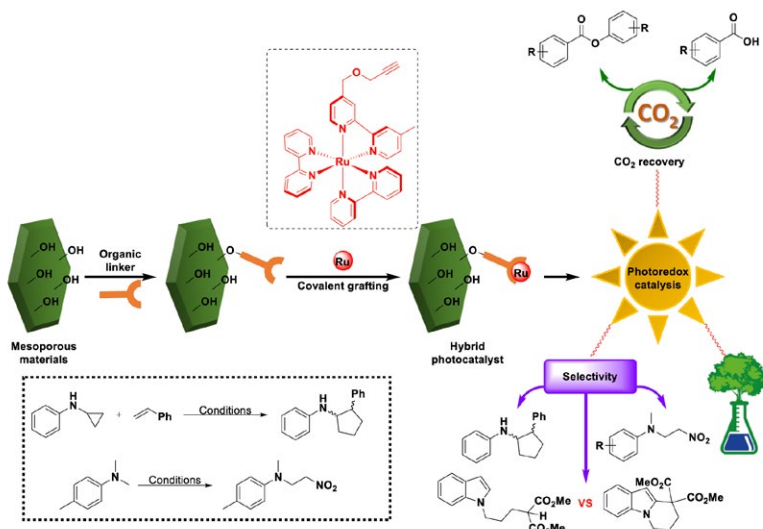
Laboratoire d'Innovation Moléculaire et Applications (LIMA)

## Brief presentation

I am Sebbat Malik, a student mainly interested in chemical interaction within matter. This led me to make and then obtained a master's in molecular and Macromolecular Chemistry mainly focused on organic chemistry at Faculté des Sciences et Techniques (FST-UHA). Currently, I am following my PhD quest centered on synthesis of new hybrid heterogeneous photocatalyst for resolving organic synthesis problems at LIMA (UMR-7042) with the Pr. Jean-Philippe Goddard and the Dr. Morgan Cormier.

## Abstract

Chemical industry take part in many resources' production (raw materials, medicine, coating) indeed, these methods exhibit several risks for environment that need a transition toward green chemistry<sup>1</sup>. Currently, progresses were achieved especially with the introduction of photo-organic chemistry mainly photoredox catalysis. This concept offers reduced environmental impact of chemical processes including energy consumption, the use of sustainable source<sup>2</sup> (sunlight), waste limiting production and selectivity improvement<sup>3</sup>. Heterogenization of the photocatalyst appears to be a valuable solution to reach sustainable processes. Indeed, we developed a new generation hybrid inorganic/organic photocatalysts in two steps and evaluate their performances in challenging organic transformations<sup>4</sup> and carbon dioxide recovery.



[1] T. Schaub, *Chem. Eur. J.* 27, [2021], 1865-1869

[2] J. -P. Goddard, C. Ollivier, L. Fensterbank, *Acc. Chem. Res.* 49, [2016], 1924-1936

[3] A. R. Obah Kosso, N. Sellet, A. Baralle, M. Cormier, J. -P. Goddard, *Chem. Sci.* 12, [2021], 6964-6968

[4] S. M. Soria-Castro, B. Lebeau, M. Cormier, S. Neunlist, J. Daou, J. -P. Goddard, *Eur. J. Org. Chem.* 10, [2020], 1572-1578

## Développement de systèmes photocatalytiques dans le proche infrarouge et applications en synthèse organique

Nicolas SELLET, Jean-Philippe GODDARD, Morgan CORMIER

*Laboratoire d'Innovation Moléculaire et Applications (LIMA)*

### Brève présentation

J'ai effectué mes études au sein de l'université de Haute Alsace, en commençant par une licence en chimie, puis un master en chimie moléculaire et macromoléculaire. Aujourd'hui, en troisième année de thèse au sein du laboratoire d'innovation moléculaire et applications de Mulhouse, j'entame la dernière ligne droite de mon doctorat : la rédaction du manuscrit de thèse.

Lors de mon parcours doctoral, j'ai eu la chance de suivre diverses formations, me permettant d'acquérir des compétences essentielles : rédaction d'articles scientifiques, formation de sauveteur secouriste du travail, manipulation d'extincteur, enseignement, ... Ces expériences me permettront ainsi de démarrer ma carrière post doctorale de manière plus sereine.

### Résumé

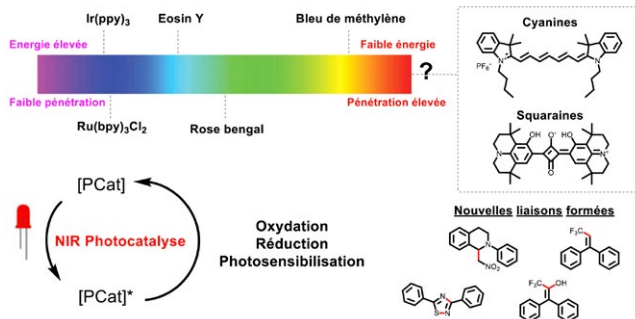
Dans les dernières décennies, l'utilisation de la lumière pour déclencher des réactions chimiques s'est avérée être un outil synthétique d'une importance notable. Ces travaux ont fait l'objet de nombreuses publications scientifiques<sup>1-3</sup>. La lumière est ainsi utilisée pour promouvoir une molécule dans un état plus haut en énergie (état excité) qui pourra par la suite effectuer une transformation chimique suivant deux processus : par transfert d'électron (oxydation/réduction) ou par transfert d'énergie.

Ce procédé, aussi nommé « photocatalyse », est décrit depuis de nombreuses années en utilisant le domaine du visible comme source d'irradiation. Malheureusement, cette irradiation lumineuse présente certains désavantages. Des réactions secondaires, non désirées, peuvent entraîner la diminution du rendement réactionnel<sup>4</sup>. La faible pénétration de la lumière visible est aussi atténuée par [1] le milieu réactionnel<sup>5</sup> (à l'échelle industrielle) ou encore par [2] les tissus biologiques<sup>6</sup> rendant son utilisation inapproprié dans le domaine de la santé. Pour contourner les limitations de l'utilisation de la photocatalyse dans le domaine du visible, une source d'irradiation moins énergétique et plus pénétrante doit être utilisée : la lumière du proche infrarouge<sup>7</sup>.

Dans le but d'utiliser ce domaine d'irradiation, un système capable d'absorber ce rayonnement faiblement énergétique doit être développé. A travers ces trois années de thèse, deux systèmes photocatalytiques ont été développés afin de réaliser des réactions de transfert d'électron ou d'énergie. Ces systèmes absorbant la lumière du proche infrarouge correspondent à deux familles de colorants organiques : les cyanines et les squaraines<sup>8</sup>.



## PHOTOCATALYSE DANS LE PROCHE INFRAROUGE



[1] H. Shaw, J. Twilton, D. W. C. MacMillan *J. Org. Chem.* 2016, 81, 6898.

[2] J.-P. Goddard, C. Ollivier, L. Fensterbank, *Acc. Chem. Res.* 2016, 49, 1924.

[3] S. Reischauer, B. Pieber, *iScience* 2021, 24, 102209.

[4] H. Bartling, A. Eisenhofer, B. König, R. M. Gschwind, *J. Am. Chem. Soc.* 2016, 138, 11860.

[5] E. B. Corcoran, J. P. McMullen, F. Lévesque, M. K. Wismer, J. R. Naber, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2020, 59, 11964.

[6] A. M. Smith, M. C. Mancini, S. Nie, *Nat. Nanotechnol.* 2009, 4, 710.

[7] N. Sellet, M. Cormier, J.-P. Goddard *Org. Chem. Front.* 2021, 8, 6783.

[8] a) A. R. Obah Kosso, N. Sellet, A. Baralle, M. Cormier, J.-P. Goddard, *Chem. Sci.* 2021, 12, 6964. b) N. Sellet, M. Sebbat, M. Elhabiri, M. Cormier, J.-P. Goddard *Chem. Commun.* 2022, 58, 13759.

## Synthesis and characterization of new hybrid hydrogel materials

Frédéryck TIDAS, Jean-François STUMBE

*Laboratoire de Photochimie et d'Ingénierie Macromoléculaire (LPIM)*

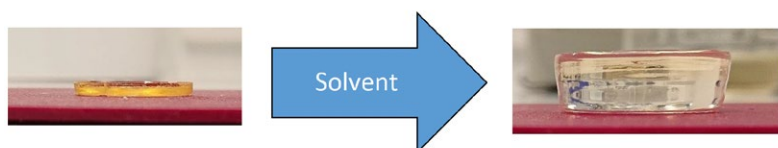
### Brief presentation

I come from ENSCMu, a chemical engineering school. Having the project to become a manager of a research team, I decided to do a thesis on polymers, a field that I appreciate. During my Master's internships I was able to exchange with PhD students and I really liked their way of working and the atmosphere. Beside the PhD I am the treasurer of the alumni association of my former school, and I practice volleyball in club.

### Abstract

Hydrogels are three-dimensional networks of insoluble polymers with a tendency to absorb a huge amount of aqueous solution (up to 99% by weight). They are used in various fields such as biomedical engineering, wound dressing, drug delivery, tissue engineering, energy storage, etc. This project consists in synthesizing hydrogels, from hyperbranched polymers modified to have many polymerizable functions. First of all, natural additives such as gelatin and cellulose were added. Then polyurethane hybrid hydrogels and finally silicone hybrid hydrogels were synthesized, in order to observe which properties can be brought: high water content, softness, flexibility and biocompatibility, etc.

One of the problems encountered is that some polymers are not compatible with each other, which gives multiphase materials, making them fragile. To avoid this, a solution could be to decrease the concentration of additives, or to modify them chemically.



[1] J. Smith et al., *Journal of UHA* 10 (2022) 15-25

# Synthesis and study of the physical properties at the micro-nano scale of Poly(diiododiacetylenes) and their integration in additive manufacturing

Yurii ZUBCHUK<sup>1</sup>, Dr. Nicolas BLANCHARD<sup>1</sup>, Dr. Laurent SIMON<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Innovation Moléculaire et Applications (LIMA)

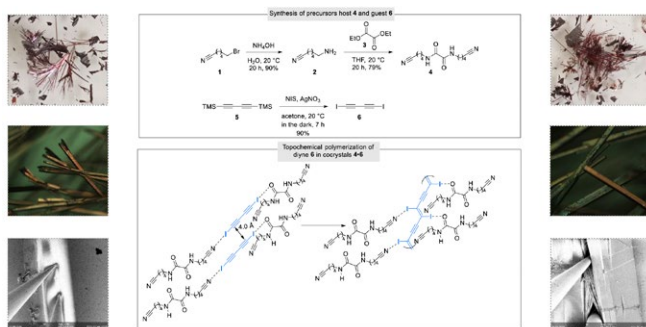
<sup>2</sup>Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)

## Brief presentation

My name is Yurii Zubchuk, I'm from Ukraine. I have a Master's degree in Physical Chemistry which I obtained from Kyiv National Taras Shevchenko University, one of the leading universities in Ukraine. I'm a specialist of organic synthesis with an experience of more than 10 years in world-renowned company Enamine Ltd. During my work I dealt with different projects connected to chemistry, biology and physics. Now, I have a great opportunity to use my knowledge and experience in organic synthesis to investigate conjugated carbon-rich materials under the supervision of Dr. Nicolas Blanchard (LIMA), and Dr. Laurent Simon (IS2M).

## Abstract

Conjugated carbon-rich materials have drawn much academic and industrial attention in recent years, due to their intriguing electronic and optical properties and potential applications including organic photovoltaics, flexible and wearable electronics, and chemical and biological sensors<sup>1</sup> Poly(diiododiacetylene) is a conjugated polymer in which iodine atoms are directly connected to unsaturated carbons and could provide unique advantages in the pursuit of carbon-rich materials. We want to study, from the scale of the atom to macroscopic dimensions, the formation and the physical properties of one-dimensional polydiacetylene yarns (PDA) from poly-diiododiacetylene (PIDA)<sup>2,3</sup> as well as their transformation into carbyne yarns. One of objectives will be to make and stabilize the longest carbyne thread ever made in order to study its physical properties by local probe techniques. Carbyne being 3 times harder than diamond, we will also look for the conditions of incorporation of PDA/Carbyne compounds in additive manufacturing. Currently, I'm following my PhD quest centered on the synthesis of poly(diiododiacetylenes) via host-guest topochemical polymerization which was fully described by Goroff's group.<sup>4,5</sup>



- [1] R. C. DeCicco, L. Luo and N. S. Goroff, *Acc. Chem. Res.*, 2019, 52, 2080-2089. [2] B. Schulte, S. Schrettel and H. Frauenrath, *Phys. Sci. Rev.*, 2017, 20160100 [3] E. T. Chernick and R. R. Tykwinski, *J. Phys. Org. Chem.*, 2013, 26, 742-749. [4] A. Sun, J. W. Lauer and N. S. Goroff, *Science*, 2006, 312, 1030-1034. [5] L. Luo, C. Wilhelm, A. Sun, C. P. Grey, J. W. Lauer and N. S. Goroff, *J. Am. Chem. Soc.*, 2008, 130, 7702-7709.

# Abstracts

## Sciences Exactes :

**ED 269**

**Mathématiques, sciences de  
l'information et de l'ingénieur**

## Fonctionnalisation de la Microscopie Tomographique DiffRACTIVE

Riadh ABBESSI, Olivier HAEBERLÉ

*Équipe Imagerie Microscopique Traitement d'Images Et Signal (IRIMAS)*

### Brève présentation

Inspiré par mes études en imagerie cellulaire, mes stages dans les différentes plateformes d'imageries photoniques et électroniques, mes connaissances et mes manipulations des techniques d'imagerie à haute résolution jusqu'à la microscope électronique à balayage, j'ai toujours été fasciné par les techniques d'imagerie optique. A côté de mes recherches en optique je suis aussi passionné par la photographie (pilote de drone certifié) et la cuisine.

### Résumé

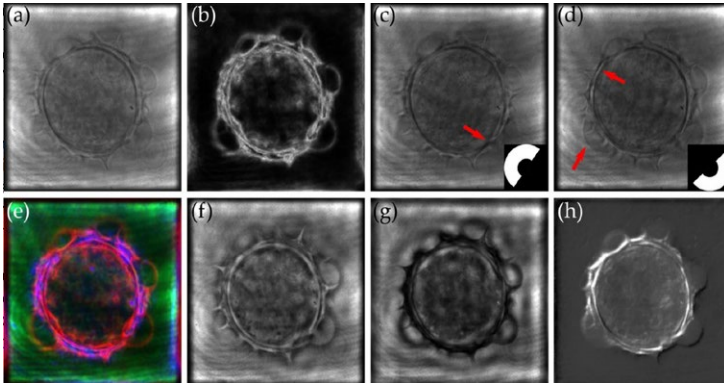
D'après les études scientifiques et mes connaissances en biologie, la demande d'une approche de microscope sans marquage de fluorescence est importante. La microscopie tomographique diffractive (MTD) est l'une de ces approches émergentes qui permettent d'obtenir des informations quantitatives sur l'échantillon sans marquage. Elle combine les techniques d'holographie numérique avec les techniques de reconstruction numérique pour fournir la distribution tridimensionnelle de l'indice de réfraction d'échantillons transparents et semi-transparentes.

En MTD classique, l'objet est balayé sous différents angles d'illumination. Les champs de diffraction de l'échantillon sont ensuite enregistrés sous forme d'interférogrammes (hologrammes), qui sont finalement recombinaison numériquement pour reconstruire des images 3D. Cependant, cette approche présente des limites : la MTD est une technique lente à cause du balayage séquentiel, et non sélective, ce qui signifie qu'elle permet d'obtenir des informations sur l'ensemble de l'échantillon plutôt que sur des composants spécifiques<sup>[1]</sup>.

Le projet de ma thèse, intitulé "Microscopie Tomographique Thêta à Hétérodynage Temporel -THTTM", vise à améliorer la Microscopie Tomographique DiffRACTIVE. Le couplage de l'holographie hétérodyne avec l'imagerie 3D par tomographie diffractive doit permettre de mettre en évidence de manière sélective et en 3D différentes régions dynamiques des échantillons biologiques, le tout sans marquage. De plus, il vise à fonctionnaliser le dispositif de MTD en lui ajoutant de nouvelles modalités, telles que l'imagerie laser Doppler.

La méthode de Microscopie Tomographique DiffRACTIVE Doppler (MTD-D) proposée devrait présenter les propriétés suivantes : haute résolution sans agent de contraste, imagerie multimodale et imagerie haute cadence en 3D.

Outre les approches expérimentales, à partir des données de MTD, nous avons aussi réussi à développer des approches numériques telles que la microscopie multimodale. En utilisant les modèles de formation d'image des microscopes optiques classiques et nos données de MTD, le comportement de ces microscopes a été simulé. Nous avons ainsi prouvé que la MTD peut être transformée en un microscope numérique universel avec des rendus 2D (Fig.1) et 3D <sup>[2]</sup>.



*Simulations multimodales en 2D d'un grain de pollen de Helianthus tuberosus. (a) Microscopie à champ clair, (b) Microscopie à champ sombre, (c,d) Microscopie à éclairage oblique avec un filtre oblique à 144°(c), et 312°, (e) Microscopie à illumination de Rheinberg, (f) Microscopie à contraste de phase positif, (g) Microscopie à contraste de phase négatif, (h) Microscopie à contraste interférentiel différentiel.*

[1] B. Simon and O. Haeberlé, "Tomographic diffractive microscopy: Principles, implementations, and applications in biology," in *Label-Free Super-Resolution Microscopy*, Springer, pp. 85–112, (2019).

[2] R. Abbessi, N. Verrier, A. M. Taddese, S. Laroche, M. Debailleul, M. Lo, J. B. Courbot, and O. Haeberlé, "Multimodal image reconstruction from tomographic diffraction microscopy data," *J. Microsc.* 288(3), 193–206 (2022).

## Interopérabilité et mutualisation des ressources pour des systèmes communicants hybrides orientés smart-city

Kerima Saleh ABAKAR, Pascal LORENZ, Ismail BENNIS

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

### Brève présentation

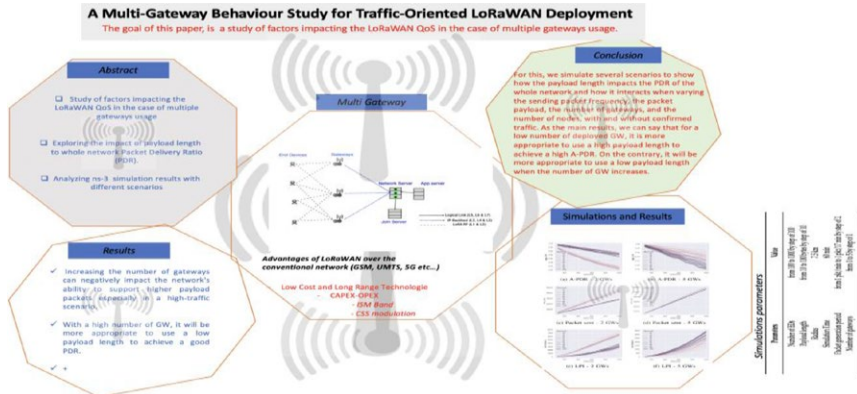
Doctorant en 2<sup>ème</sup> année de thèse en informatique à l'École Doctorale ED269, titulaire d'un master en réseaux, informatique et télécommunication et d'un diplôme spécialisé en développement durable et en décentralisation, j'ai servi dans la mise en œuvre des Objectifs du Milliaire pour le Développement (OMD) en qualité de spécialiste des questions de Technologie de l'Information et de la Communication (TIC), au programme Millennium Challenge Corporation (MCC) for Africa<sup>[1]</sup>. Présentement enseignant-chercheur et responsable en charge des TIC au Centre National de Recherche pour le Développement du Tchad (CNRD). Si l'enseignement, la programmation, le coaching des projets TIC, la Recherche et Développement (R&D) sont mes passions, penser/innover des infrastructures de l'économie numérique durable pour une "Afrique heureuse dans un monde meilleur" restent mon principal engagement.

### Résumé

Ce projet de thèse intitulé, interopérabilité et mutualisation des ressources des systèmes communicants hybrides vise dans un premier temps, à étudier les technologies sous-jacentes aux infrastructures IoT / M2M à faible débit et longue portée. Un état de l'art sera réalisé autour des principaux verrous scientifiques à savoir ; introduire et gérer les priorités de communications, assurer l'interopérabilité à tous les niveaux de LCIM et développer des méthodes de fusion, d'agrégation de données et assurer une qualité de service utilisateur pour des scénarios extrêmes. Les résultats attendus sont des améliorations aux niveaux protocolaire, applicatif et architectural. Ces résultats seront validés par des simulations, Banc d'essai et mesures terrains en suivant des méthodes et procédés scientifiques rigoureux afin de prouver la pertinence de nos propositions et aussi justifier les coûts d'investissement/exploitation (CAPEX - OPEX) pour un réseau d'opérateurs à l'échelle métropolitain. Sous un angle de recherche et développement, les discussions seront élargies à l'étude des infrastructures orientées service (SOI) compatibles avec les récentes normes/protocoles des objets connectés (IoT), susceptibles de considérer l'hétérogénéité technologique et assurer l'exploitabilité des données collectées par des terminaux mobiles fonctionnant sur la technologie ci-haut mentionnée.

En guise d'avancé, notre premier article est publié en octobre 2022 dans le revu FUTURE INTERNET<sup>[2]</sup> sur la planification optimale d'un réseau LoRaWAN multi-passerelle orienté trafic. Ce travail montre l'impact négative de la charge utile sur le taux de succès des paquets transmis dans un réseau LoRaWAN à forte trafic utilisant plusieurs passerelles. Il démontre également que le nombre de passerelles à utiliser doit être basé non seulement sur le nombre de terminaux déployés mais aussi sur le flux de données à générer. Que, des meilleurs résultats peuvent être obtenus avec les paramètres proprement dits et/ou une optimisation au niveau MAC.

Comme solution à la problématique ci-haut citée, nous avons proposé des solutions dans un second article présentant un algorithme de prédiction de congestion des passerelles par répartition de charge dans un réseau LoRaWAN à forte trafic, est en cours de publication. Ces derniers résultats de simulations montrent nette amélioration de la Qualité de service du réseau LoRaWAN utilisant ledit protocole niveau MAC appelé Pred@Rc.



[1] « Region: Africa », Millennium Challenge Corporation. <https://ip-10-10-1-167.ec2.internal/where-we-work/region/africa> (consulté le 5 juin 2022).

[2] K. S. Abakar, I. Bennis, A. Abouaissa, et P. Lorenz, « A Multi-Gateway Behaviour Study for Traffic-Oriented LoRaWAN Deployment », Future Internet, vol. 14, no 11, Art. no 11, nov. 2022, doi: 10.3390/fi14110312.



## Étude d'une caméra Light-Field : application à la navigation visuelle

Mohamad AL ASSAAD, Christophe CUDEL

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS) -IMTI*

### Brève présentation

Après avoir obtenu mon diplôme d'ingénieur dans la section génie électricité-électronique option informatique et télécommunications d'une université libanaise, j'ai décidé il y a quatre ans de m'installer en France pour poursuivre ma vie. Comme j'aime faire de la science et la recherche, j'ai choisi le laboratoire IRIMAS de l'université Haute Alsace pour y effectuer mon doctorat dans le domaine de la vision par ordinateur, qui est celui que j'aime le plus.

### Résumé

Le capteur de vision est l'un des capteurs les plus riches pour percevoir l'environnement. Pour cette raison, la vision par ordinateur est un sujet largement exploré à la fois dans les études et dans l'industrie au siècle de l'automatisation (voitures autonomes, auto-navigation, robots mobiles et intelligents, etc.)

Parmi les capteurs de vision, les caméras plénoptiques sont les plus intéressantes, mais elles sont rarement utilisées. Bien que le concept existe depuis plus d'un siècle, l'utilisation de ces caméras est relativement récente. Une caméra plénoptique présente tous les avantages d'une caméra standard, avec en plus la capacité de capturer simultanément l'apparence visuelle et les informations de profondeur d'une scène. De plus, grâce à leur conception unique, les caméras plénoptiques ont des dimensions réduites, similaires à celles d'une caméra ordinaire, ce qui permet de les intégrer facilement dans n'importe quelle application. En pratique, les caméras plénoptiques capturent la direction des rayons lumineux, ce qui améliore les informations spatiales fournies par une caméra standard avec des informations angulaires. Cela signifie qu'une seule image représente plusieurs points de vue de la même scène. Cependant, une caméra plénoptique est également une caméra complexe, et des travaux antérieurs ont démontré qu'un calibrage complexe est nécessaire avant de l'utiliser.

Les images brutes ont également une organisation complexe, et les opérateurs de traitement d'image doivent être spécifiquement adaptés à la nature des images. Pour ces raisons, l'utilisation de ce type de caméra est encore rare aujourd'hui et particulièrement dans le domaine de la navigation visuelle. *La figure 1* illustre la configuration interne d'une caméra light-field, et *la figure 2* illustre les images produites par ce type de caméras.

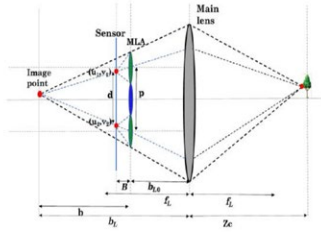


Figure 1: Installation d'une caméra à light-field: installation intérieure d'une caméra plénoptique avec configuration Galiléenne.



Figure 2: Illustration d'images light-field : (a) image brute capturée par la caméra plénoptique Raytrix R5 avec un objectif de 35 mm. (b) Même image après débayérisation et correction du vignettage. (c) Zoom sur la tête du robot dans l'image couleur.

Dans notre laboratoire, nous nous intéressons aux caméras light-field pour les applications 3D <sup>[1]</sup> et à l'estimation du mouvement de la caméra à l'aide d'une caméra monoculaire <sup>[2]</sup>. Par conséquent, dans ce travail de doctorat, nous nous concentrons sur l'utilisation de caméras plénoptiques pour des applications 3D avec une calibration simple et sur l'utilisation de caméras light-field dans des applications d'odométrie visuelle.

[1] Bazeille, Stéphane, et al. "Light-field image acquisition from a conventional camera: design of a four minilens ring device." *Optical Engineering* 58.1 (2019): 015105-015105.

[2] Martin REBERT. PhD Thesis. "Two views camera motion in the presence of planar degeneracy" 2020.

## Improving compliance of vascular grafts in order to improve its durability

Abdul Rahman ASAAD, Pr. F. HEIM, Dr. C. JUNG

*Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)*

### Brief presentation

I am Abdul Rahman ASAAD, I'm in the second year of my PhD in mechanical engineering. This project is supervised by my thesis supervisors Prof. Frédéric HEIM and Dr. Corinne JUNG.

### Abstract

Stent grafts have become a solution of choice to treat aneurysm diseases over the last 2 decades. As these devices are implanted in a mini-invasive way, the patients comfort related to the procedure is largely improved compared to open heart surgery. The long experience acquired in the clinic shows that a large range of thoracic as well as abdominal pathologies can be treated with a large range of devices varying in diameter and design.

However, stent grafts being composed of a polymeric textile membrane and metallic stent segments, their durability depends largely on the interactions that occur between these 2 materials. Metallic segments are very abrasive and tend to degrade the textile cover through apex indentation or relative friction, when the stent graft undergoes cyclic loading.

This work investigates a strategy to replace the metallic stent segments with less abrasive polymeric segments obtained from monofilament material. An additional goal is to integrate the polymeric stent segments directly into the textile membrane using the embroidery technique for secure assembling purpose. Limited relative movement between the composing elements is expected to improve the lifetime of the device. However, the mechanical properties of the embroidered assembly must match the deformability and elasticity required by the aneurysm treatment application.

This was tested in the frame of this study. In a preliminary approach, the assembling of a PET woven textile substrate (plain weave, 60 yarns/cm, 180 tex yarn density) with a 100  $\mu\text{m}$  monofilament was performed with a computer controlled embroidery equipment. The 301 embroidery assembling point was considered to obtain a regular "stent segment" pattern on the substrate as can be seen in figure 1. Several geometrical parameters were considered by varying the filament diameter as well as the reinforcement segment height and width. Extension tests were then performed on the obtained prototypes in order to compare the elasticity of the embroidered structure with the elasticity of a control non reinforced substrate.

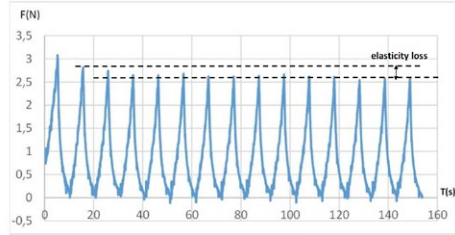

**Figure 1. Embroidery pattern**

**Figure 2. Typical mechanical response of the assembled material**

Figure 2 represents the mechanical response of an embroidered fabric loaded in a cyclic way (1Hz, 10% deformation) over 15 cycles. The results show that the embroidered monofilament provides a limited loss of elasticity to the fabric, which is characterized by a spring back effect between the 2nd and the last cycle of around 96%. Regarding the non-reinforced control textile, this value goes down to 88 %.

Results show that it is possible to provide elasticity to a fabric when combining it with an embroidered monofilament. Further tests are required in order to find the optimized reinforcement geometrical pattern, in order to replicate the deformability of current metallic stent-grafts.

[1] Nima Korei, Atefeh Solouk, Masoumeh Haghbin Nazarpak, Alireza Nouri. A review on design characteristics and fabrication methods of metallic cardiovascular stents. *Materials Today Communications* 31 (2022) 103467

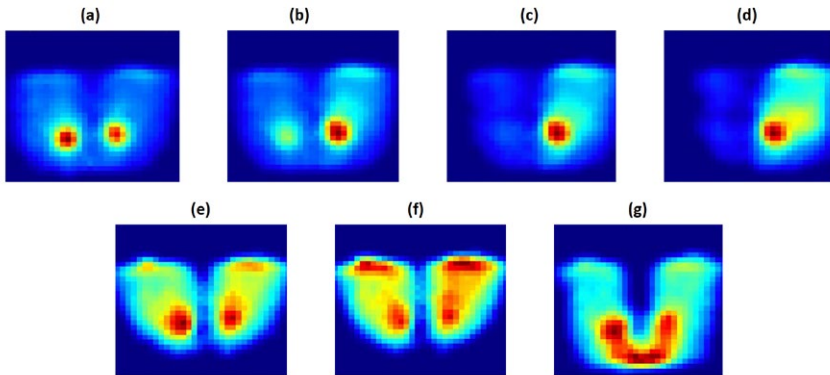
## Increasing safety in vehicles by detecting critical situations of train drivers using AI

Alparslan BABUR, Pr. Alain DIETERLEN

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

### Abstract

Fatigue is an important factor in the occurrence of car accidents. In Germany, there are an average of almost 2000 car accidents with personal injuries due to tiredness of the driver per year. Automatic detection of fatigue by constantly monitoring a person's condition allows the initiation of emergency braking and therefore reduces the number of car accidents. In this work, a pressure mat was used to record the movements of a driver, simulated by a male healthy volunteer. 18 sitting positions were defined and performed by the volunteer. In total, 103 measurements were evaluated. The results show, that it is feasible to detect movements, when the torso is moving. Movements of the arms without moving the torso were not clearly detectable. However, small differences in the quantitative measurements were detected. Using innovative artificial intelligence algorithms might enable the classification even if there is no torso movement included.



*Figure 1. Impression of pressure distributions at different inclinations: (a) no inclination, (b) slight inclination to the side, (c) strong inclination to the side, (d) very strong inclination to the side, (e) slight inclination forward, (f) strong inclination forward, (g) slight inclination backwards*

# Characterization and multi-scale modeling of the mechanical behavior of a fabric subjected to a ballistic impact

Marie-Amélie BEGAUD, Pr. D. BUENO<sup>1</sup>, Dr. DEMARTY<sup>2</sup>,  
Dr. M. DECRETTE<sup>1</sup>, Dr. J. GIRARDOT<sup>3</sup> and Dr. J. RISICATO<sup>4</sup>

Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)<sup>1</sup>, ISL<sup>2</sup>, I2M<sup>3</sup>, PORCHER Industries<sup>4</sup>

## Brief presentation

Last year I obtained my SIGMA Clermont engineering master's degree in advanced mechanics. Thanks to the orientation: "Materials engineering and structures" I discovered the potency and range of possibilities of the multi-scale analysis. Moreover, textile world is fascinating and I fond of the cross-stitch embroidery because this activity is very relaxing activity and calls creativity.

## Abstract

In 2018, the Direction Générale de l'Armement (DGA) and the Agence de l'Innovation de Défense (AID) launched a program called CENTURION that aims to ensure infantry operational effectiveness. This PhD work follows on from this project and focuses on woven fabrics that help to protect soldiers from hazardous fragments caused by blast. It is carried out in cooperation with the company PORCHER Industries, the French-German Research Institute of Saint-Louis (ISL), the Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT) of the university of Haute Alsace in Mulhouse as well as the Institut de Mécanique et d'Ingénierie (I2M) in Bordeaux. Providing fabrics woven from high strength fibers to the military personnel is paramount to ensure their safety and efficiency all along the missions. Thanks to their high impact-resistant properties, the aramid fibers are widely employed to withstand high velocity impacts and take the shape of flexible, lightweight, yet hard to break garments. In this respect, proper validation of such protections still consists in expensive empirical ballistic tests. Literature on mechanical properties of aramid fibers and yarns under dynamic loading is not very comprehensive mostly due to the difficulties to characterize fibrous materials. After the recent work of Caroline Chevalier's thesis<sup>1</sup> an important lesson was drawn about difficulties concerning the mechanical characterization of aramid fibrous materials at high strain rate. This is why this PhD work will deal with the tensile tests on single fibers and yarns which will require the development of new apparatus and experimental methods in order to avoid both stress concentrations and slippage into the grips. Moreover, three scales will be considered: the microscale with the fiber (discrete number of fibers), the mesoscale with the yarn (discrete number of yarns) and the macroscale with the woven cell (weave pattern composed of several intercrossed yarns, leading to apprehend it as a continuous material: mechanics of continuous media like finite elements). The effect of friction force on ballistic performance needs further research and will be the subject of usage of unique testing facilities developed in the LPMT<sup>2</sup>. Therefore, in order to reduce costly processes and to have a better understanding of the damages involved during impact event on fabric targets, numerical simulations are widely used. Investigations on Abaqus®/Explicit with a multi-scale approach developed by Pietro del Sorbo<sup>3</sup> in the I2M laboratory will be carried out in this study. The fabric response will be predicted with numerical tools and fed by a data set obtained experimentally.

[1] Chevalier C. *Caractérisation Du Comportement Mécanique Longitudinale d'un Fil de Para-Aramide En Sollicitation Dynamique*. PhD Thesis. 2016. <http://www.theses.fr/2016VALE0030/document>

[2] Tourlonias M, Bueno MA, Poquillon D. *Friction of carbon tows and fine single fibres. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2017;98:116-123. doi:10.1016/j.compositesa.2017.03.017

[3] Del sorbo P. *Modélisation Multi-Échelle Des Tissus Secs : Application à l'impact*. PhD Thesis. 2019. <http://www.theses.fr/2019ENAM0003/document>

# Approches machine learning appliquées au suivi de consommations énergétiques et aux données environnementales

Yacine BELGUERMI, Patrice WIRA

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

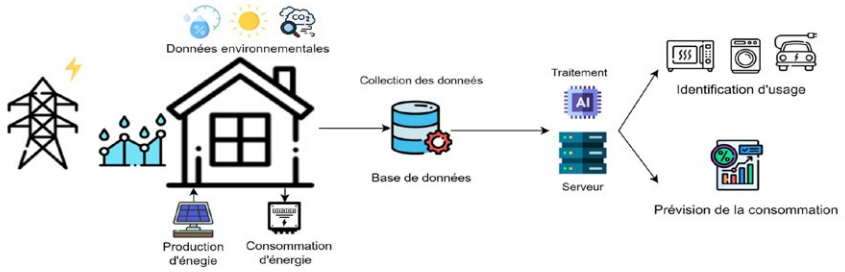
## Brève présentation

Je suis Yacine, étudiant en première année de doctorat dans le domaine du traitement du signal, de l'électronique et de l'apprentissage machine (machine learning). Le parcours qui m'a conduit à cette thèse commence dès mon enfance en Algérie où j'ai commencé à faire de l'électronique et de la programmation. C'est ainsi que j'ai rejoint l'institut d'ingénierie électronique et électrique (ex-INELEC) en Algérie. Après ma soutenance en 2020, je suis venu à Mulhouse pour faire un master en électronique, énergie électrique et automatique spécialité systèmes embarqués. J'ai fait mon stage à l'IRIMAS pour travailler sur les signaux physiologiques dans le domaine médical, puis j'ai été accepté pour faire cette thèse. Je travaille globalement sur tous les types des signaux pour extraire l'information souhaitée et le déploiement des algorithmes réalisés (implémentation réel).

## Résumé

Aujourd'hui, nous sommes confrontés à un grand défi qui est l'optimisation de la consommation énergétique. La gestion des bâtiments devient de plus en plus intelligente et nous avons donc davantage accès à différentes données qui concernent l'énergie et l'environnement. Ainsi, la thèse s'oriente vers deux objectifs principaux : le premier concerne l'identification de l'usage et des utilisateurs, ce qui permet de mieux localiser la consommation de façon non-invasive. Le deuxième objectif est la prévision de la consommation d'électricité et d'eau en complément avec les données environnementales. Ces deux points conduiront à une meilleure optimisation et gestion de l'énergie, donc à une réduction de coût et à un système plus respectueux à l'environnement<sup>[1]</sup>. Avec le développement considérable du domaine de l'Intelligence Artificielle (IA), nous sommes de plus en plus intéressées par l'utilisation d'outils d'apprentissage machine pour résoudre les objectifs mentionnés. Après avoir fait le point sur l'état de l'art en matière d'identification et de prévision de la consommation d'énergie, nous commençons par traiter le problème de l'identification, qui est l'un des défis actuels dans le domaine du traitement du signal. Nous avons développé une nouvelle approche pour l'identification de l'utilisation de l'énergie (désagrégation), l'approche a été développée et validée sur un ensemble de données publiques où nous avons pu dépasser les résultats des travaux précédents. Nous avons soumis un article pour la publication de notre travail<sup>[2]</sup>.

Dans la continuité de ce travail, nous allons construire notre propre base de données à l'Institut Universitaire de Technologie à Mulhouse (IUT) Pour appliquer notre algorithme en temps réel sur des appareils industriels et éducatifs. La prévision énergétique est l'un des principaux objectifs de notre thèse. Nous enregistrons actuellement la production et la consommation d'électricité, ainsi que la consommation d'eau. D'un point de vue scientifique, nous allons développer des outils d'IA dans le but de mieux prévoir la consommation future en corrélation avec les données environnementales.



[1] Boudhaouia, «Analyse et classification et prédiction de consommation d'eau et d'électricité par des techniques de machine learning», thèse de doctorat, Université de Haute Alsace, Mulhouse, 2022.

[2] Y. Belguermi, P. Wira et G. Hermann, «A multi-output LSTM-CNN learning scheme for power disaggregation within a NILM framework», article de conférence accepté à IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), 2023.



# Classification et analyse d'images de graphiques pour le développement d'un agent conversationnel expert en data visualisation

**Bruno CÔME, Germain FORESTIER**

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

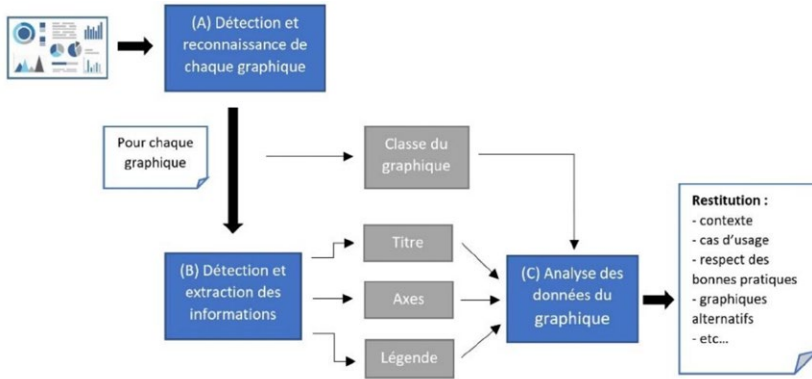
## Brève présentation

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre d'une collaboration entre l'IRIMAS (Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal) et Datanalysis autour de son projet d'innovation « DUKE ». Datanalysis, basée à l'île de la Réunion, est une société de services du numérique spécialisée en conseil dans les secteurs de la Data. Dans l'optique de démocratiser l'analyse de données, elle entend d'apporter sa contribution à travers le projet « DUKE », dont le développement a commencé en début d'année 2020 et a été primé aux Digital Awards de la même année, dans la catégorie « Meilleur usage des nouvelles technologies ». Consultant dans l'entreprise depuis 5 ans, je suis chargé aujourd'hui de la R&D sur les problématiques de Machine Learning liées à ce projet. Face à l'évolution rapide de la recherche dans ce domaine, à la volonté de l'entreprise de bénéficier en interne d'une expertise pointue, et souhaitant personnellement approfondir mes connaissances et perfectionner ma méthodologie de travail, il parut raisonnable de démarrer une thèse de doctorat sur les problématiques de Machine Learning liées à DUKE.

## Résumé

Duke est une application « SaaS » (Software as a Service) qui devra intégrer un agent conversationnel, spécialisé dans le conseil en Data visualisation et dans l'analyse d'images de graphiques. Notre principal objectif est de développer un système que l'on peut décrire à l'aide du schéma illustré ci-dessous. En (A) le système prend en entrée l'image d'un tableau de bord (dashboard), détecte les graphiques présents et identifie leur classe. Pour chaque graphique détecté, le modèle (B) va se charger d'extraire son contenu (titre, axes, légende, etc...). Les informations extraites de celui-ci ainsi que sa classe de graphique, sont transmises à un dernier modèle (C) qui se chargera d'examiner le contexte et le cas d'usage du graphique en fonction de ses données. Entre autres, le modèle (C) devra être en mesure d'indiquer si les bonnes pratiques en data visualisation sont respectées (graphique adapté au cas d'usage), et être capable de proposer des visualisations alternatives à la classe de graphique prise en entrée. Nous avons commencé par définir nos classes de graphiques en se basant sur celles de Tableau Software (leader mondial en Data Visualisation) et nous avons établi une liste de 58 types de graphiques différents. Ensuite, nous avons construit notre base d'images de graphiques pour 25 classes (actuellement), en effectuant du « web scraping » en Python, et en générant des images de graphiques de façon aléatoire, à l'aide de scripts en Python et Julia que nous avons développés. Concernant la classification d'images, les techniques fournissant les meilleurs résultats sont les réseaux de neurones à convolution (CNN), et l'étude du papier <sup>[1]</sup> nous a encouragés à poursuivre dans cette voie. De ce fait, plusieurs architectures de CNN plus récentes et complexes développées par Google (ex: <sup>[2]</sup>), ont été entraînées et testées sur notre base d'images et ont donné de bons résultats. Suite à cette phase préliminaire validant la faisabilité de classer des images de graphiques, nous étudions actuellement les techniques existantes dans l'état de l'art nous permettant de résoudre (A) et (B). De nombreux travaux ont déjà été menés sur la détection et

la reconnaissance d'objet. Les modèles comme celui proposé en <sup>[3]</sup> devraient nous permettre de résoudre (A). Concernant (B), le papier <sup>[4]</sup> propose une approche que nous envisageons d'explorer et d'étendre à nos classes de graphiques. Les problématiques liées à (C) seront étudiées une fois les étapes (A) et (B) résolues.



[1] [https://www.researchgate.net/publication/318530751\\_Convolutional\\_Neural\\_Network\\_Based\\_Chart\\_Image\\_Classification](https://www.researchgate.net/publication/318530751_Convolutional_Neural_Network_Based_Chart_Image_Classification)

[2] Christian Szegedy et al. « Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision ». In : CoRR abs/1512.00567 (2015). arXiv : 1512.00567. url : <http://arxiv.org/abs/1512.00567>.

[3] Joseph Redmon et al. « You Only Look Once : Unified, Real-Time Object Detection ». In : CoRR abs/1506.02640 (2015). arXiv : 1506.02640. url : <http://arxiv.org/abs/1506.02640>.

[4] Pengyu Yan, Saleem Ahmed et David Doermann. Context-Aware Chart Element Detection. 2023. arXiv : 2305.04151 [cs.CV].

## Estimation du risque de télescopage dans le cadre des véhicules communicants

Anthony CHASSIGNET, Michel BASSET

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

### Brève présentation

Je m'appelle Anthony CHASSIGNET et je suis un ingénieur diplômé de l'ENSISA en automatique et systèmes embarqués. Au cours de ma formation ingénieur, je me suis intéressé aux travaux de recherche menés par une partie des enseignants sur la voiture autonome. Etant intéressé par le secteur automobile et le domaine de la sécurité, j'ai saisi l'occasion de faire une thèse au sein de leur équipe (IRIMAS-MIAM).

### Résumé

La problématique de la sécurité routière est apparue à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle avec l'essor du secteur automobile. En 1972, il y a eu plus de 18000 morts suite à un accident routier [1]. Le durcissement du code de la route (alcool, permis à points, ...) et l'innovation technologique (ceinture de sécurité, airbags, ...) ont permis de réduire le nombre de victimes à 3 000 en 2022. Malgré tous ces efforts, le nombre de victimes sur les routes reste élevé. Une partie de ces accidents sont dues aux risques pris, de manière consciente ou non, par certains conducteurs (conduite en état d'ivresse, mauvaise anticipation, hésitation, ...). C'est pourquoi, dans le cadre de ma thèse, je cherche à mettre en place un estimateur de risque routier. L'objectif à terme est d'activer un avertisseur de danger sur le tableau de bord lorsque le risque estimé sera trop élevé.

Nous supposons que le risque routier peut se décomposer en plusieurs risques élémentaires (collision par télescopage, sortie de route, collision frontale, ...) et nous allons seulement nous intéresser à la collision par télescopage. Le télescopage survient lorsque 2 véhicules roulant dans le même sens et dans la même voie entrent en collision. Par exemple, elle peut survenir lorsque le véhicule suivi, que nous appellerons Front, freine alors que le véhicule derrière, que nous appellerons Ego, roule à une distance trop courte par rapport à sa vitesse et au freinage réalisé par Front. Le risque dépend de 3 catégories de paramètres interdépendants, le conducteur (style de conduite, temps de réaction, ...), son véhicule (usure des pneus, des plaquettes de frein, ...) et de l'environnement au sens large (météo, actions des autres usagers de la route, ...).

Pour ce faire, nous avons réalisés des essais de conduite en suivi de véhicule sur simulateur afin de créer une base de données avec des conduites plus ou moins dangereuses. A partir de cette base de données, nous avons établis des lois de probabilités statistiques pour notre estimateur. Nous estimons, à partir d'un indicateur de danger, les décélérations moyennes probables pour Ego et pour Front grâce à la communication inter-véhiculaire. Par double intégration, nous calculons les distances d'arrêt des 2 véhicules et nous calculons la distance inter-véhiculaire à la fin des freinages. Une collision est détectée si cette distance est négative et, pour prendre en compte la capacité de chacun d'adapter son freinage, nous vérifions si la collision peut être évitée en freinant plus fortement ou non et s'il a suffisamment de temps pour « améliorer » son freinage.

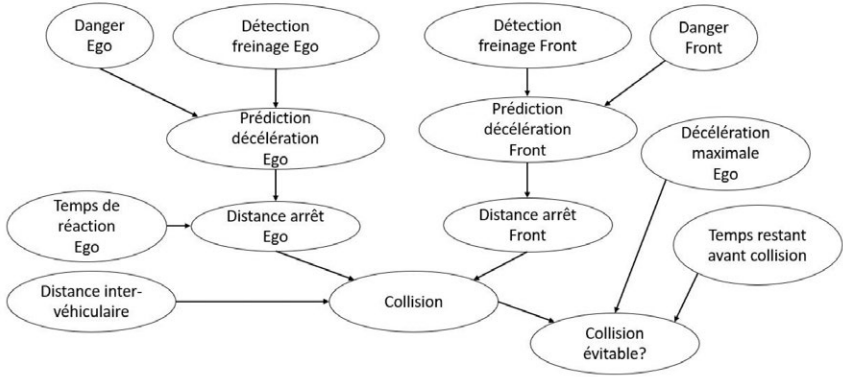


Schéma de prédiction

[1] ONISR-SDES, Memento des transports, Evolution comparée 1952-2022, 31 janvier 2023

# Effet des paramètres agronomiques sur le développement des tiges et des fibres textiles de chanvre dans le Sud-Alsace : aspects physiques et mécaniques

Aurélié DECKER, Dr. Omar HARZALLAH, Pr. Jean-Yves DREAN

*Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)*

## Brève présentation

Je m'appelle Aurélié Decker, j'ai 28 ans. Je suis originaire d'Alsace. J'ai fait mes études d'ingénierie textile et de fibre à Mulhouse de 2015 à 2018. J'ai commencé ma thèse en 2019 afin de comprendre l'importance des fibres végétales, autres que le coton, dans l'industrie textile avec un enjeu économique et écologique. J'adore les fleurs et la nature. Et ma deuxième passion est la cuisine sucrée et salé.

## Résumé

Ma thèse est un partenariat entre LPMT (laboratoire de textile physique et mécanique) et SADEF (laboratoire d'analyse agronomique). L'objectif principal de la thèse est d'identifier les paramètres de culture et de rouissage du chanvre les plus adaptés à la production de fibres textiles dans la zone agropédoclimatique d'Alsace. La qualité des fibres et le rendement au champ sont les deux principaux critères pour assurer la viabilité de l'approvisionnement en chanvre. Mes études visent à établir un lien entre la culture du chanvre et le rouissage et les tiges et les qualités de fibres dans l'est de la France. Le rouissage est une étape importante pour l'extraction des fibres dans l'industrie textile. Le rouissage au champ consiste à laisser la tige sur le sol après la récolte. Puis les micro-organismes prolifèrent sur la tige avec l'alternance de chaleur (soleil) et d'eau (pluie ou rosée). Ils dégradent le lien entre la fibre et la chènevotte jusqu'à ce que les tiges soient ramassées. Pour caractériser la culture, la composition chimique du sol et de la tige a été réalisée par SADEF ainsi que la mesure du diamètre et de la hauteur des tiges. Les qualités de la fibre technique sont définies par sa couleur, sa finesse, ses propriétés mécaniques et sa composition chimique analysées au LPMT.



# Surface Treatments Effects on Fabrics Frictional Sound Characterization

Hamza DHIM, Pr. E. DREAN

Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)

## Brief presentation

My name is Hamza DHIM. I 'am a textile engineer graduated from the ENSISA Mulhouse. My research work is interested on the characterization of the surface treatment effect on the fabric frictional sound through an instrumental and sensory approaches. I recently presented part of my work at the Fiber Society conference, which was held in Leuven. I am also a member of the LPMT PhD council. Other than textile, I am very interested in aviation and I look forward to preparing my private pilot license in the next few days which the first license that a pilot can have. I'm also interested in ecology and all the areas associated with nature conservation.

## Abstract

The human being, during his movements, will generate fabric on fabric friction, which will generate a friction noise depending on many parameters such as the fabric itself and the conditions of use<sup>[1]</sup>. The friction noise gives a comfort or pleasantness as the resulting silk rustle, but it can also be perceived uncomfortable such as the unpleasant noise of a coated fabric. In the military field, the frictional noise can be annoying, even highly disabling when the soldier is progressing, which lead to the need of using an acoustic stealthy garment<sup>[2]</sup>. Between acoustic stealth and acoustic comfort, the objective of this work is to study the influence of surface treatments on the fabric frictional noise. For this purpose, three main families of treatments are envisaged, softening treatments (macro-silicone type: A1, A2, micro-silicone: I1, I2), stiffening treatments (easy-care resin type: R1; R2) and combinations of both. Specimens frictional sound of the treated fabrics were obtained using the frictional sound generating system and calibrated according the arm walking speed 0.56m/s. This system allows to reproduce the arm movement of a person to perfectly simulate the friction of the arm against the trunk when a person moves. The recording devices are placed inside an acoustic enclosure. Innovative signal processing tools have been used. Raw frictional sounds are studied using a Fast Fourier Transform (FFT) analysis to calculate sound characteristics such as the sound pressure level (SPL). The mechanical properties are obtained thanks to the Kawabata Evaluation System and. A statistical analysis has been developed in order to find relationships between all the measured acoustic and mechanical attributes. Interesting correlations have been found.

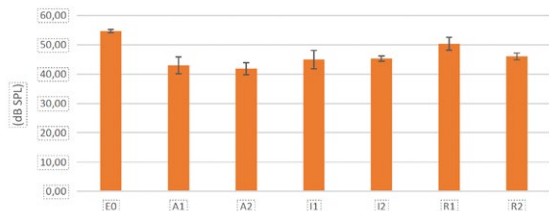


Figure 1: Softener and cross-linker treatment on fabric frictional sound pressure level

[1] Yosouf, K., Latroch, H., Schacher, L., Adolphe, D. C., Drean, E., & Zimpfer, V. (2017). Frictional sound analysis by simulating the human arm movement. *Autex Research Journal*, 17(1), 12-19

[2] Leclinche, F., Adolphe, D., Drean, E., Schacher, L., & Zimpfer, V. (2018, May). Analyzing the Effects of Washing Processes and Wear on Fabric Friction Sound of Soldiers Uniforms. In *8th ECPC-European Conference on Protective Clothing*

## Estimation statistique de l'altitude des nuages par mesures actives et infrarouges

Kodzo EGBETOWONYA, Alain DIETERLEN

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

### Brève présentation

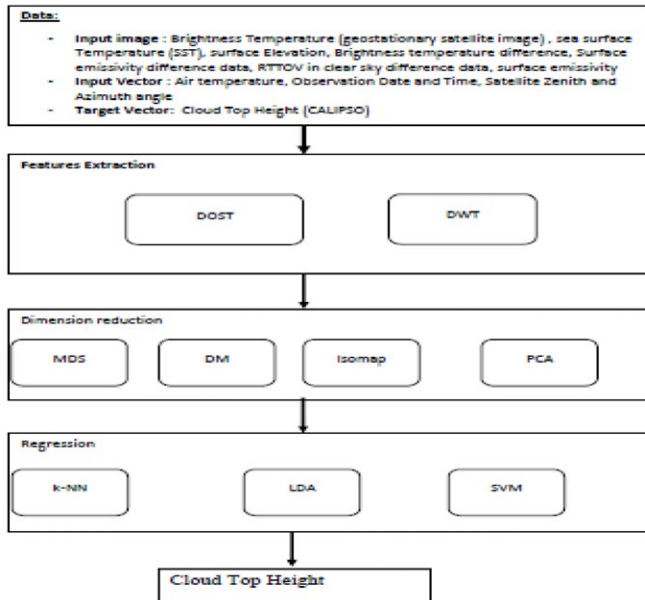
De nationalité togolaise âgé de 25 ans, je suis titulaire d'une Licence fondamentale en Physique à l'université de Lomé (TOGO) en 2018 et d'un Master en sciences et technologies de l'espace, option : Météorologie par Satellite et Climat Mondial (MSCM) à l'université Mohammed 5 de Rabat au Maroc en 2021. J'ai eu le privilège d'effectuer mon projet de fin d'étude (PFE) de master au Centre d'Etudes en Météorologie Satellitaire (CEMS) de Météo-France basé à Lannion en France.

Le sujet de mon stage de M2 est intitulé : « Impact des modèles de prévision numérique du temps sur la qualité des produits nuages restitués par le logiciel SAFNWC ». Actuellement, je suis doctorant en première année de thèse à l'Université de Haute-Alsace. En dehors de la recherche, je consacre une bonne partie de mon temps à l'apprentissage de l'anglais. En outre, je suis passionné par les voyages et la découverte d'autres horizons et d'autres cultures. J'aime également le sport et la musique.

### Résumé

Les nuages constituent un élément clé du système terre-atmosphère. La caractérisation des nuages est utile pour la prévision numérique du temps et le suivi du système climatique. La restitution des propriétés des nuages telle que la hauteur du sommet des nuages (CTH : Cloud Top Height) nécessite des améliorations en termes de précision et d'efficacité de calcul. Dans la pratique la télédétection au sol et la télédétection active des satellites défilants permettent de mesurer le CTH avec une bonne précision, cependant la couverture spatiale est très limitée. La télédétection passive depuis les satellites météorologiques géostationnaires fournit les mesures de radiance dans différents canaux porteurs d'informations complémentaires sur le contenu des nuages avec une bonne résolution temporelle et une grande couverture spatiale.

Étant donné que la radiance des nuages dépend de la température de leur sommet, il est en principe possible de déduire leur altitude. Cependant, ces nuages ne sont pas nécessairement opaques, ils peuvent être répartis sur plusieurs couches et leur observation peut être corrompue par l'émissivité de surface ; la déduction de leur altitude n'est donc pas une tâche triviale. Les algorithmes existants pour déterminer leur altitude sont basés sur des arbres de décision déterministes avec une architecture très complexe. Dans ce nouveau travail, nous envisageons la mise en place d'un modèle d'apprentissage machine basé sur des descripteurs issus du domaine espace/fréquence (ex. transformée en ondelette discrètes) pour la restitution de l'altitude de sommet des nuages (CTH). La figure ci-dessous illustre de façon schématique le pipeline de l'algorithme à implémenter :



Les résultats de l'approche envisagée seront comparées à l'état de l'art et à d'autres méthodes existantes basées sur l'apprentissage profond<sup>[1]</sup>.

[1] WANG, Xinyue, IWABUCHI, Hironobu, et YAMASHITA, Takaya. Cloud identification and property retrieval from Himawari-8 infrared measurements via a deep neural network. *Remote Sensing of Environment*, 2022, vol. 275, p. 113026.



# Étude et déformations des (super-)algèbres de Lie-Rinehart en caractéristique positive.

Quentin EHRET, Abdenacer MAKHLOUF

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

## Brève présentation

Après avoir effectué toutes mes études de mathématiques à l'Université de Strasbourg, où j'ai obtenu l'agrégation de mathématiques ainsi qu'un master de mathématiques fondamentales orienté recherche, j'ai commencé ma thèse à IRIMAS en octobre 2020 sous la direction de Abdenacer Makhlouf.

## Résumé

Les algèbres de Lie-Rinehart apparaissent dans de nombreux contextes, aussi bien en géométrie qu'en physique fondamentale. Leur étude algébrique est donc d'un grand intérêt. Mon travail se divise en plusieurs étapes. Tout d'abord, une question naturelle qui se pose est de savoir si l'on est capable de lister toutes les structures de Lie-Rinehart possibles à dimension fixée. Ce premier travail a été mené à bien avec l'aide d'un programme informatique, dans le cas classique ainsi que dans le cas "super" (généralisation du cas standard, inspiré par la physique ; offre un meilleur cadre pour étudier les interactions entre particules) <sup>[1]</sup>. Un autre aspect a été de développer une théorie des déformations formelles de ces structures.

L'étape suivante consiste à effectuer la même étude dans le cadre de la caractéristique positive. Un certain nombre de résultats ne sont plus valables, notamment concernant les déformations, ce qui complique considérablement le travail. Des résultats nouveaux ont été obtenus, notamment en caractéristique  $p=2$ , où on a construit un nouvel outil efficace dans notre étude <sup>[2]</sup>.

[1] Q. Ehret, A. Makhlouf, *On Deformations and Classification of Lie-Rinehart Superalgebras Communications in Mathematics* 30 (2022), no. 2, 67–92 ;

[2] Q. Ehret, A. Makhlouf, *Deformations and Cohomology of restricted Lie-Rinehart algebras in positive characteristic*, preprint, arXiv:2305.16425.

[3] S. Bouarroudj, Q. Ehret, Y. Maeda, *Symplectic double extensions for restricted quasi-Frobenius Lie (super)algebras* arXiv:2301.12385 (2023).

## A Development and automation of a robotic cell for Quick Composite manufacturing (QCM)

Ahmed Adel EZZAT, Gerald BARBIER, Gildas L'HOSTIS

Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)

### Brief presentation

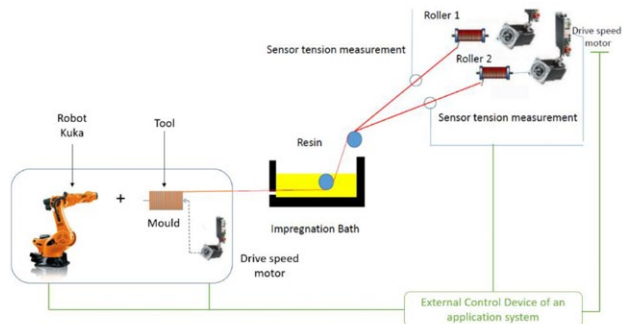
I was born in 1998 in Egypt. In 2016, I joined the French University of Egypt in Cairo to obtain mechanical engineering degree. Also, I obtained the master's degree in Mechanics from the University of Haute Alsace, so I got double diploma in 2021. I did my stage of master in the Textile Physics and Mechanics Laboratory (LPMT), the subject was "the development of a communication network between the different elements of a robotic platform". This platform is used by the LPMT for the development of composite manufacturing processes.

### Abstract

Composite manufacturing, like any manufacturing process, can have its challenges and potential problems. One of these problems is the time so we are directed to quick composite manufacturing which refers to techniques and approaches that can expedite the process of manufacturing composite materials. This can include the use of automated manufacturing systems, so we are developing filament winding device with robot that refers to the use of robotic systems in the filament winding process. The proposed control system focuses on achieving accurate and consistent placement of the filament during the winding process of carbon fiber. In this system, the fiber is extracted from the roller with a servo motor and passes through resin to have some treatment and finally its winded through the mould which is mounted on a robot (figure 1).

A command algorithm, developed outside the robot control box, ensures the process control of the application. A motion and logic controller (Master device) is used to coordinate robot movements and various motorized axis (slave devices), by signal exchanges on canopen field network. The path taken by the carbon fibers from the rollers to the mould is adjusted by the same controller, according to the impregnation time in the bath and fiber tensions. The control tension fiber is ensured by feedback of tension measurement (analog tension sensor is used) and a control loop. A PID corrector is integrated in the control algorithm developed in the controller programming software. This research is helping to advance the field of filament winding applications by taking advantage of the capabilities of 6-axis robots, combined with the use of external devices.

Figure 1 Robotic Filament Winding application schema



# Gestion collaborative et controle intelligent des batiments industriels

**Bouchra FAKHER, Pr. Abdelhafid ABOUAISSA**

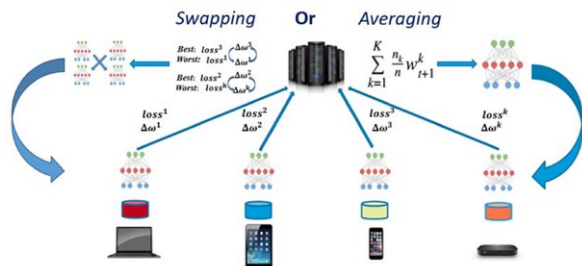
*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

## Brief presentation

I am a PhD student in the Data Science field, and I am working on a new technique of machine learning named federated learning. Previously, I had a bachelor's degree in computer science then a research master's degree in data science for risk analysis, both in Lebanon. Then, this year I joined the IRIMAS laboratory focalizing on decentralized machine learning while preserving the user's data privacy. I recently submitted an article about a new aggregation method on server side which is waiting for approval. In addition, I am a member of the "Commission de la Recherche - College G", who sets the rules for laboratories and is consulted on agreements with research organizations.

## Abstract

This thesis topic handles the development of a decision support tool based on federated learning to improve both the efficiency and effectiveness of industrial buildings in terms of energy consumption while guaranteeing a high level of data confidentiality. Federated learning is an emerging technique that conducts training on multiple devices without direct access to participants' data. In general, the models are trained on the local data of each device, and only their parameters are sent back to the central server. The latter aggregates the weights by averaging them, then sends the result back to each client, where the cycle is repeated until convergence is achieved. Indeed, unlike centralized learning solutions, this would allow a set of participants to collectively solve a machine learning problem without sharing their data. Such a decentralized learning approach is perfectly suited to managing buildings in a smart city while solving data privacy issues. However, in more heterogeneous settings, where data are not distributed independently and identically (IID), traditional federated learning architectures perform badly. To deal with this problem, we worked on a new technique swapping the models with the best performance metrics with the worst performance metrics periodically. The proposed method is evaluated with a benchmark dataset that includes IID and non-IID partitioning, and then compared with previous methods such as FedAvg and FedSkip. Results show significant improvement in the global optima of the central server, as well as faster convergence, especially when non-IID settings are used. As part of this study, we aim to optimize global model performance and reduce communication rounds required for convergence, as well as make sure that clients' training does not diverge from one another, thus avoiding different scores and convergences at various times during the federated learning cycles.



# Étude des interactions stent - vaisseau en environnement mobile (type artère fémorale superficielle) dans le but d'adapter au mieux le dispositif au profil lésionnel du patient à traiter

Mohamed Zied GHARIANI, Pr. Frédéric HEIM

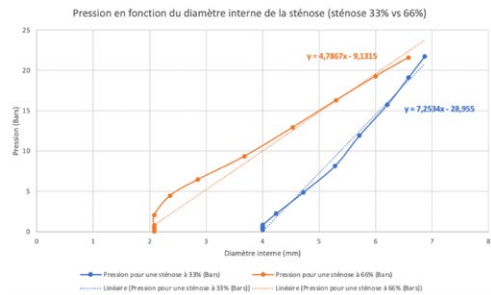
Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT), GEPRMED

## Brève présentation

Je suis chirurgien vasculaire. J'ai suivi, en parallèle de mon cursus d'études médicales, un Master d'ingénierie médicale à l'Université Paris Sorbonne. Je me suis inscrit en thèse de sciences à l'UHA en 2020, spécialité mécanique. Cette thèse se déroule en collaboration entre Laboratoire de Physique et Mécanique textiles (LPMT) à Mulhouse est le GEPRMED à Strasbourg. Elle est co-dirigée par les professeurs Frederic Heim, Nabil Chakfé et Anne Lejay.

## Résumé

Des stents sont posés tous les jours sans vérification préalable de congruence de la force radiaire appliquée sur la paroi du vaisseau. Une force insuffisante peut engendrer la migration du stent alors qu'une force disproportionnée peut être à l'origine de resténose 1-3. Nous avons donc besoin de connaître avec précision les caractéristiques mécaniques du vaisseau traité afin de pouvoir proposer une meilleure congruence de la force radiaire et du degré d'oversizing du stent. Nous avons développé un dispositif spécifique nous permettant de mesurer la rigidité de la paroi vasculaire. Ce dispositif, testé en laboratoire, nous a permis d'établir des courbes de pression/déformation et d'étudier le profil mécanique de différentes sténoses après les avoir reproduites sur des modèles in-vitro. Nous avons ainsi fait varier la longueur, la distribution et le degré de sténose, de même que l'épaisseur de la paroi, nous permettant d'établir un profil mécanique pour chacune de ces sténoses. Nous avons finalisé l'étude préliminaire en laboratoire et allons bientôt débiter l'étude clinique au bloc opératoire. Cette deuxième phase devrait nous permettre d'évaluer la rigidité vasculaire dans des conditions in-vivo à partir de mesures réalisées sur des patients lors de procédures endovasculaires. Nous aurons ainsi une base de données nous permettant de recréer, le plus fidèlement possible, des modèles de vaisseaux sur lesquels nous pourrions tester différents modèles de stents disponibles sur le marché. Cette dernière phase devrait nous permettre d'orienter le choix du stent par rapport au profil mécanique du vaisseau traité. La figure ci-dessous montre une courbe typique de pression en fonction de la déformation d'une sténose à 33% versus 66%.



[1] Yahagi K, Otsuka F, Sakakura K, Sanchez OD, Kutys R, Ladich E, Kolodgie FD, Virmani R, Joner M. Pathophysiology of superficial femoral artery in-stent restenosis. *J Cardiovasc Surg [Torino]*. 2014 Jun;55[3]:307-23. PMID: 24755699.

[2] Istanbullu OB, Akdogan G. Influences of Stent Design on In-Stent Restenosis and Major Cardiac Outcomes: A Scoping Review and Meta-Analysis. *Cardiovasc Eng Technol*. 2022 Feb;13(1):147-169. doi: 10.1007/s13239-021-00569-0. Epub 2021 Aug 18. PMID: 34409580. [3] Nicolais C, Lakhter V, Virk HUH, Sardar P, Bavishi C, O'Murchu B, Chatterjee S. Therapeutic Options for In-Stent Restenosis. *Curr Cardiol Rep*. 2018 Feb 12;20[2]:7. doi: 10.1007/s11886-018-0952-4. PMID: 29435779.

## Apprentissage profond collaboratif guidé par des connaissances expertes pour l'analyse d'images histopathologiques

**Robin HECKENAUER**, Jonathan WEBER, Michel HASSENFORDER, Germain FORESTIER, Pierre-Alain MULLER.

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

### Brève présentation

Doctorant 4<sup>ème</sup> année Informatique, Intelligence Artificielle/ Image médicale

### Résumé

Dans leur routine de travail, les médecins pathologistes sont amenés à observer au microscope des tissus de différentes pathologies et de différents organes provenant de leurs patients. Un exemple de tel tissu est montré en Figure <sup>[1]</sup>. Ils/Elles recherchent des structures d'intérêts dans les tissus afin de poser un diagnostic médical.

Ces structures d'intérêts peuvent être détectées automatiquement grâce aux méthodes d'intelligence artificielle telle que l'apprentissage profond. Mes travaux portent sur l'analyse d'images médicales de tissus à l'aide de méthodes d'apprentissage profond à la recherche de structures d'intérêts, dans un cadre d'aide aux diagnostics.

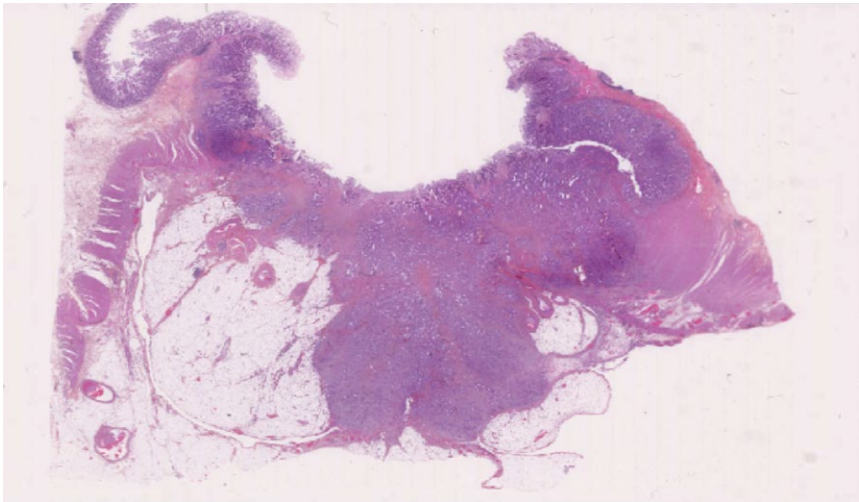


Figure 1 : Exemple de tissu humain. Image médicale scannée d'une biopsie de cancer colorectal.

# Algorithmes d'apprentissage profonde et par renforcement pour la gestion de l'énergie dans les réseaux intelligents

Aissa HENNI, Pascal LORENZ

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS), GRTC*

## Brève présentation

Bonjour, je m'appelle Aissa HENNI, doctorant au laboratoire IRIMAS sous la direction de Mr. Pascal LORENZ, je suis titulaire d'un master en énergies renouvelables en génie électrique à l'université de Mostaganem-Algérie. Mon attachement à l'informatique et mes connaissances académiques m'ont guidé à réfléchir à cette problématique, je suis très intéressé et préoccupé par le problème du changement climatique, avec un esprit écologiste, je participe souvent à des campagnes de nettoyage de plages et de forêts et même de quartiers, j'aime la randonnée et le VTT, pour le sport j'aime le foot et le tennis.

## Résumé

L'électricité est l'un des produits de base indispensables à l'humanité d'aujourd'hui. Pour relever les défis et les problèmes liés à la transmission de l'électricité par le réseau traditionnel, les concepts de réseaux intelligents et de réponse à la demande ont été développés. Dans ces systèmes, une grande quantité de données est générée quotidiennement à partir de diverses sources telles que la production d'électricité (par exemple, les éoliennes), la transmission et la distribution (micro-réseaux et détecteurs de défauts), la gestion de la charge (compteurs intelligents et appareils électriques intelligents). Grâce aux récentes avancées dans le domaine des données massives et des Technologies informatiques, l'apprentissage profond (DL) peut être exploité d'apprendre les modèles à partir des données générées et de prévoir la demande d'électricité et les heures de pointe. Dans ce projet de doctorat, nous allons examiner la performance des différents algorithmes d'apprentissage profond par renforcement dans l'amélioration des systèmes de gestion de l'énergie dans un réseau intelligent. Ensuite, nous prévoyons le développement d'une nouvelle méthode basé sur une combinaison d'architectures neuronales. Les méthodes seront testées sur des données issues d'une simulation d'un réseau intelligent par Simulink sur Matlab ou Mosaik sur Python.

## Development of a New Thread Supply to Produce Innovative Knitwear

**Prisca HOLDERIED**, Pr. Dr. Marie-Ange BUENO,  
Pr. Dr. Marcus O. WEBER

*Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)*

### Brève présentation

Hi, I'm Prisca! After graduating as a textile design engineer, I completed my master's degree in technical textiles. During my studies, I did various internships at spinning, weaving and knitting manufacturers, spent studies abroad at the University Ljubljana and was involved with sustainable textiles in a student initiative. Since 2019, I work as a scientific research associate in various R&D-projects at the Research Institute for Textiles and Clothing (FTB) at the Niederrhein University of Applied Sciences in Mönchengladbach, Germany. I am doing my doctorate in knitting technology at the Laboratoire Physique et Mécanique Textiles (LPMT) at the University Haute-Alsace in Mulhouse.

### Résumé

The increasing demand for technical textiles makes innovations and acceleration of processes necessary. This doctoral work presents an innovative knitting technology. The technology reduces production time and creates completely novel innovative knitting structures. The new yarn supply technology enables the production of an innovative double-layered fabric on flat and circular knitting machines. This double-faced fabric consists of two single-faced fabric sides which are knitted by a first yarn in the front needle bed and a second yarn in the rear needle bed. These two fabrics are joined by a third yarn knitting in both needle beds in the same carriage stroke. This process can generate completely new structures. The method ensures that up to three yarns knit in one system pass. Furthermore, a fourth yarn carrier can be implemented to insert a weft yarn. Additionally, the two single-faced fabrics can be produced simultaneously in the same carriage stroke in the front and rear needle beds. In this case, fewer carriage strokes are required for knitting standard structures such as Milano Rib. This structure can be produced one third faster than with conventional methods. The results show that the technology produces good quality knitted fabrics on a circular knitting machine. Currently, the innovative multi-layer knitted fabrics are being compared with standard knitted fabrics to determine their properties, especially their advantages. Among other factors, they have a higher dimensional stability than standard knitted fabrics.

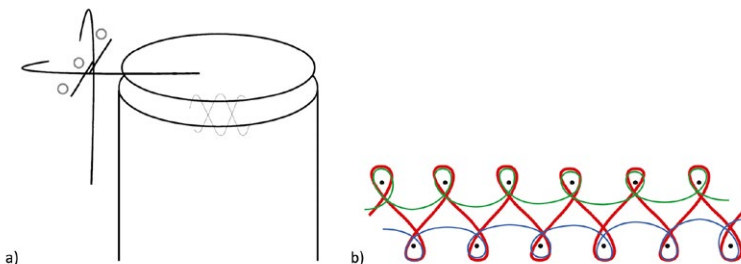


Figure 1 a) Machine set-up for the realization of the innovative knitting technology; source: WO2020069856A1 [1], b) Needle notation of the innovative knitting technology.

[1] Mutschler, Weber, "Method and Knitting Machine for Producing a Knitted Material, and Knitted Material", WO2020069856A1 (A1), WO2019EP74876 20190917, Apr 9, 2020.

# Développement d'un dispositif de contrainte biaxiale pour les matériaux à structure de fibres complexes

Mahmoud HUSSEIN, Bernard DURAND

*Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)*

## Brève présentation

Je suis étudiant en doctorat de mécanique. Après avoir obtenu un double diplôme, une licence en génie mécatronique et une maîtrise en ingénierie électrique et contrôle, j'ai effectué des recherches sur la stéréovision et la monovision pour le tri et la sélection d'objets connus à l'aide d'un bras robotique industriel. Passionné par le domaine de la recherche en mécatronique, j'ai pu découvrir l'avenir de cette spécialité qui sera étroitement liée à la mécanique des matériaux et des matériaux "intelligents". De plus, je souhaite approfondir mes connaissances dans ce secteur des nouveaux matériaux où les fibres joueront un rôle important. C'est pour cette raison que je souhaite avoir la chance d'exploiter ces deux domaines dans le laboratoire de l'UHA, le LPMT.

## Résumé

Pour lutter contre les intempéries, la chaleur ou le froid, l'homme a cherché à se protéger. S'il a commencé par utiliser des peaux d'animaux simples, il a ensuite fabriqué des protections à base de fibres biologiques très diverses. Aujourd'hui, les vêtements les plus efficaces sont fabriqués à partir de matériaux fibreux synthétiques avec des structures très diversifiées. Dans les circonstances les plus extrêmes, les propriétés intrinsèques des fibres permettent à l'homme de survivre et de se protéger. De même, d'abord pour renforcer le sol, puis pour créer des habitats... l'homme a eu recours à des structures fibreuses naturelles, mais très rapidement, il a érigé des structures complexes adaptées à la maîtrise exigeante de son environnement. Ici encore, les fibres fournissent les éléments de renforcement mécanique pour optimiser les constructions. Les contraintes économiques et écologiques actuelles exigent une parfaite maîtrise des matériaux, des structures et des processus de fabrication des objets. Dans ce contexte, il apparaît nécessaire de disposer de modèles capables de prédire les comportements et donc de disposer de dispositifs capables d'identifier les paramètres nécessaires à l'alimentation de ces modèles et à la vérification des comportements attendus. L'utilisation de fibres est la solution ultime pour alléger et rechercher des performances dans tous les domaines mécaniques, car elles permettent de rechercher les performances ultimes des matériaux. C'est l'objectif de ce travail.

Les équipements d'essai actuellement disponibles dans les laboratoires produisent des résultats qui ne représentent pas vraiment les sollicitations réelles. Les différences entre les résultats obtenus à partir des tests standards et les performances réelles sont liés aux difficultés à envisager plusieurs directions de sollicitations, les déformations locales et les champs thermiques. Dans les essais conventionnels, seules les charges unies axiales sont utilisées. Cette étude vise à étudier le comportement de différents matériaux soumis à des charges multiaxiales et modulées en construisant un nouveau dispositif capable d'appliquer des forces de traction biaxiales et d'étudier les propriétés d'amortissement.



Dans cette thèse, premièrement, nous développons une machine d'essai uni axiale avec une approche de modulation pour connaître les transitions d'état du matériau sous contrainte. Ainsi, nous pouvons prédire le comportement réel du matériau. Deuxièmement, nous développons un outil de surveillance de la déformation et de la température pendant l'essai. De cette manière, nous sommes en mesure d'avoir un modèle mathématique pour les matériaux à structure complexe en exprimant la contrainte à l'aide d'une caméra optique pour calculer la déformation locale et d'une caméra thermique pour calculer la température locale qui est en lien avec le stress local du matériau. Enfin, nous concevons et construisons une nouvelle machine d'essai biaxiale avec une approche de modulation pour prédire le comportement réel des matériaux. Nous avons développé un nouvel algorithme pour calculer la déformation locale s'adaptant aux matériaux textiles et nous soumettons cet algorithme dans une revue à haut index dans quelques jours.

À la fin de la thèse, nous espérons disposer d'un outil d'analyse des structures fibreuses avec ou sans résines capable d'évaluer les performances mécaniques des structures afin de proposer des modèles prédictifs de mise en œuvre et de comportement. Le dispositif développé à l'UHA convient aux grandes structures (4000 daN en modulation pour une fréquence de 20 Hertz). Ce dispositif est adapté à la demande industrielle locale.

[1] A. Willems, S. V. Lomov, et al., "Optical strain fields in shear and tensile testing of textile reinforcements." *Composites Science and Technology*, 68 (3-4), p.807-819, 2008

# Deep Learning for Time Series Classification with Hand-Crafted Convolution Filters

Ali El Hadi ISMAIL FAWAZ, Pr. Germain FORESTIER,  
Dr. Maxime DEVANNE, Dr. Jonathan WEBER

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

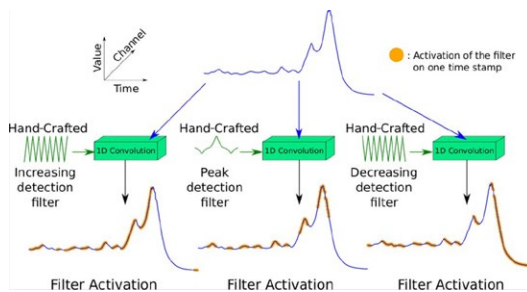
## Brief presentation

I started my studies back in Lebanon and got an engineering degree, specifically in Telecommunication engineering. I came to France for my Masters degree at Telecom Paris. My master was about signal processing in general and research oriented which was one of the reasons why I was sure I wanted to pursue my studies with a PhD. Working in the Artificial Intelligence research field is very interesting, it gave me the opportunity to contribute to the scientific community and to make connections from other universities around the world because of conferences and collaborations.

## Abstract

Deep learning has been seen to be very effective for the task of Time Series Classification (TSC), the best performing architectures are seen to be Convolution Neural Networks (CNNs)<sup>[1]</sup>. CNNs have the goal of finding the best convolution filters to be applied on the input time series in order to have a more accurate classification at the end. These convolution filters should tend to detect generic patterns in the time series but suffer from the know machine learning problem, overfitting. This last problem will result in finding very specific filters for the training samples, which leads in having bad performance during evaluation. We propose to construct new hand-crafted filters that detects three well generic patterns: increasing trend, decreasing trend and peaks. These hand-crafted filters, given their generic form, can be used to boost CNN architectures by using them in parallel to the learned ones. We used the custom filters with the state-of-the-art model on TSC, InceptionTime<sup>[2]</sup>, and noticed that the model now, called Hybrid InceptionTime (H-InceptionTime) performs way better than InceptionTime on 128 different datasets<sup>[3]</sup>.

To understand better the usage of the custom filters, here is a summary illustration of the workflow. It is clear that the filters get activated (in orange) on the patterns that they should detect.



[1] Ismail Fawaz, Hassan, et al. "Deep learning for time series classification: a review." *Data mining and knowledge discovery* 33.4 (2019): 917-963.

[2] Ismail Fawaz, Hassan, et al. "Inceptiontime: Finding alexnet for time series classification." *Data Mining and Knowledge Discovery* 34.6 (2020): 1936-1962.

[3] Dau, Hoang Anh, et al. "The UCR time series archive." *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica* 6.6 (2019): 1293-1305

# Architectures d'allocation de commande reconfigurables et robustes pour un robot agricole sur-actionné

Erwan JOUVE<sup>1,2</sup>, Michel BASSET<sup>1</sup>, Rodolfo ORJUELA<sup>1</sup>, Jules MATZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)

<sup>2</sup> Technology and Strategy -Schiltigheim, France

## Brève présentation

Passionné d'aviation, et déjà pilote pendant le lycée, j'ai tout naturellement orienté mes études dans ce domaine. J'ai donc intégré l'Institut de Maintenance Aéronautique à Bordeaux (devenu Evinger), un parcours universitaire en 5 ans axé sur la conception et à la maintenance des aéronefs. Pendant ces 5 années, j'ai découvert l'automatique, domaine que j'ai pu approfondir en me spécialisant sur les systèmes avioniques. J'ai aussi, pendant ces années, exprimé le souhait de m'ouvrir à d'autres domaines dans lesquels l'automatique est utilisée. Dans cette optique, j'ai entamé mes travaux de recherche depuis mai 2023.

## Résumé

Le secteur agricole subi de fortes contraintes réduisant l'efficacité des différents acteurs du secteur. Nous pouvons citer, à titre d'exemple, le manque de main d'œuvre, des conditions climatiques défavorables, l'augmentation du prix de l'énergie, etc. Ce contexte est de plus en plus favorable à l'automatisation du travail, en passant notamment par des véhicules autonomes à petit gabarit. Ces véhicules doivent pouvoir assister les agriculteurs dans leur travail soit en tant que soutien soit en autonomie (exemple : désherbage mécanique automatique d'une parcelle). Les environnements dans lesquels ces véhicules évoluent sont très contraignants à cause de la qualité du terrain ainsi que de la topographie.

C'est pourquoi le laboratoire IRIMAS et l'entreprise Technology and Strategy située à Schiltigheim (près de Strasbourg) s'intéressent de près au développement d'outils ou « briques technologiques » permettant au véhicule d'assurer au mieux sa mission. L'une de ces briques concerne les lois de commande qui asservissent le véhicule. Une première thèse (VIEIRA GOIS FERNANDES, 2022) a permis d'élaborer plusieurs stratégies de commandes longitudinales et latérales sur un premier prototype de véhicule autonome agricole sous-actionné (un seul actionneur pour la direction et un seul actionneur pour la traction).

Ces stratégies de commande ont pu être testées et validées en conditions réelles sur un prototype (image ci-contre). Dans les conclusions de sa thèse, il est mentionné que pour améliorer les performances des véhicules autonomes agricoles, une architecture dite sur-actionnée doit être envisagée.

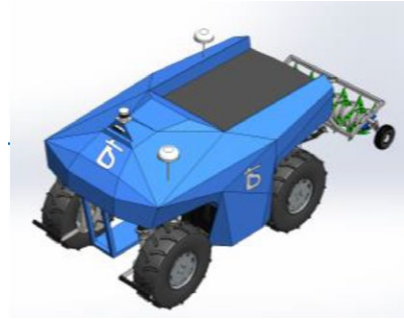
Dans le cadre de ma thèse (2023-2027), l'architecture retenue pour la seconde version du prototype (image ci-contre) comporte quatre moteurs électriques pour actionner individuellement chacune des roues et deux moteurs supplémentaires pour la direction des deux essieux (gérés individuellement). La gestion optimale d'un grand nombre d'actionneurs (allocation de commande) constitue un problème intéressant à aborder en matière de commande des systèmes complexes.

Le but de mes travaux est donc de proposer, dans la continuité des travaux de (VIEIRA GOIS FERNANDES, 2022), une architecture globale de commande comportant un bloc d'allocation de

commande dynamique. Ce dernier permet de traduire la commande générale (p. ex. la vitesse longitudinale souhaitée) en consigne pour les différents actionneurs en améliorant la prise en compte des caractéristiques du terrain (cohésion, pente, dévers...) sans oublier l'utilisation d'outil tracté ou porté pour réaliser diverses tâches au sein d'une exploitation agricole.



*Prototype "KIPP"*



*Visuel de la 2<sup>nd</sup>e version*

[1] VIEIRA GOIS FERNANDES, D. (2022). CONTRIBUTION A LA MODELISATION ET AU CONTROLE GLOBAL DE LA DYNAMIQUE D'UN ROBOT AGRICOLE AUTONOME SOUS-ACTIONNE.

## Automated machine learning with metaheuristics

Muhammad JUNAID ALI, Pr. Dr. Lhassane IDOUMGHAR

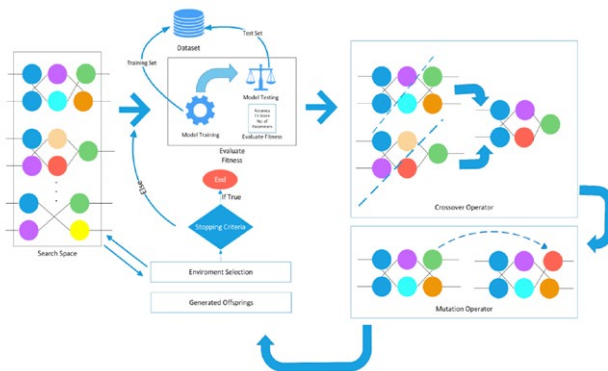
*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)  
- OMeGA research group*

### Brief presentation

My name is Muhammad Junaid Ali, and I am from Pakistan. After completing my master's degree and gaining experience in the domain of artificial intelligence and medical imaging during my thesis, I developed a strong interest and decided to further pursue studies in this field. I consider myself fortunate to have been accepted into a Ph.D. project funded by UHA and ANR that aligns perfectly with my interests. As I like to travel and explore new things, this is the best opportunity for me to work in the best research environment and explore new cultures. Apart from my studies, I explored France's history, culture, language, people, and food and found it very interesting. I also attended various events that our university organized regularly and met new people from different parts of the world.

### Abstract

Machine learning has received a tremendous amount of attention in the last few years. Deep learning approaches have outperformed in various areas, from image processing to natural language processing and medical imaging [1]. Machine learning also assists in numerous medical diagnostic tasks. One of the key problems with these algorithms is the manual tuning of their parameters and the design of deep learning architectures. Optimization algorithms such as metaheuristics can be combined with AI algorithms to build powerful algorithms that assist in building AutoML systems in the healthcare domain. In this thesis, I am working on designing efficient AutoML algorithms for various medical imaging tasks and have proposed an approach for medical image classification problems [2].



[1] O'Byrne, Ciara, et al. "Automated Deep Learning for Medical Imaging." *Artificial Intelligence in Medicine*. Cham: Springer International Publishing, 2021. 1-13.

[2] Muhammad Junaid Ali, Laurent Moatic, Mokhtar Essaid, and Lhassane Idoumghar. 2023. *Designing Convolutional Neural Networks using Surrogate assisted Genetic Algorithm for Medical Image Classification*. In *Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion (GECCO '23 Companion)*, July 15–19, 2023, Lisbon, Portugal.

# Polysaccharides based smart wound dressing with enhanced healing properties for chronic wounds.

Muhammad Anam KHUBAIB, Pr. Dominique C. ADOLPHE

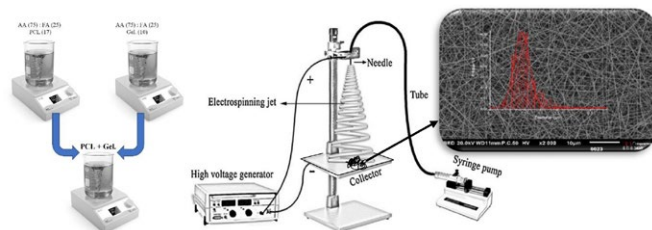
Laboratoire de Physics et Mecanique Textiles (LPMT)

## Brief presentation

My name is Muhammad Anam KHUBAIB. I am a Pakistan national. After my high school, I decided to become an Engineer and secured admission in one of the top Universities in Pakistan. I got inspired by my professors and decided to continue my master's in research. During my stay of two and half years for my masters, I was a research assistant and I published about three journal articles. I started my professional carrier as assistant manager R&D in a textile manufacturing industry. Beside my job, I was also focused on my goal to become professor. After one and half years of struggle, I won international scholarship under the faculty development program of Higher Education Commission Pakistan. Now I'm doing my PhD in mechanics at UHA.

## Abstract

Wound care is well known since humankind, but it grown up with the passage of time. Wound care progressed from three basic steps (wound cleaning, plaster preparation and bandaging) to papyrus technique and then the invention of pus-puller. After that the concept of adhesive bandages that was upgraded in 1857 to sterilized gauze dressings (Brocke and Barr, 2020; KHUBAIB et al., 2021). With the time, researchers found new problems and facts about wound healing and introduced modern wound dressings integrated with specific or multifunctional properties depending upon the wound type as well. These dressings were mainly manufactured by two different techniques (i.e., wet spinning, electrospinning). Current research is focused for the development and characterization (in vivo, in vitro) of the electro spun nanofibers to help the wound for exudate management and to optimize the healing duration. The final product will be loaded with active component to target the specific healing stage. For the active component we are going to use two different methods (i.e., passive loading and coaxial electrospinning). The developed nanofibers will be characterized for SEM, FTIR, XRD, Water dissolution and drug release. Beside this the performance evaluation will be done by testing tensile properties, liquid absorption, anti-bacterial activity, antioxidant behavior, cell viability and cell adhesion. During the initial trails, we have successfully optimized the PCL solution and electrospinning parameters. This optimization was conducted to minimize the nano/microbeads, and to achieve uniform nanofibers. We also pursued for the composite (by using single needle and needle less electrospinning) and co-axial electro spun nanofiber. Now, we stepped in characterization phase of the developed samples.



[1] Brocke, T. and Barr, J. (2020) 'The History of Wound Healing'; *Surgical Clinics of North America*, 100(4), pp. 787–806. doi: 10.1016/j.suc.2020.04.004. [2] KHUBAIB, M. A. et al. (2021) 'Biomaterials-based anti-traumatic and antibacterial gauze dressing pads for partial thickness wounds', in Raja, M. Y. A. et al. (eds) *Second iiScience International Conference 2021: Recent Advances in Photonics and Physical Sciences*. SPIE, p.

# Safe navigation of an autonomous ground vehicle in a shared and constrained environment

Anis KOLIAI, Stéphane BAZEILLE, Michel BASSET, Rodolfo ORJUELA

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

## Brief presentation

Currently in my second year of my PhD thesis. My journey began in Algeria, where I was born in Tizi-Ouzou. I obtained a bachelor's degree in electronics at the Faculty of Science, University of Mouloud-Mammeri Tizi-Ouzou. I then decided to continue my education and traveled to France to pursue a master's degree in the field of automatics and embedded systems at the University Haute Alsace. Alongside my research, I actively engaged in various academic activities, including notable events like Fete de la Science and La Journée Portes ouvertes UHA. Now, as I find myself in the midst of my PhD research, I am excited to explore new frontiers, collaborate with fellow researchers, and make meaningful contributions to the scientific community.

## Abstract

In recent years, autonomous vehicles have garnered significant interest in the scientific community due to their potential benefits in terms of safety, efficiency, and traffic congestion reduction. These vehicles rely on multiple perception and localization sources to navigate various situations. However, factors like errors and noise can compromise the accuracy of these sources, impacting control strategies and introducing risky and unstable behaviors. Therefore, ensuring the robustness of control strategies becomes crucial in addressing these challenges effectively.

The current research focuses on two key aspects:

1. Characterizing and modeling errors and noise that can affect the positioning system.
2. Enhancing the control strategy to effectively handle location errors.

To compare different localization error models, a simulation study was conducted [1]. A guidance and control scheme incorporating a proposed localization drift model (Figure 1) was implemented. The simulation results revealed a discontinuity phenomenon caused by erroneous position measurements. Future work will use the proposed model to test and validate control strategies that account for measurement discontinuity. The objective is to ensure robustness of control strategies against localization errors.

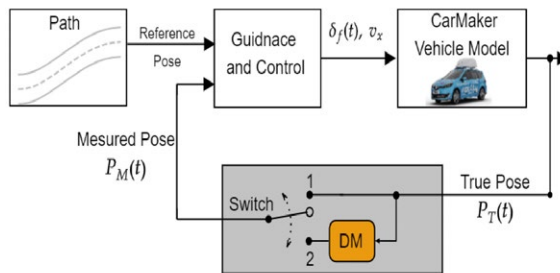


Figure 1: Bloc diagram of closed loop guidance and control system integrating a localization drift model (DM).

[1] A. Koliai, S. Bazeille, M. Basset, R. Orjuela., "A Comparative Simulation Study of Localization Error Models for Autonomous Navigation". 16th European Workshop on Advanced Control and Diagnosis, November 16-18, 2022, Nancy, France.

## Problèmes de transport généralisés, statiques et dynamiques.

Armand LEY, Nicolas JUILLET, Augustin FRUCHARD

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

### Brève présentation

Origine : Hameau (Haberacker).

Parcours : bac S, licence et master de math à Strasbourg (M2 agrégation, puis M2 recherche en probabilités).

Passions : Triathlète (piscine, pub irlandais, restaurant vietnamien), biographe semi-officiel de Ragnar le Roc, intérêt pour les chants liturgiques du bas moyen-âge, co-construction de l'institut informel Matheor, vulgarisation scientifique costumée. Organisation d'événements.

### Résumé

Ma thèse de mathématique a pour cadre le transport optimal. Le transport optimal permet de modéliser des phénomènes dans plusieurs disciplines, notamment l'économie, la physique, la finance ou encore l'analyse d'images. Le problème phare du transport optimal est appelé le problème de Monge-Kantorovitch : il s'agit d'un problème de minimisation d'une fonction sous certaines contraintes. Le problème de Kantorovitch, bien étudié dans le cadre classique, admet plusieurs généralisations/variantes (transport multi-marginal, transport faible ou transport martingale). Je suis intéressé par une de ces variantes, le transport optimal entropique. En transport optimal entropique, on pénalise la fonctionnelle initiale par une autre fonctionnelle, appelée l'entropie de Fisher, en utilisant un paramètre epsilon qui mesure la taille de la pénalisation entropique. J'étudie le comportement des solutions quand le paramètre epsilon tend vers 0 et les liens avec le problème de Monge-Kantorovitch classique. J'ai montré le résultat dans le cadre semi-discret, mais pas le cadre général.



## Analysis and simulation of forming process of 2D and 3D-tubular biaxial braided composite reinforcements

Jinlei LI, Pr. Peng WANG

*Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)*

### Brief presentation

My name is Jinlei, I am from China. I spent my university and master's stage in China. Now, I am a Phd student in the third year of LPMT. I am mainly engaged in the research of mechanical properties of textile materials. During my study, I participated in many seminars held by the laboratory, learned a lot of new knowledge, and met many new friends. At the same time, according to my hobbies and interests, I took part in the open courses of the doctoral school, especially the French course, and I learned a lot of useful spoken languages, which also facilitated daily communication.

### Abstract

The mechanical properties and deformation behavior of textile reinforcements are crucial for the manufacture of composite parts with complex shapes. The quality of reinforcements determines the mechanical properties and load-bearing capacity of the composite parts. Textile reinforcements are usually prepared by two textile processes: weaving and braiding, as shown in (Fig. 1). Woven reinforcements have been widely studied because of their symmetrical structure and easy characterization and prediction of deformation. Compared with woven fabrics, braided fabrics have more structural variability and more braiding patterns, which can be designed according to different application conditions, thus further expanding the application scope of textile composites. Therefore, considering the deformation behavior of the braided fabrics during the preforming process has not been fully characterized, this thesis will analyze and investigate the properties of braided fabrics.

For the study of braided fabrics, my thesis will focus on two-dimensional flat braids and three-dimensional tubular braids (Fig. 2) to explore the mechanical properties of braided reinforcements from both experimental and simulation aspects. Firstly, based on the bias-extension test, the in-plane shear mechanical model of flat fabric was established by a kinematic method. On this basis, the mechanical properties of tubular fabric were investigated. Uniaxial tensile tests were conducted on the tubular fabric to obtain the shear response.

Meanwhile, a theoretical model for characterizing the shear behavior of tubular fabrics was developed and validated based on the experimental results. In addition, considering that the fabric was greatly affected by temperature during the forming process, the thermomechanical behavior of tubular braids was investigated. The effects of different temperatures and tensile speeds on the load-bearing capacity and shear properties of fabrics were discussed. To improve manufacturing efficiency and avoid "trial and error", a non-orthogonal hyperelastic constitutive model for simulating the forming process of braided reinforcements was improved. The model considered the tensile and shear deformation modes of the braided fabrics during the forming process and used invariants to describe the corresponding strain energy.

The relation between the tensile load and the second Piola-Kirchhoff stress tensor was also established to identify the material parameters. The simulation results of the bias-extension test and hemispherical stamping test of the braided fabrics were compared with experimental results to verify the correctness of the hyperelastic model. Finally, based on the tensile test of the tubular braided fabrics, the hyperelastic model was used to investigate the forming of the tubular

fabrics. The effects of different cross-sectional shapes on the shear properties of the fabric were analyzed. The results show that the theoretical model proposed in the experimental part of this thesis and the improved non-orthogonal hyperelastic constitutive model in the simulation part can effectively characterize the mechanical behavior of the braided fabrics.

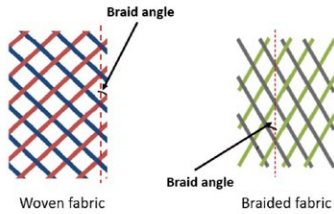


Fig. 1. Woven fabric and braided fabric



Fig. 2. The braided fabrics, (a) a flat fabric and (b) a tubular fabric

## Intelligent Solutions for Efficient and Secure In-Home Patient Monitoring Based on AI and Blockchain

Joseph MERHEJ, Abdelhafid ABOUAISSA, Lhassane IDOUMGHAR, Hassan HARB

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

### Brief presentation

Bonjour, je suis Joseph Merhej de nationalité libanaise, je travaille comme formateur dans les laboratoires d'informatique de l'Université Libanaise à Al-Fanar Beyrouth. Et puisque je travaille dans le secteur de l'enseignement universitaire, et que je détiens une maîtrise de recherche en informatique et communications, et que je cherche à développer mes connaissances et mon domaine de spécialisation, j'ai décidé de poursuivre mes études et d'obtenir un doctorat.

### Abstract

Récemment, l'émergence du COVID-19 a clairement montré la faiblesse des systèmes de santé publique dans la plupart des pays. Par conséquent, les gouvernements sont confrontés à une pénurie de centres médicaux dotés d'équipes médicales qualifiées pour surveiller périodiquement le grand nombre de patients et agir rapidement lorsqu'une condition urgente est détectée. Ainsi, l'intégration de dispositifs basés sur la détection, en particulier le réseau de capteurs sans fil (WSN) et l'Internet des objets (IoT), est devenue un incontournable pour les hôpitaux afin d'améliorer leurs systèmes de santé. Ces technologies permettent une surveillance continue des signes vitaux d'un patient restant à domicile (c'est-à-dire une surveillance à domicile) et transmettent périodiquement les données collectées à l'hôpital pour une analyse ultérieure. Ensuite, lorsqu'une situation critique du patient est détectée, une intervention du service des urgences a été mise en place pour transférer le patient à l'hôpital et suivre de près son état. L'objectif de cette thèse est d'étudier et de comprendre l'ensemble des enjeux et défis liés au suivi des patients à domicile tout en se concentrant sur les enjeux de consommation d'énergie, de détection précoce des urgences et de transmission sécurisée des données. De plus l'évaluation de nouvelle technologie, telle que la Blockchain, qui est décentralisé, immuable et distribuée, les chercheurs travaillent pour intégrer cette technique dans le domaine de la santé. De notre part nous proposons de combiner la blockchain avec l'intelligence artificielle pour améliorer la sécurité des données et préserver leur intégrité.

Tout d'abord, nous avons proposé une étude comparative entre un ensemble d'articles récemment publiés. Les articles sélectionnés ont été étudiés et comparés en termes de sécurité, de confidentialité, d'efficacité, d'évolutivité, d'accessibilité, d'intégrité et de latence. Le test de Friedman a choisi un de ces papiers comme le plus puissant.

Ensuite, nous avons proposé une architecture à trois couches : application, contrôle et stockage. La première couche collecte les informations des patients. Dans la deuxième couche, le contrat intelligent teste les données collectées et les divise en deux catégories: sensibles et ordinaires. Dans la troisième couche, les données sensibles sont stockées dans la chaîne Off-Chain et les données ordinaires dans la chaîne de blocs Ethereum. Les résultats de notre simulation sur la base de données MIMIC montrent que cette approche assure la sécurité des données.

Enfin, nous avons proposé de combiner la blockchain avec la méthode d'intelligence artificielle GAN qui génère des données synthétiques. Cette approche teste chaque transaction d'informations échangées entre différentes entités si elles sont frauduleuses ou non. Les résultats montrent que notre approche évitera les blocs risqués.

## Development of a new biodegradable and/or recyclable binder.

Ahmed MEZHERI, Dr. Abdelaziz LALLAM

*Laboratoire de Physics et Mecanique Textiles (LPMT)*

### Brief presentation

My name is Ahmed Mezheri. After completing a Master's degree in Process and Polymers Engineering in Algeria, I came to France to pursue a PhD research in the field of Process Engineering at the LPMT/UHA. Alongside my research activities, I am a member of the Association des Chimistes de l'Industrie Textile (ACIT). Additionally, I had the opportunity to gain valuable experience in leadership and personal development as a Team Leader in Talent Management with the NGO "AIESEC International France".

### Abstract

The textile industry has faced new challenges due to the global open economy and environmental concerns. To achieve this goal, diversification of activities and the use of environmentally friendly products are necessary. My PhD topic focuses on introducing new binders into a textile product that meet environmental criteria in terms of recyclability and/or biodegradability. To realize this project, we are seeking a simple and cost-effective process to obtain a final product with great versatility in terms of flexibility and properties. We first assessed the efficiency of hybrid consolidation using a bio-binder and needle punching process. Then, we studied the adhesion properties between the different elements that constitute the initial material by examining a series of bio-binders to select the best candidate in terms of performance, economic viability, and environmental requirements.

*\* Confidential Topic – UHA.*

## Rota-Baxter algebras and rooted trees

Douglas MODESTO DA FRAGA CANDIDO, Pr. D. BORDEMANN

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

### Brief presentation

My name is Douglas Modesto and I'm Brazilian. It was a great opportunity for me to study in France, and I am enjoying it very much. I study algebra, especially post Lie algebras, Rota-Baxter algebras and generalizations of those theories for non-planar trees and forests. Besides that, in the lab we have a weekly talk on various themes, I am also part of a study group with other researchers from the lab, where we gather to study different algebra topics.

### Abstract

My thesis is focused in the algebra of rooted trees and forests, such as the Rota-Baxter algebras on those structures. A Rota-Baxter algebra is an associative algebra equipped with a linear operator that generalizes the integral operator in analysis. In <sup>[1]</sup> we have a description, being  $A$  an algebra, of the shuffle product in the tensor algebra  $T(A)$ , we also have a description of a Rota-Baxter operator  $P_A$  on  $T(A)$ . The shuffle Rota-Baxter algebra of weight  $\lambda$ ,  $(T(A), P_A)$ , is a free commutative Rota-Baxter algebra of weight  $\lambda$  on  $A$ . A question that naturally arises from that is: does it exist a generalization of that theory for trees? In <sup>[2]</sup> we have a description of a shuffle product on decorated planar trees that generalizes the shuffle on words and the natural candidate for a Rota-Baxter operator might come from the root grafting. In our research we look into those connections and the universal properties on trees.

[1] L. Guo, *An Introduction to Rota-Baxter Algebras*, International Press and Higher Education Press, 2012.

[2] P. Clavier, *Series representation of arborified zeta values*, arXiv:2202.00611, 2022.

# Surrogate-Assisted Metaheuristics for Facility Location Problem

Muhammad SULAMAN, Lhassane IDOUMGHAR

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS) - OMeGA research group*

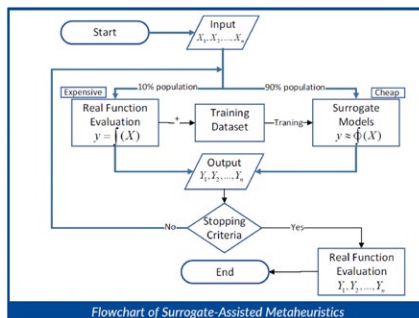
## Brief presentation

I am Muhammad Sulaman from Pakistan. I held a Master degree in Computer Science and from the Nanjing University of Aeronautics and suppliers Astronautics. My research interests include evolutionary computation, computational intelligence, meta-heuristics, hyper heuristics, operations research, and machine learning. My PhD thesis is about integrating machine learning techniques in to metaheuristics to effectively and efficiently solve real world optimization problems. Apart from my studies, I explored France's history, culture, language, people and food and found It very interesting. I also attended various events that our university organized regularly and met new people from different parts of the world.

## Abstract

This study considers a facility location problem where demands are uniformly distributed along the network's edges with the goal of reducing customer travel times. To solve this problem, metaheuristics are used due to the NP-hardness of the problem. However, metaheuristics require a large number of function evaluations, which can be timeconsuming. Inexpensive surrogate models can be used to reduce the number of function evaluations and accelerate optimization. These surrogate models can improve the efficiency of the optimization process without sacrificing solution quality.

- The main objectives could be summarized as follows:
- Adoption of meta-heuristics to tackle Facility Location Problem
- Novel hybrid architectures for metaheuristics
- Develop surrogate models to reduce the computational time of metaheuristics on expensive problems
- Introduce new realistic benchmarks problems with different sizes and specifications in the domain of Logistics
- Develop surrogate-assisted new algorithms to solve the introduced problems



[1] L. Guo, *An Introduction to Rota-Baxter Algebras*, International Press and Higher Education Press, 2012.

[2] P. Clavier, *Series representation of arborified zeta values*, arXiv:2202.00611, 2022.

# Depth-varying joint segmentation/deconvolution of vines' wood in fluorescence microscopy

Ouali SONIA, Olivier HAEBERLE

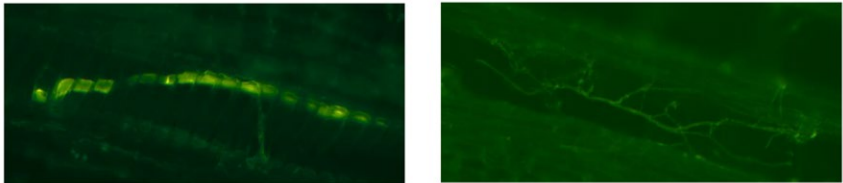
*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

## Brief presentation

My name is Sonia Ouali, I am from Algeria, I'm a third year PhD student at IRIMAS laboratory and I work at IUT lab with IMTI team. I studied my master degree at the university of Mulhouse where I had the chance to join IRIMAS as a trainee. At the end of my internship, I started my PHD in the same laboratory.

## Abstract

Viticulture plays an import economic role in France. Esca is an ambiguous fungal disease that causes wood decays, a major threat for the grapevine industry and to which no treatment is presently available. Understanding the colonization process is a key factor in developing cures for a sustainable viticulture. Using fluorescence microscopy, we observed graftlings samples of vines inoculated with fungus suspected to cause esca. The images we obtained present a dark-green autofluorescent textured background, while filamentary fungus appears in light-green fluorescence. Our goals are to separate the pathogen from its environment, and then quantify it. We want to include the Point Spread Function (PSF) of the microscope into our segmentation process to compensate its effect. The segmentation is based on Triplet Markov fields (TMF)<sup>[1]</sup>. We have no guarantee that the pathogen is on the focal plane, so the depth at which it is situated is unknown. It is therefore necessary to jointly deal with both problems of non-stationary deconvolution and segmentation. Our method achieved segmentation with at least 5% less errors than when using the Pairwise MF approach.



Longitudinal section of vine wood cutting observed by fluorescence microscopy

[1] Ouali, S., Courbot, J. B., Pierron, R., & Haeberte, O. (2022, September). Segmentation statistique d'images du bois de vigne par champs de Markov triplets. In Actes du 28e colloque GRETSI, Nancy, France.

## Navigation sécurisée d'un véhicule tout terrain non-supervisée en milieu arboricole

Florian PHILIPPE<sup>1,2</sup>, J-P LAUFFENBURGER<sup>1</sup>, T. JOSSO-LAURAIN<sup>1</sup>, M.SPISSER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)

<sup>2</sup>Technology and Strategy - Schiltigheim France

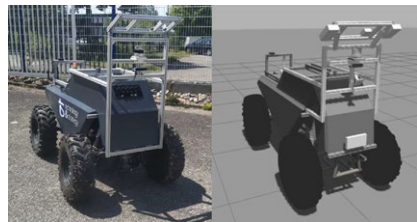
### Brève présentation

Je suis Florian PHILIPPE, doctorant D1 en thèse CIFRE entre le laboratoire IRIMAS et l'entreprise Technology & Strategy Engineering (Schiltigheim). Ingénieur automobile de formation, j'ai toujours été curieux et attaché à apporter ma contribution à la science. Passionné de nouvelles technologies et fort de mes différentes expériences, je m'épanouis dans le monde de la recherche.

### Résumé

L'automatisation et la robotisation des véhicules a commencé à s'étendre sur les différents secteurs du marché agricole, en particulier la viticulture et le maraîchage. Dans ce contexte il est essentiel de garantir une localisation du robot précise en toutes conditions (notamment dans des milieux dans lesquels l'emploi de solutions de type GPS n'est pas toujours fiable) ainsi qu'une perception fiable des obstacles. Ces derniers peuvent être fixes comme des arbres et des plantations ou bien mobiles comme des arboriculteurs. L'objectif de la thèse est de développer des algorithmes temps réel pour la détection d'obstacle en milieu semi-structuré, i.e. dont on connaît en partie la composition, se basant sur une fusion de données hétérogènes issues d'un grand nombre de capteurs (caméra couleur, caméra de profondeur, caméra multispectrale, lidar, etc.). La multiplicité des sources et de la nature des informations devrait permettre de fiabiliser le système de détection tout en assurant la sécurité en temps réel des usagers du verger. Les travaux de Fly Kragh<sup>[1]</sup> ont permis de développer des méthodes de détection d'obstacles dans les champs et vergers grâce à des acquisitions multimodales, i.e. par l'emploi de différentes sources d'informations. Zhou et al.<sup>[2]</sup> ont proposé une méthode de détection d'obstacles basée sur l'imagerie multispectrale afin de tirer profit des caractéristiques particulières de l'environnement végétal. En effet, les plantes chlorophylliennes réfléchissent plus intensément ces longueurs d'onde. Riche de ces travaux, notre plateforme expérimentale autonome s'équipe d'instruments de télémétrie, d'imagerie conventionnelle et multispectrale. La complémentarité des technologies employées permet de tenir compte des différentes faiblesses individuelles. Ce banc de mesure rassemblera un ensemble de données permettant le développement, l'entraînement et la validation d'algorithmes de perception robustes dans le milieu agricole et arboricole. Un simulateur a également été mis en place pour expérimenter virtuellement nos solutions avant de les embarquer et de les éprouver dans un environnement complètement paramétrable.

Figure 1 - Plateforme expérimentale KIPP et son jumeau numérique



[1] M. F. Kragh, "Lidar-based Obstacle Detection and Recognition for Autonomous Agricultural Vehicles," Ph.D, Aarhus University, 2018. doi: 10.7146/auL.288.202.

[2] N. Zou, Z. Xiang, and J. Zhang, "Multi-spectrum superpixel based obstacle detection under vegetation environments," Jun. 2017, pp. 1209-1214. doi: 10.1109/IVS.2017.7995877.



# Toward an Optimal Consensus Protocol for Private Blockchains

**Kenza RIAHI, Lhassane IDOUMGHA, Abdelhafid ABOUAISSA**

<sup>1</sup>Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)

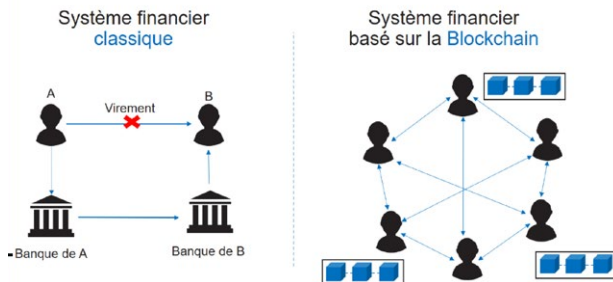
<sup>2</sup>Technology and Strategy - Schiltigheim France

## Brève présentation

Je suis Kenza, j'ai 24 ans et je suis d'origine marocaine. J'ai toujours aimé expliquer les cours à mes camarades, à ma sœur ou à des amis qui, des fois n'avaient rien à voir avec ce que je fais. Je suis ingénieure en informatique et il m'est arrivé d'expliquer des cours de recherche opérationnelle à des amis en faculté d'économie et de droits. Etre curieuse et aimer expliquer des choses ne sont pas loin de ce que ferait un enseignant chercheur. C'est donc la raison pour laquelle après mon diplôme d'ingénieur, j'ai choisi de faire une thèse. Je suis actuellement installée à Strasbourg, connue pour ses canaux d'eaux où je pratique de l'Aviron les week-ends. De plus, étant à proximité de l'Allemagne mais aussi de la partie germanophone de la Suisse où je m'évade souvent, j'apprends l'allemand dans mon temps libre mais aussi l'espagnol, une langue que j'aime bien. Cette année seulement, j'ai pris des cours de couture et de design de mode avec l'Université Populaire Européenne.

## Résumé

Dans beaucoup de domaines (médical, financier, etc.), les données sont sensibles et confidentielles. Elles doivent donc être stockées d'une manière très sécurisée. L'une des technologies qui commencent à révolutionner plusieurs domaines est la Blockchain. Apparue en 2008 avec le Bitcoin, elle continue à être utilisée dans d'autres secteurs (industrie, ville intelligente, énergie, etc.). La Blockchain est une méthode de stockage des données d'une façon décentralisée. Tous les participants contribuent à la validation des données (c'est ce qu'on appelle de consensus) avant de les ajouter à la base de donnée dont chacun détient une copie. Les données, une fois ajoutées à la Blockchain (la base de donnée) ne peuvent plus être modifiées ou supprimées grâce à des méthodes cryptographiques. Je travaille actuellement sur les protocoles de consensus en essayant d'en proposer un qui serait optimal en ce qui concerne les délais de réponse et le nombre de messages échangés tout en conservant un certain niveau de sécurité. J'ai proposé un premier consensus que j'ai nommé le APBFT qui réduit les délais réponse en attribuant un score à chaque nœud. Cette solution donne des résultats mieux que d'autres trouvés dans la littérature. Je suis actuellement en train d'intégrer l'IA pour choisir les meilleurs nœuds pour participer au consensus.



## Combinatorics of the Universal Drinfeld-Yetter Algebra

Andrea RIVEZZI, Pr. M. BORDEMANN, Pr. T. WEIGEL

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

### Brief presentation

I am from Lamezia Terme, Italy. I did the Bachelor and Master of Science in Mathematics at the University of Bologna, Italy. For my master thesis, I went to Edinburgh, Scotland, for 5 months. Then I moved to Milano and I started a PhD program in Mathematics at the University of Milano-Bicocca. My PhD supervisor at Milano, Thomas Weigel, contacted Martin Bordemann (Université de Haute Alsace) in order to supervise me, since he is an international expert in my field of research. Therefore, I am currently doing a joint PhD.

### Abstract

Currently, I am carrying on different research projects. In one of those, together with A. Appel (University of Parma) I am trying to understand the combinatorics of the structure constants of the Universal Drinfeld-Yetter algebra, see<sup>[1]</sup>. In few words, there are some integer numbers describing the structure of a mathematical object, namely the Universal Drinfeld-Yetter algebra. At the moment we do not have an exhaustive answer to this problem, but we managed to describe the nature of this phenomenon through further algebraic objects, which have some good combinatorial properties.

[1] A. Appel, V. Toledano Laredo, *Uniqueness of Coxeter structures on Kac-Moody algebras*, *Advances in Mathematics* 347 (2019) 1-104

## Development of safe control architectures for an autonomous ground vehicle

Wissam SAYSSOUK<sup>1,2</sup>, Michel BASSET<sup>1</sup>, Clément ROOS<sup>2</sup>,  
Rodolfo ORJUELA<sup>1</sup>, Mario CASSARO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)

<sup>2</sup> ONERA - The French Aerospace Lab, Information Processing and Systems Department, Toulouse, France

### Brief presentation

I am Wissam Sayssouk. Originally from a small town in the countryside called Rachiine in Lebanon. My passion for knowledge and scientific exploration began at an early age. Throughout my academic journey, I have delved deep into the realm of automotive engineering, studying advanced technologies and algorithms to enhance the performance and safety of vehicles.

This journey started in Lebanon and took me to Mulhouse, with a stop in Grenoble, where I obtained a Master's degree in Systems, Control, and Information Technologies from Université Grenoble Alpes (UGA) in 2021. Currently, I am a second year Ph.D. student in Automatic Control, pursuing my studies at Université de Haute Alsace (UHA) in Mulhouse, France, and ONERA in Toulouse, France. My Ph.D. not only allows me to explore my passion for vehicles but also provides an opportunity to contribute to the development of autonomous driving and intelligent transportation systems.

### Abstract

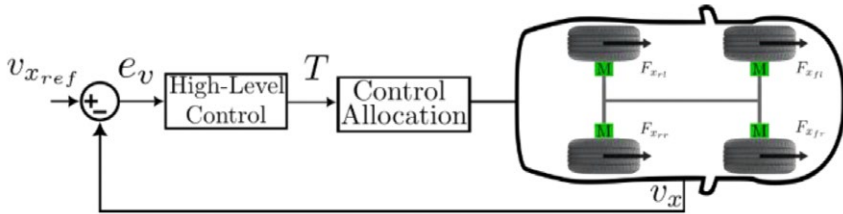
Decades of research efforts have led to significant advances in the control of autonomous vehicles, often neglecting that system nowadays are over-actuated. Systems equipped with a redundant set of actuators are found in many applications (aerospace, automotive, robotics, etc.). In over-actuated systems, the number of actuators is larger than the number of degrees of freedom compared to the traditional motion control systems.

Control design of over-actuated systems is a challenging task due to over-actuation, where simultaneous control of multiple actuators is needed to achieve the desired behavior or performance. In this thesis, a hierarchical control architecture is investigated (see Fig. 1). The high-level controller provides the total forces and moments required, while the lowest level, called control allocation (CA), directly interacts with the actuators.

The purpose of control allocation is to distribute the desired virtual control effort,  $T$ , generated by the high-level control, among the available actuators, taking into accounts physical limitations and constraints. Existing literature on control allocation often ignores actuator dynamics when solving the CA problem, assuming that actuators respond instantly to commands. While this assumption may seem reasonable, it is not always valid in practical applications like electric vehicles. Actuators can react differently due to various internal and external dynamics, leading to undesirable behavior in critical situations.

The existing approaches that consider the actuator dynamics have many drawbacks, such as calculation time, and they don't account for actuators with different dynamics. This thesis aims to address two primary objectives. Firstly, it proposes new control architectures. Secondly, it investigates the impact of actuator dynamics on closed-loop performances. The focus is on proposing

a novel control allocation algorithms [1,2] that overcome the limitations of existing methods by considering actuator dynamics. The theoretical contributions are evaluated through simulations using a realistic simulator that incorporates a model of an autonomous vehicle. Subsequently, the approach will be experimentally tested to validate its effectiveness on a real-world platform.



[1] Daisy Chaining Kalman Filter Control Allocation: Wissam SAYSSOUK, Rodolfo ORJUELA, Mario CASSARO, Clement ROOS and Michel BASSET. IFAC/IEEE 9th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), Rome, Italy (2023)

[2] A Kalman-based allocation strategy for the longitudinal control of an over-actuated 4 in-wheel electric vehicle : Wissam SAYSSOUK, Rodolfo ORJUELA, Mario CASSARO, Clement ROOS and Michel BASSET. IEEE 26th IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Bilbao, Spain (2023). [submitted]

# Optimisation du fraisage de composites à renfort fibreux via l'analyse des défauts générés lors de la coupe

Benoît SCHRAB, Michel TOURLONIAS

Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)

## Brève présentation

Après un diplôme d'ingénieur en mécanique à l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud Alsace (ENSISA) obtenu en 2020, j'ai choisi de me diriger vers le domaine de la recherche. Pendant ma formation d'ingénieur, j'ai en effet eu l'occasion de réaliser plusieurs projets en lien avec la recherche. Au cours de ces travaux, j'ai toujours apprécié le fait de chercher à comprendre en profondeur un sujet et de travailler sur des problématiques nouvelles. Mon objectif est de poursuivre dans la recherche académique après l'obtention de mon doctorat.

## Résumé

La fabrication des polymères renforcés de fibres (FRP) implique généralement des opérations d'usinage après mise en forme. Il s'agit principalement d'opérations de détourage, permettant de retirer l'excédent de matière en bord de pièce et d'opérations de perçage, pour la fixation des pièces dans les systèmes<sup>[1]</sup>. Les FRP sont constitués d'un renfort fibreux, qui assure la résistance mécanique du matériau et d'une matrice polymère qui lui apporte la cohésion. Le matériau obtenu est donc hétérogène et anisotrope, ce qui entraîne des mécanismes de coupe spécifiques lors de l'usinage<sup>[2]</sup> et l'apparition de défauts qui peuvent altérer les caractéristiques mécaniques de la pièce finale. Ces défauts peuvent survenir sur les surfaces usinées (arrachement de fibres, étalement de matrice...) ou sur les faces extérieures des pièces (décollement des couches de matière en surface et fibres non coupées - *Figure 1 & Figure 2*). L'étude vise à caractériser ces défauts de manière quantitative, en fonction des conditions de coupe (vitesses de rotation et de déplacement de l'outil, quantité de matière usinée à chaque passe...), de la stratégie d'usinage, de l'usure de l'outil et des caractéristiques du matériau (en particulier l'orientation des fibres), dans le cas du détourage par outil coupant. L'objectif est également de corréliser ces résultats avec d'autres critères de qualité de la coupe (niveau vibratoire, efforts de coupe et température de la surface usinée). La première partie du travail a pour but de caractériser l'influence de l'orientation des fibres, qui joue un rôle fondamental dans les mécanismes de coupe<sup>[2]</sup> et impacte donc l'apparition de défauts. Ce paramètre joue notamment un rôle crucial dans l'apparition de défauts sur les faces extérieures des pièces usinées<sup>[3]</sup>. L'étude de l'usure des outils utilisés est également menée en parallèle.

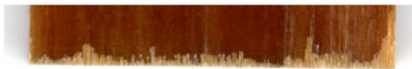


Figure 1 : décollement des couches en surface du matériau (parties claires)

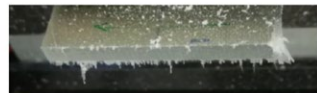


Figure 2 : fibres non coupées après détourage

[1] A. Boudelier-Caillaud, « Modélisation et optimisation des opérations de parachèvement de pièces en matériaux composites », Université de Nantes, 2011.

[2] D. H. Wang, M. Ramulu, et D. Arola, « Orthogonal cutting mechanisms of graphite/epoxy composite. Part I: unidirectional laminate », *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 35, p. 1623-1638, janv. 1995, doi: 10.1016/0890-6955(95)00014-0.

[3] W. Hintze, D. Hartmann, et C. Schütte, « Occurrence and propagation of delamination during the machining of carbon fibre reinforced plastics (CFRPs) – An experimental study », *Composites Science and Technology*, vol. 71, p. 1719-1726, oct. 2011, doi: 10.1016/j.compscitech.2011.08.002.

## Development of new methods for the consolidation of nonwovens

Hanane TANSAOUI, Pr. Dominique ADOLPHE, Pr. Artan SINOIMERI

*Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)*

### Brief presentation

My name is Hanane Tansaoui, from morocco, I have 26 years old, after 2 years of CPGE I integrated ESITH (Ecole Supérieur des Industrie de Textile et de l'Habillement) in Morocco, I did my engineering internship at Gemtex laboratory - ENSAIT, it was an amazing experience in research, from this experience and with the encouragement of my teachers in my former school, I applied for the offer and I got it.

### Abstract

The aim of our study is to find a complementary way to consolidate nonwoven initially bond with mechanical and chemical techniques without chemical products in order to facilitate their recyclability. In order to find a solution to this challenge, avoiding the chemical binding and keeping the same mechanical properties, an analysis of the production process of this textile medium has been achieved.

# Génération de trajectoires locales temps réel pour un véhicule autonome dans un environnement dynamique et coopératif

**Benoit VIGNE, Pr. Michel BASSET**

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS) - MIAM*

## Brève présentation

Après 30 ans d'enseignement à différents niveaux (Lycée, IUT, école d'ingénieurs), la préparation à un doctorat en automatique apparaît à la fois comme un nouveau challenge à relever, un aboutissement à une carrière menée tambour battant et une ouverture vers un nouvel horizon.

## Résumé

L'automatisation des véhicules revêt un enjeu sociétal, économique, technologique, important. Ainsi, durant ces deux dernières décennies, le nombre de prototypes de voitures sans conducteur s'est considérablement accru, porté notamment par un intérêt accru des constructeurs automobiles et des laboratoires de recherche tels que l'IRIMAS. L'architecture logicielle utilisée dans les véhicules automatisés est bâtie à partir de trois niveaux classiquement admis, à savoir, le niveau stratégique, tactique et opérationnel. Le niveau stratégique porte sur toutes les tâches de planification globale du trajet à réaliser compte tenu des contraintes a priori à respecter (temps de trajet, économie d'énergie, type de route à suivre, etc.). Le niveau tactique effectue une adaptation en temps réel de la stratégie de guidage du véhicule compte tenu des informations issues de la perception du conducteur, de la route et de l'environnement. A l'issue de cette re-planification locale, de nouvelles références de trajectoires (fonction des contraintes et incertitudes de l'environnement et du véhicule) sont générées et transmises au niveau opérationnel chargé de piloter les différents actionneurs disponibles sur le véhicule pour effectuer la mission.

Le projet de thèse proposé s'inscrit principalement dans le niveau tactique qui constitue un axe de recherche important pour effectuer un guidage sûr d'un véhicule autonome dans un espace de navigation dynamique et coopératif. L'objectif visé est de générer des trajectoires locales temps réel réactives en tenant compte des contraintes et des incertitudes liées à l'environnement de conduite immédiat rencontré (incluant les autres usagers de la route) et au véhicule proprement dit.

Le style de conduite est devenu depuis quelques années un critère supplémentaire pris en compte dans les méthodes d'optimisation de trajectoires pour les véhicules autonomes afin d'accroître leur acceptation par la population. Dans ce cadre, mon intérêt s'est porté à développer des méthodes de génération de trajectoire personnalisée pour le changement de voie. Une première stratégie basée sur l'emploi de fonction sigmoïde a mené à une première présentation au colloque de la SAGIP à Biarritz en mai 2022 puis lors d'un congrès international à Prague en juillet 2022. Cette méthode validée par simulation dans l'environnement Matlab fut complétée par un contrôleur latéral robuste et testé sur véhicule et piste d'essai au musée de l'automobile à Mulhouse. Cette association couche tactique + couche opérationnelle fut présentée lors d'un workshop international à Nancy en Novembre 2022.

Depuis mon travail a consisté à développer un niveau décisionnel supplémentaire en vue d'obtenir une structure complète de la couche de navigation. La méthode s'appuie sur une machine

d'état fini et différents systèmes d'inférence floue capable de générer des profils de vitesse adaptés. L'ensemble développé dans l'environnement Matlab et alors interfacé avec le simulateur professionnel CarMaker afin d'évaluer ses performances en terme de sécurité et d'efficacité énergétique. Ce travail doit prochainement être valorisé sous la forme d'un article dans une revue scientifique.

Parallèlement, en vue de tester la méthode sur piste et véhicule d'essai, un projet de recherche a été élaboré avec l'université de Columbus (Ohio USA). Il consiste lors d'une mission de 5 mois d'août 2022 à décembre 2022 a développé une brique de perception afin de permettre une communication de données inter véhiculaire nécessaire au développement de stratégies de conduite collaboratives. Les essais de cette fonction de perception seront conjointement menés avec nos essais de navigation. Cette mission se veut être le point de départ d'une collaboration pérenne entre nos deux laboratoires et s'accompagne d'un financement par une bourse d'excellence Fulbright.



# Micro-meso scale modeling and experimental validation of the friction behavior between twisted yarns in orthogonal and non-orthogonal contacts

Yu WANG, Peng WANG<sup>1</sup>, Gilles ARNOLD<sup>1</sup>, Michel TOURLONIAS<sup>1</sup>, Yanan JIAO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT), Ensisa

<sup>2</sup> Ministry of Education Key Laboratory of Advanced Textile Composite Materials, Tiangong University Tianjin - China

## Brief presentation

One person, born in 1995, come from China, is a PhD student of LPMT. His research is mechanical evaluation system of fire/yarn, which related to the mechanics and computer science. The man love doing body exercise and basketball. And his greatest wish is to graduate soon. To sum up, this man is Yu WANG, you can call me Yu.

## Abstract

Textile composite forming involves preform mechanical behavior which is highly non-linear and depends on a number of yarn-level factors which are guided by fiber-level interactions. The friction behavior as an important factor needs to be is distinctly presented. Based on Hertzian contact and adhesion theory of friction theory, this approach is used first to describe the friction behavior between the twisted yarns in orthogonal and non-orthogonal contact. The contact angle between the yarns and the orientation of the fibers as a result of twist were taken into consideration while modeling the realistic contact area at micro and meso sizes. The efficiency of the developed model was supported by the experimental approach. The developed model allowed for the characterization of the yarn/yarn friction behaviors under various weaving process-related conditions, including orthogonal and non-orthogonal contact, the same or different twist level, and the same or different twist direction. This method developed is essential for improving the process of producing textile preforms and improving the mechanical characteristics of composites.

### Analytical model

Adhesion friction mechanism:

$$F_f = A_{c, yarn} \times \tau$$

Realistic contact area of fiber  $A_{c, fiber}$

$$A_{c, fiber} = \pi \left( \frac{3f_y R^2}{4E^*} \right)^{2/3}$$

Contact angle between fiber axes:

$$\alpha = \begin{cases} -\beta + \gamma_1 + \gamma_2 & S-S \text{ or } Z-Z \\ \beta + \gamma_1 - \gamma_2 & S-Z \text{ or } Z-S \end{cases}$$

Realistic contact area of yarn:

$$\gamma = \arctan 2\pi R f_y$$

The number of contact fibers n or m:

$$2nr_f + \sum h_i = 2b$$

Indeed, the n or m is shown as:

$$\frac{b}{r_f} \quad h_i = 0$$

$$n = 2b \sum \frac{h_i - 2r_f}{2r_f} \quad 0 < h_i < 2r_f$$

$$\left( \frac{1}{2} \left( \frac{b}{r_f} + 1 \right) \right) \quad h_i = 2r_f$$

The half width of the contact b

$$b = \sqrt{\frac{8k^2 F \cdot \cos \theta}{\pi} \left( \frac{1}{k_1 v_1} + \frac{1}{k_2 v_2} \right)}$$

The normal force F can be shown:

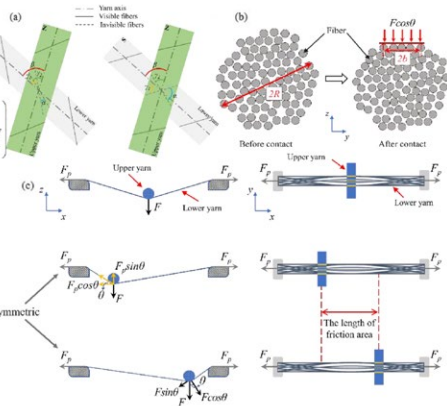
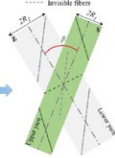
$$F = \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F \cdot \sin \theta \\ F \cdot \cos \theta \end{pmatrix}$$

Fcosθ can be calculated:

$$F \cdot \cos \theta = F \cdot \cos \left( \arctan \frac{2H}{a-1 \sqrt{a^2 + 4H^2} - F} \right)$$

COF is summarized:

$$COF = \frac{F_f}{(F \cdot \cos \theta)}$$



## Développement d'un capteur solaire à fibres pour tours solaires

**Wassim ABDELSAYED**, Pr. Bernarf DURAND,  
Pr. Dominique C. ADOLPHE

*Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal (IRIMAS)*

### Brève présentation

Tout commence en 2011, quand j'ai fait le choix d'étudier l'ingénierie à l'Université Française d'Egypte. En 2016, j'ai obtenu mon diplôme d'ingénieur en énergétique de l'UFE ainsi que mon Master en mécanique et sciences des fibres de l'UHA. Au cours de mon stage de fin d'études j'ai fabriqué et testé un nouveau composite, et c'est à cette période que j'ai découvert ma passion pour la recherche et notamment pour les matériaux avancés surtout à base de fibres. Alors quelques années après, j'ai décidé de commencer une thèse où je travaillerais avec des fibres, tout en assurant le poste de maître assistant à l'UFE. Mes loisirs sont la photographie, le voyage, la cuisine et les voitures.

### Résumé

Les centrales solaires à tour sont les centrales solaires thermiques les plus efficaces et les plus prometteuses. Elles se composent d'une tour au sommet de laquelle se trouve un capteur qui capte tous les rayons solaires réfléchis et concentrés par des miroirs qui suivent le soleil et qu'on appelle héliostats. Le capteur est le composant le plus important dans ces centrales et constitue la partie qui est le plus sujet aux recherches et développements dans ce type de centrales. Ce capteur transforme l'énergie lumineuse concentrée en flux de chaleur qu'un fluide caloporteur, qui circule en son sein, va à son tour transmettre à un dispositif qui nécessite une grande puissance thermique. La littérature a montré un grand progrès dans la conception de ces capteurs, qui a commencé par des matériaux métalliques, céramiques, et mêmes polymères. Mais notre application faite pour des installations individuelles ou de moyenne importance demande une étude de géométries spécifiques. On recherche les meilleures capacités de transfert thermique en tenant compte de l'aspect économique et la résistance aux hautes températures.

C'est pourquoi mon projet est de fabriquer un nouveau capteur pour tours solaires de moyenne importance. Ce capteur sera fabriqué à base de fibres de carbone. L'utilisation de fibres a pour but d'augmenter la surface de transfert thermique et donc d'augmenter l'efficacité totale du capteur. Les fibres de carbone sont fixées dans un tube en verre Quartz où circule un flux d'eau. La grande conductivité thermique du carbone permettra de limiter le temps de transfert thermique de l'énergie radiante au fluide caloporteur. Une fois mis au point, ce capteur sera installé dans la centrale solaire thermique expérimentale que j'ai développée en Egypte à l'UFE pour être testé et amélioré. Il s'agit d'une centrale à vingt héliostats capable de suivre le soleil avec grande précision et concentrer ses rayons sur une cible qui est un four solaire, pouvant être remplacé par le nouveau capteur, qui sera soumis à un flux incident de  $3\text{kW/m}^2$ .

Actuellement je suis dans la phase de la fabrication d'un premier prototype de capteur qui aura pour but de tester le concept à travers des tests optiques et thermiques qui seront conduits dans le laboratoire, tel que le calcul de son absorption des rayons solaires incidents, sa réflectivité qui représente la perte d'énergie par réflexion hors du capteur et sa conductivité thermique qui donne une idée de son efficacité à transmettre l'énergie incidente au fluide caloporteur.

# Optimisation du déploiement de réseaux de capteurs dans les bâtiments intelligents

**Khaoula ZAIMEN - Lhassane IDOUMGHAR**

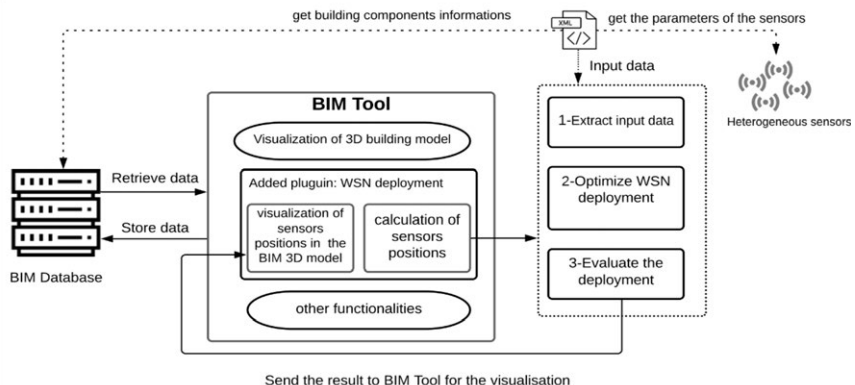
*Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)*

## Brève présentation

Je suis Khaoula ZAIEMN, doctorante en informatique depuis février 2021. Je fais une thèse de doctorat en collaboration entre l'université de Haute-Alsace (Laboratoire IRIMAS) et l'école d'ingénieur CESI (Laboratoire LINEACT). Je travaille sur le déploiement de réseaux de capteurs dans les bâtiments intelligents en se basant sur les données de la maquette BIM décrivant le bâtiment en question. Avant la thèse, j'ai fait 5 ans de cycle d'ingénieur à l'école nationale supérieure d'informatique ESI à Alger, Algérie en spécialité systèmes informatiques.

## Résumé

Le verrou scientifique de ma thèse de doctorat est comment pouvoir positionner un réseau de capteurs dans un bâtiments en exploitant la base de données de la maquette BIM. Le rôle de cette base de données est de nous fournir tous les détails concernant le bâtiment à savoir l'architecture des étages, les murs avec leurs emplacements exacts, leurs épaisseurs, leurs matériaux de construction, les ouvertures (portes et fenêtres), les séparateurs, etc. Toutes ces informations vont nous permettre de prédire le comportement du réseau de capteur (propagation des signaux de détection et de communication). Les signaux de détection permettent de mesurer la couverture du réseau et les signaux de communication permettent de mesurer la connectivité. Cette dernière est considérée comme une contrainte importante afin de rendre le réseau opérationnel. Une méthode hybride basée sur NSGA-II a été développée pour générer un ensemble de topologies pour les réseaux de capteurs sans fil dans un environnement indoor, le NSGA-II hybride optimise la couverture des réseaux et leurs couts sous la contrainte de connectivité. De plus, une approche basée sur l'intelligence artificielle a été proposée pour estimer la zone de détection d'un capteur en prenant en compte l'architecture de l'environnement et les types des obstacles existants. Cette approche est utilisée pour calculer de façon fiable la couverture totale de tout le réseau et permet d'automatiser le déploiement des capteurs dans les smart buildings.





---

**Université de Haute-Alsace**

Antenne du Collège Doctoral  
Université de Strasbourg

03 89 33 66 39  
[ecoles.doctorales@uha.fr](mailto:ecoles.doctorales@uha.fr)

1 rue Alfred Werner  
68 093 Mulhouse Cedex