



Journée de l'axe Biomatériaux de la FRMNGE
13 Mai 2025, Pôle Santé de l'Université de Reims

Programme & Résumés

PROGRAMME

9h15 : Mot d'accueil

9h25 : Frédéric VELARD, BIOS, « *Multi-dopage Des Biomatériaux Phosphocalciques : Comment Concilier Théorie Et Résultats Scientifiques ?* »

9h45 : Jean REHBINDER, ICube, « *Méthodes Optiques De Caractérisation Et De Diagnostic* »

10h05 : Astrid PINZANO, IMoPA, « *L'impression 3D Dédiée À La Production De Cartilage Articulaire In Vitro* »

10h25-10h50 Pause-café / Session Posters

10h50 : Jennifer RODON-FORES, ICS, *Plateformes ICS*

11h10 : Adrien BALDIT, LEM3, « *Caractérisation Biomécanique Pour La Médecine Régénérative* »

11h30 : Rodolphe JAFFIOL, L2n, « *Microrheology Of Soft Hydrogel With Optical Tweezers* »

11h50 : Laurent PIEUCHOT, IS2M, « *Biointerface Group Research: From Model Surfaces to Biomimetic Materials* »

12h10-13h50 Déjeuner

13h50 : Conférence de Ali MAKKY, Institut Galien Paris-Saclay, « *Conception des nouveaux «Porphysomes» pour améliorer les propriétés photothermiques et photodynamiques contre le cancer et les infections bactériennes* »

14h30 : Caroline GAUCHER, CITHEFOR, « *Activités de recherche de l'Unité CITHEFOR* »

14h50 : Halima ALEM-MARCHAND, IJL, « *Caractérisation multi-échelle des matériaux pour la santé à l'Institut Jean Lamour : du millimètre au nanomètre* »

15h10 : Yo FUJISO, INSERM UMR_S1121, « *La plateforme Swall-E de simulation biomécanique de la déglutition* »

15h30-16h00 Pause-café / Session Posters

16h00 : Flora LEMAIRE/Samantha SOULÉ, BIOS-LCPME, « *Évaluation De La Biocompatibilité Et De L'effet Antibactérien Des Nanofils De Zinc Utilisés En Tant Que Revêtement Prothétique Osseux* »

16h20 : Anaïs LAVRAND/Alexis Da ROCHA, BIOS-LEM3, « *Wharton Jelly Extracellular Matrix Hydrogels As Biomaterial For Tissue Regeneration: Comparison With Rat Tail Type I Collagen* »

17h00 : Fin de la journée



Conférence invitée

Ali MAKKY

Université Paris-Saclay, CNRS
Institut Galien Paris-Saclay

Conception des nouveaux « Porphysomes » pour améliorer les propriétés photothermiques et photodynamiques contre le cancer et les infections bactériennes

J. Alhoussein, K. Merabishvili, Isokjon Pozilov, A. Elkihel, P. Cressey, **Ali MAKKY**

Université Paris-Saclay, CNRS, Institut Galien Paris-Saclay, 91400, Orsay, France

ali.makky@universite-paris-saclay.fr

Résumé

Les porphysomes[1] sont une classe de nanoparticules ressemblant à des liposomes qui ont démontré leur efficacité dans la thérapie photothermique (PTT) et la thérapie photodynamique (PDT) contre le cancer. Ces nanoparticules résultent de l'auto-assemblage de conjugués amphiphiles phospholipide-porphyrine (PL-Por). Malgré leur potentiel, ces assemblages présentent un effet photothermique élevé et une faible activité photodynamique tant qu'ils restent intacts dans l'organisme. Nous avons conçu récemment une nouvelle génération de porphysomes intelligents capables de subir une dissociation active et de libérer les molécules de porphyrine sous l'effet de l'illumination, ce qui permet de moduler les propriétés photothermiques et d'améliorer l'efficacité photodynamique. Ces nouveaux porphysomes sont composés de conjugués PL-Por intelligents qui présentent un ou deux liens sensibles aux ROS séparant le groupe de tête polaire de la porphyrine. Parmi les molécules conçues, les conjugués monosubstitués portant des porphyrinoïdes pyro-a ou phéo-a avec une liaison sensible aux ROS et une liaison courte ont présenté les meilleures performances en termes de stabilité et d'efficacité photothermique et photodynamique in vitro. De plus, ces assemblages ont permis d'obtenir une ablation complète de la tumeur chez 80 % des souris porteuses de tumeurs sous-cutanées de la prostate PC3, 30 jours après le traitement, contre 0 % avec des porphysomes conventionnels. De plus, ces assemblages ont démontré leur efficacité PTT/PDT contre les bactéries de Gram +, Gram - et leurs biofilms. Par conséquent, ce travail a permis le développement d'une nouvelle nanoplateforme polyvalente pour délivrer des photosensibilisateurs à base de porphyrine pour des applications PTT/PDT améliorées.[2]

[1] J.F. Lovell, C.S. Jin, E. Huynh, H. Jin, C. Kim, J.L. Rubinstein, W.C. Chan, W. Cao, L.V. Wang, G. Zheng, Porphysome nanovesicles generated by porphyrin bilayers for use as multimodal biophotonic contrast agents, *Nat. Mater.*, 10(4) (2011) 324-332.

[2] J. Alhoussein, K. Merabishvili, T. Ho, A. Elkihel, P. Cressey, Á. Tóth, A. Qian, M. Hery, J. Vergnaud, S. Domenichini, F. Di Meo, J. Chen, G. Zheng, A. Makky, Next generation of porphysomes for improved photodynamic therapy applications, *Journal of Controlled Release*, 381 (2025) 113621.



Présentations Orales

Prénom, NOM : Frédéric VELARD

Statut (Doctorant / Post-doc / Chercheur) : Chercheur

Employeur, Laboratoire : Université de Reims Champagne-Ardenne, UR BIOS

Encadrant.e.s (pour les doctorants.es ou post-doctorants.es): /

Ville : Reims

Email: frederic.velard@univ-reims.fr

Multi-dopage des biomatériaux phosphocalciques : comment concilier théorie et résultats scientifiques ?

Résumé

(Calibri 11 // max. 15 line // Ne pas dépasser 1 page)

Le comblement des grandes pertes tissulaires osseuses reste un défi scientifique et clinique. En vue de trouver une alternative à la greffe autologue, le recours aux biomatériaux phosphocalciques (CaP) dopés avec des cations divalents est une piste prometteuse. Ils permettraient notamment de contrer les risques inflammatoires, associés aux CaP ($\text{Zn}^{2+}/\text{Sr}^{2+}$), et infectieux (Cu^{2+}), liés à la procédure chirurgicale. Le strontium (Sr^{2+}) serait également promoteur de l'ostéogénèse.

Des poudres de CaP multi-dopées et non dopée ont été étudiées. La réponse inflammatoire de polynucléaires neutrophiles (PMN) primaires humains a été évaluée dans un contexte non septique et mimétique d'une infection (en présence de lipopolysaccharide). Le potentiel ostéogène a été abordé en étudiant la différenciation de cellules souches mésenchymateuses (MSC) primaires humaines.

Le triple dopage ionique aux pourcentages testés n'impacte pas la viabilité cellulaire et permet de contrôler la production cytokinique (IL-8, $\text{TNF-}\alpha$, MIP-1 β) par les PMN tout en maintenant un niveau modéré d'inflammation en contexte infectieux. En environnement septique, le dopage ionique induit une augmentation de la sécrétion de $\text{TNF-}\alpha$ et d'IL-8 sans stimuler celle de MIP-1 β , favorisant ainsi le recrutement des PMN et non des monocytes. L'expression des ARNm corrobore les données obtenues au niveau protéique. Bien que la différenciation ostéoblastique ne soit pas favorisée, le dopage ionique permet de conserver une bonne production matricielle, en faveur d'une ostéogénèse.

Les poudres non dopée et dopée $\text{Cu}_{2\%}\text{Zn}_{2\%}\text{Sr}_{2\%}$ seront prochainement mises en forme par fabrication additive (3D AM) pour être testées dans un modèle *in vivo* de *drill defect*, qui permettra de statuer sur la plus-value biologique *in situ* de tels matériaux.

Mots-clefs (4-5) : Substitution ionique – Phosphate de Calcium - Inflammation – Ostéogénèse

Prénom, NOM : Jean REHBINDER

Statut (Doctorant / Post-doc / Chercheur) : Ingénieur de recherche

Employeur, Laboratoire : CNRS, Laboratoire ICube

Encadrant.e.s (pour les doctorants.es ou post-doctorants.es) :

Ville : Strasbourg

Email : rehbinder@unistra.fr

Méthodes optiques : caractérisation et de diagnostic

Résumé

La caractérisation des biomatériaux et leur évaluation in situ sont essentielles pour garantir leur bon fonctionnement, leur biocompatibilité et une implantation sécurisée (positionnement, intégration tissulaire, réponse biologique...). Dans ce contexte, les **méthodes optiques** offrent beaucoup d'avantages : non-invasives, sensibles et capables de fournir des informations multi-échelles (du niveau cellulaire au tissu), elles permettent d'évaluer des propriétés structurales, mécaniques et fonctionnelles des matériaux biologiques ou bio-inspirés.

Cette présentation propose un **panorama des principales approches optiques** utilisées dans notre environnement de recherche et de développement :

- **Imagerie multiphotonique (2PEF) in vivo**, pour l'analyse fonctionnelle et dynamique de tissus implantés, directement chez l'animal modèle.
- **Modalités combinées fluorescence/bio-luminescence** avec couplage rayon X, pour un suivi multimodal des processus biologiques.
- **Microscopie computationnelle** (ptychographie, technologie SOAP), pour la reconstruction fine de structures 3D complexes.
- **Holographie**, pour l'imagerie sans lentille à haute résolution.
- **Applications ciblées** : caractérisation mécanique de matrices de collagène sous contrainte, ingénierie tissulaire pour le diaphragme, ou encore suivi temporel du développement tumoral, offrant une alternative souple et moins coûteuse à l'IRM.

Un accent particulier sera mis sur les **méthodes polarimétriques**, notamment la **spectro-polarimétrie de Mueller**, qui permet d'imager l'anisotropie optique des tissus et de détecter des réorganisations subtiles des fibres, ouvrant la voie à des diagnostics précoces ou à l'évaluation dynamique de la réponse tissulaire. Ces approches génèrent des **contrastes complémentaires** particulièrement utiles dans des environnements biologiques complexes, et peuvent être enrichies par des algorithmes d'**intelligence artificielle** pour améliorer l'interprétation des données.

Enfin, les défis actuels seront abordés : interprétation des signaux dans des milieux diffusants, miniaturisation des capteurs pour une intégration dans des dispositifs implantables ou portables, et **standardisation des protocoles** pour une utilisation clinique ou pré-clinique fiable. Une ouverture sera faite sur les perspectives de **fonctionnalisation laser** des surfaces.

Keywords : Biomatériaux, Imagerie optique, Polarimétrie, Caractérisation in situ, Diagnostic non invasif

Prénom, NOM : Astrid PINZANO

Statut (Doctorant / Post-doc / Chercheur) : Chercheur

Employeur, Laboratoire : CNRS, UMR 7365 CNRS-UL IMoPA

Encadrant.e.s (pour les doctorants.es ou post-doctorants.es) :

Ville : VANDOEUVRE-LES-NANCY

Email : astrid.pinzano@univ-lorraine.fr

L'impression 3D dédiée à la production de cartilage articulaire in vitro

L'impression 3D est une technologie de pointe pour la production de tissus stratifiés tels que le cartilage hyalin. L'objectif de notre travail est de développer une stratégie innovante de production de substituts cartilagineux dédiés aux traitements des lésions focales du cartilage en utilisant l'impression 3D et une source autologue de CSMs. Pour cela, trois compositions de bio-encre à base d'alginate et de CSMs issues de moelle osseuse ont été préparées et étudiées. Ensuite, deux densités cellulaires ont été évaluées avec la bio-encre sélectionnée : 1 ou 2 million(s) de CSMs/mL. Enfin, l'effet de la supplémentation de la bio-encre avec différentes quantités de collagène de type I a été analysé sur la qualité de la matrice extracellulaire produite après 28 et 56 jours. La bio-encre à base d'alginate très faible viscosité, de gélatine et de fibrinogène a engendré une synthèse matricielle de type cartilagineuse. La densité cellulaire de 1 million de CSMs/mL a conduit à une expression plus forte des marqueurs chondrogéniques et à une synthèse matricielle de meilleure qualité. Une faible quantité de collagène (0,5 mg) de type I a permis l'obtention d'un profil d'expression hyalin, alors qu'une forte quantité (5 mg) a induit la synthèse d'une matrice extracellulaire calcifiée. Ces travaux ouvrent des perspectives pour le traitement des lésions focales cartilagineuses par production d'un greffon autologue par impression 3D reproduisant les différentes couches du cartilage.

Keywords : cartilage, médecine régénératrice, bio-impression 3D, CSMs, chondrogenèse

Prénom, NOM : Halima Alem

Statut (Doctorant / Post-doc / Chercheur) : professeure

Employeur, Laboratoire : Université de Lorraine/ Institut Jean Lamour UMR 7198 CNRS-UL

Ville : Nancy

Email : halim.alem@univ-lorraine.fr

Caractérisation multi-échelle des matériaux pour la santé à l'Institut Jean Lamour : du millimètre au nanomètre

Résumé

L'Institut Jean Lamour (IJL), basé à Nancy, est un centre de recherche de référence dans le domaine des matériaux, des nanosciences et des nanotechnologies. Doté d'équipements de pointe permettant des investigations à des échelles allant du millimètre au nanomètre, l'IJL offre un cadre unique pour la caractérisation fine des matériaux et nanomatériaux. Les plateformes technologiques disponibles permettent notamment l'étude détaillée des nanostructures, ainsi que des interfaces, éléments clés dans le contrôle des propriétés fonctionnelles des systèmes complexes.

L'équipe 403 de l'IJL, spécialisée dans les matériaux pour la santé, développe des approches innovantes pour la compréhension et l'optimisation des interactions entre matériaux et milieux biologiques. Grâce à une expertise combinée en caractérisation multi-échelle, physico-chimie des surfaces, et ingénierie des nanomatériaux, elle contribue à des avancées majeures dans les domaines du diagnostic, des dispositifs médicaux, ou encore de la vectorisation thérapeutique.

Ainsi, l'IJL constitue un environnement scientifique et technologique de haut niveau pour mener des recherches interdisciplinaires, en lien étroit avec les enjeux de santé publique. Il représente un pôle stratégique pour l'innovation en science des matériaux appliquée à la médecine du futur.

Keywords : Nanomatériaux, Caractérisation multi-échelle, Interfaces Applications en santé, Physico-chimie des surfaces

Prénom, NOM : Yo FUJISO

Statut (Doctorant / Post-doc / Chercheur) : Chercheur / ingénieur de recherche vacataire

Employeur, Laboratoire : Inserm unité 1121

Encadrant.e.s (pour les doctorants.es ou post-doctorants.es) :

Ville : Strasbourg

Email : yo.fujiso@inserm.fr

Titre : La plateforme Swall-E de simulation biomécanique de la déglutition

Résumé

(Calibri 11 // max. 15 line // Ne pas dépasser 1 page)

La plateforme électromécanique Swall-E vise à reproduire in vitro les mécanismes physiologiques de la déglutition. Au cœur de ce dispositif, une maquette déformable en silicone translucide, modélisant à l'échelle 1 le conduit pharyngolaryngé — siège du carrefour aérodigestif — permet d'étudier ces phénomènes de manière contrôlée et paramétrable, grâce à un système d'actionnement combinant moteurs électriques, câbles métalliques et électronique embarquée. Le conduit est fabriqué à partir de données anatomiques via des techniques de fabrication additive, selon une méthodologie numérique et physique permettant un certain degré de personnalisation. Cette approche ouvre la voie à des essais in vitro précliniques personnalisés pour des patients souffrant de troubles de la déglutition (dysphagie), en reproduisant synthétiquement leur conduit pharyngolaryngé. Ce travail s'inscrit à l'interface entre simulation physique biomédicale, modélisation biomécanique, fabrication additive et ORL.

Keywords : 5 max.

plateforme, déglutition, simulation, in-vitro, silicone

Prénom, NOM : Flora LEMAIRE et Samantha SOULÉ

Statut (Doctorant / Post-doc / Chercheur) : Post-doc et Chercheur

Employeur, Laboratoire : BIOS & IRT-M2P, LCPME

Encadrant.e.s (pour les doctorants.es ou post-doctorants.es) :

Ville :

Email : flora.lemaire@univ-reims.fr, samantha.soule@univ-lorraine.fr

Elaboration de revêtements à base de ZnO sur des pièces 2D et 3D en alliage de titane : évaluation de la biocompatibilité et de l'effet antibactérien

Résumé

Afin de répondre à la problématique concernant les infections consécutives à l'implantation de prothèse ostéoarticulaire, il apparaît primordial de développer des biomatériaux prothétiques innovants.

Dans ce travail, un revêtement à base d'oxyde de zinc (ZnO) a été développé sur des pièces 2D et 3D en TA6V fabriquées par fusion laser sur lit de poudres. La croissance hétérogène de nanofils de ZnO est réalisée en solution à la surface d'une couche d'amorce (germes) préalablement déposée par trempage. Les techniques de spectroscopie, microscopie et diffraction confirment la formation d'un revêtement homogène avec des nanofils de ZnO orientés perpendiculairement à la surface des pièces 2D et 3D.

La biocompatibilité et les propriétés antibactériennes des pièces ont ensuite été étudiées. En parallèle, la réactivité des revêtements a été évaluée dans les différents milieux mis en jeu lors de ces études afin d'appréhender ces propriétés. En particulier, le relargage d'ions Zn^{2+} et l'évolution de la morphologie du revêtement ont été suivis par ICP-MS, MEB et XPS.

La viabilité, évaluée par WST-1 et LDH après 24h au contact de fibroblastes dermiques humains, est au-dessus du seuil de cytotoxicité fixé à 70%, pour l'ensemble des surfaces testées. Ces résultats ont été confirmés par la mesure de la LDH, très peu relarguée dans les milieux. Cependant, des cellules souches mésenchymateuses de la pulpe dentaire, après 10 jours de culture, n'adhèrent pas au revêtement de nanofils de ZnO. Concernant les propriétés antibactériennes, la fonctionnalisation par les nanofils de ZnO conduit à une diminution considérable (supérieur à 4 log) du nombre d'UFC/mL d'E. coli. Cet effet est nettement moins marqué et variable vis-à-vis de S. aureus.

L'hydrophobicité du revêtement pourrait expliquer ces résultats. Une modification chimique des nanofils est donc à envisager afin d'obtenir un revêtement biocompatible et antibactérien applicable aux pièces 3D.

Keywords : 5 max. Prothèse ostéoarticulaire, alliage titane, nanofils de ZnO, antibactérien, biocompatibilité

Prénom, NOM : Anaïs LAVRAND

Statut (Doctorant / Post-doc / Chercheur) : Doctorant

Employeur, Laboratoire : BIOS, URCA

Encadrant.e.s (pour les doctorants.es ou post-doctorants.es): Pr. Halima Kerdjoudj, Dr. Esteban Brenet

Ville : Reims

Email: anais.lavrand@univ-reims.fr

**Titre : Wharton jelly extracellular matrix hydrogels as biomaterial for tissue regeneration:
comparison with rat tail type I collagen**

Résumé

The increasing interest in extracellular matrix (ECM)-derived hydrogels for regenerative medicine highlights the need for sustainable and bioactive alternatives with optimal mechanical and biological properties. While animal-derived ECM hydrogels are widely used, their clinical translation remains challenging. Here, we propose hydrogels derived from decellularized human Wharton's jelly (WJ-ECM) as a promising alternative for tissue engineering and compare them to rat tail tendon ECM (RT-ECM) hydrogels, a gold standard in the field. Our results reveal key structural and functional differences between these hydrogels. RT-ECM hydrogels, characterized by a shorter fibrillogenesis nucleation phase, primarily form through homotypic type I collagen self-assembly. In contrast, WJ-ECM hydrogels result from the self-assembly of heterotypic type I and III collagen in association with glycosaminoglycans, leading to a transparent hydrogel with thinner fibrils and a shorter D-banding pattern. When exposed to culture medium, WJ-ECM hydrogels exhibit significantly lower syneresis than RT-ECM hydrogels ($81 \pm 1.64\%$ vs. $58 \pm 2.59\%$, $p < 0.001$). Mechanical characterization further highlights distinct properties. Rheological and confined compression tests confirm that WJ-ECM hydrogels are softer ($E = 1.09 \pm 0.05$ kPa for WJ-ECM vs. 1.40 ± 0.02 kPa for RT-ECM, $p = 0.02$) and less permeable ($k = 0.34 \times 10^{-11} \pm 0.04 \times 10^{-11}$ m⁴/Ns for WJ-ECM vs. $2.87 \times 10^{-11} \pm 0.49 \times 10^{-11}$ m⁴/Ns for RT-ECM; $p = 0.007$). Beyond their mechanical properties, WJ-ECM hydrogels exhibit superior biological performance. They demonstrate enhanced hemostatic properties, with a two-fold reduction in blood coagulation index ($p < 0.001$), and significantly reduce intracellular ROS accumulation in neutrophils (~ 30 -fold decrease, $p < 0.02$), even in the presence of LPS-induced inflammatory stimuli. Moreover, WJ-ECM hydrogels modulate inflammation by reducing pro-inflammatory mediator release while promoting an anti-inflammatory profile. Finally, in vivo implantation studies confirm their safety and biocompatibility, as WJ-ECM hydrogels elicit minimal adverse effects in a subcutaneous model. These findings suggest that WJ-ECM hydrogels hold significant potential as implantable biomaterials, offering structural and functional advantages over conventional ECM hydrogels.

Mots-clefs (4-5) : Wharton jelly, Extracellular matrix-derived hydrogels, mechanical performance, biological performance

First Name, Family Name: Alexis Da Rocha
Title (PhD student / Post-doc / Researcher): PhD student
Employer & Laboratory: LEM3 - CNRS
Supervisor.s (PhD students / Post-docs): Adrien BALDIT (LEM3) & Chrystelle PO (ICube)
City: Metz
Email: alexis.da-rocha@univ-lorraine.fr

Title: Preliminary results for Wharton's jelly macroscopic damage properties: a finite element study

Abstract

Perinatal tissues offers a valuable source of material for regenerative medicine applications. Among them, Wharton's jelly (WJ) stands out for its technical and ethical accessibility [1]. However, the need of mechanical characterization to describe its behavior is crucial for predicting its response while subjected to mechanical loads ensuring surgical handling, and facilitating the host's integration [1,2]. This study addresses WJ's mechanical properties including damage using a macro-scale approach through finite element analysis (FEA).

WJ was harvested from the human umbilical cord, washed, freeze-dried, cut into rectangular samples ($n = 6$) and subjected to tensile loading up to failure. Hyperelastic model and continuum damage mechanics were used in FEA to reproduce the material response [3]. Python scripts were used to performed the optimization process for material parameters determination.

The FEA macro-scale damage response of WJ provided results in tune with the literature [2] and adding first damage parameters values. FEA showed maximum damage centered on the geometry, differing from experimental results due to idealized shapes, highlighting the effect of experimental sample irregularities on stress distribution that can be tackled by a more realistic geometry based on picture analysis through artificial intelligence.

Références

1. Dubus et al, *Biomedicines*, 21;10(2):227, 2022.
2. Baldit et al, *J. Mech. Behav. Biomed*, 126:104981, 2022.
3. Nims et al, *Interface Focus*, 6(1):20150063, 2016.

Keywords : Wharton's jelly, Biomechanics, Damage, Finite element analysis



Posters

First Name, Family Name: ADAM Lorinne
Title (PhD student / Post-doc / Researcher): PhD student

Employer & Laboratory: BIOBank & UR4691 BIOS
Supervisor.s (PhD students / Post-docs): Kerdjoudj Halima, Rota Solène et Bardonnnet Raphaël
City: Reims
Email: lorinne.adam@etudiant.univ-reims.fr

Title: Scaffold derived from perinatal tissues treated with environment-friendly supercritical carbon dioxide

Abstract :

Perinatal tissues have emerged as promising biomaterials for tissue regeneration due to their extracellular matrix (ECM) composition and bioactive properties. However, existing preservation techniques (e.g., cryopreservation, freeze-drying, or air-drying) often compromise their structural integrity and biological function. Supercritical carbon dioxide (CO₂sc) is an advanced processing method already used for bone graft preservation (e.g., BIOBank bone). This study investigates the potential of CO₂sc treatment to optimize perinatal tissues as scaffolds for tissue regeneration.

Perinatal tissues, obtained from Reims Maternity Hospital (authorized by the "Bioethics Cell," DC-2014-2262), were processed under sterile conditions in a laminar flow hood. The samples included the amniotic membrane, Wharton's jelly, and placental-derived umbilical cord membranes. Packaged in double Tyvek® bags, they were treated with CO₂sc using the Supercrit® process (BIOBank). Freeze-dried samples served as controls. Structural, physicochemical, and biological properties were analyzed to evaluate their suitability as scaffolds for tissue engineering.

Histological analyses and DAPI staining showed the presence of devitalized cells in both CO₂sc- treated and control tissues. Umbilical cord derivatives exhibited higher sensitivity to CO₂sc treatment, with reduced thickness, swelling, and porosity. In contrast, the amniotic membrane retained its structural and physicochemical properties, making it a robust candidate for scaffold applications. Biochemical assays revealed a significant decrease in hyaluronic acid and collagen content in umbilical cord-derived scaffolds, suggesting a loss of ECM components. However, biological characterizations demonstrated that CO₂sc treatment enhanced cell adhesion, proliferation and migration, key factors for tissue regeneration. Furthermore, CO₂sc processing preserved the hemocompatibility and anti-inflammatory properties of perinatal tissues, supporting their use as bioactive scaffolds.

In conclusion, CO₂sc treatment is a promising and eco-friendly approach for developing perinatal tissue-derived scaffolds optimized for tissue regeneration. This technique offers new opportunities for engineering biocompatible and bioactive matrices that can support cellular repopulation and functional tissue repair.

Keywords : 5 max.

Scaffold, Perinatal tissues, Supercritical carbon dioxide, Tissue regeneration

First Name, Family Name: Rama ALHASAN
Title: Post-doc
Employer & Laboratory: Université de Lorraine, CITHEFOR
Supervisor: Marianne PARENT
City: Nancy, France
Email: rama.alhasan@univ-lorraine.fr

Zein-Tannic Acid Particles as plant-based stabilizers in Pickering Emulsions: a promising platform for drug encapsulation

Abstract

This work introduces Zein–Tannic Acid Particles (ZTAPs) as eco-friendly stabilizers for surfactant-free Pickering emulsions aimed at pharmaceutical applications. These biocompatible particles combine Zein, a plant-derived protein, with Tannic acid, a polyphenolic antioxidant, to encapsulate oxidation-sensitive bioactive compounds. ZTAPs were prepared using two nanoprecipitation methods with varying Tannic acid concentrations. They were employed to stabilize oil-in-water emulsions using different vegetable oils at oil fractions up to 70% v/v. The emulsions were formulated through multiple emulsification techniques and showed strong physical stability, with tunable properties influenced by preparation method, particle concentration, oil type, and oil fraction. The antioxidant properties of Tannic acid may provide additional protection for labile compounds, improving shelf-life and oral bioavailability. This sustainable platform bridges material science and drug delivery, highlighting the synergy of natural materials in innovative pharmaceutical formulations. Future work will focus on bioavailability testing and the encapsulation of diverse biomolecules.

References

- (1) Liang, X.; Cao, K.; Li, W.; Li, X.; McClements, D. J.; Hu, K. Tannic Acid- Fortified Zein-Pectin Nanoparticles : Stability, Properties, Antioxidant Activity, and in Vitro Digestion. *Food Research International* 2021, 145, 110425. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110425>.
- (2) Mallikarachchi, S. Y.; Rotich, N. C.; Gordon, E.; Hagerman, A. E. Different Chain Length Tannic Acid Preparations as Coating Agents for Zein Nanoparticles. *Compounds*. 2024, pp 401–414. <https://doi.org/10.3390/compounds4020024>.
- (3) Zhang, Y.; Liu, G.; Ren, F.; Liu, N.; Tong, Y.; Li, Y.; Liu, A.; Wu, L.; Wang, P. Delivery of Curcumin Using Zein-Gum Arabic-Tannic Acid Composite Particles: Fabrication, Characterization, and in Vitro Release Properties. *Front Nutr* 2022, 9.
- (4) Fan, S.; Yang, Q.; Wang, D.; Zhu, C.; Wen, X.; Li, X.; Richel, A.; Fauconnier, M.-L.; Yang, W.; Hou, C.; Zhang, D. Zein and Tannic Acid Hybrid Particles Improving Physical Stability, Controlled Release Properties, and Antimicrobial Activity of Cinnamon Essential Oil Loaded Pickering Emulsions. *Food Chem* 2024, 446, 138512. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138512>.
- (5) Li, B.; Wang, X.; Gao, J.; Liang, H.; Wu, D.; Chu, S.; Zhu, X.; Zhou, B. Effect of Tannic Acid Modification on the Interface and Emulsification Properties of Zein Colloidal Particles. *J Sci Food Agric* 2024, 104 (2), 643–654. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12953>.
- (6) Zou, Y.; Guo, J.; Yin, S.-W.; Wang, J.-M.; Yang, X.-Q. Pickering Emulsion Gels Prepared by Hydrogen-Bonded Zein/Tannic Acid Complex Colloidal Particles. *J Agric Food Chem* 2015, 63 (33), 7405–7414. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b03113>.
- (7) Liang, X.; Cheng, W.; Liang, Z.; Zhan, Y.; McClements, D. J.; Hu, K. Co- Encapsulation of Tannic Acid and Resveratrol in Zein/Pectin Nanoparticles : Stability, Antioxidant Activity, and Bioaccessibility. *Foods*. 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11213478>.
- (8) Pascoli, M.; de Lima, R.; Fraceto, L. F. Zein Nanoparticles and Strategies to Improve Colloidal Stability: A Mini- Review. *Front Chem* 2018, 6.
- (9) Ribeiro, E. F.; Morell, P.; Nicoletti, V. R.; Quiles, A.; Hernando, I. Protein- and Polysaccharide-Based Particles Used for Pickering Emulsion Stabilisation. *Food Hydrocoll* 2021, 119, 106839. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106839>.
- (10) Calero, N.; Muñoz, J.; Cox, P. W.; Heuer, A.; Guerrero, A. Influence of Chitosan Concentration on the Stability, Microstructure and Rheological Properties of O/W Emulsions Formulated with High-Oleic Sunflower Oil and Potato Protein. *Food Hydrocoll* 2013, 30 (1), 152–162. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.05.004>.
- (11) Zou, Y.; van Baalen, C.; Yang, X.; Scholten, E. Tuning Hydrophobicity of Zein Nanoparticles to Control Rheological Behavior of Pickering Emulsions. *Food Hydrocoll* 2018, 80, 130–140. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.02.014>.
- (12) Chen, H.; Zhang, Y.; Zhong, Q. Physical and Antimicrobial Properties of Spray-Dried Zein–Casein Nanocapsules with Co-Encapsulated Eugenol and Thymol. *J Food Eng* 2015, 144, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.07.021>.
- (13) Angkuratipakorn, T.; Sriprai, A.; Tantrawong, S.; Chaayasit, W.; Singkhonrat, J. Fabrication and Characterization of Rice Bran Oil-in-Water Pickering Emulsion Stabilized by Cellulose Nanocrystals. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp* 2017, 522, 310–319. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2017.03.014>.
- (14) Zhang, Y.; Huang, J.; Ren, F.; Li, Y.; Tong, Y.; Wen, P.; Wang, P. A Novel Method for Stabilizing Zein Gel Particles to Salt Ion-Induced Aggregation. *Molecules*. 2021. <https://doi.org/10.3390/molecules26051458>.

Keywords : Pickering emulsions, Zein, Tannic acid, Drug delivery, Antioxidant

First Name, Family Name: Kokolo Mbang Etiowo

Title (PhD student / Post-doc / Researcher): PhD student

Employer & Laboratory: University of Strasbourg, Institute Charles Sadron

Supervisor.s (PhD students / Post-docs): Dr Jennifer Rodon Fores and Dr Fouzia Boulmedais

City: Strasbourg

Email: Kokolo.etiowo@etu.unistra.fr

Development of injectable porous scaffold for bone repair

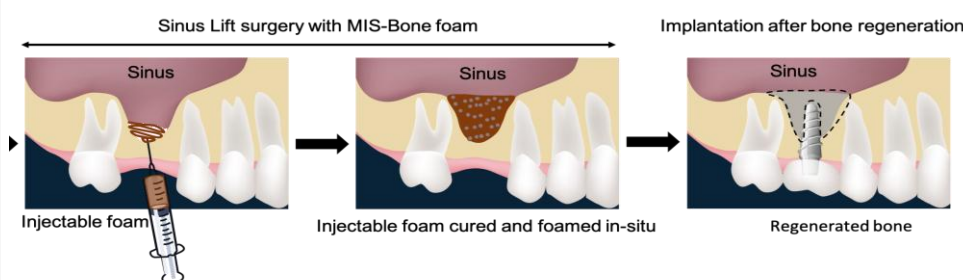
Kokolo Etiowo¹, Fouzia Boulmedais¹, Halima Kerdjoudj², Cédric Mauprivez², and Jennifer Rodon-Fores^{1*}
Kokolo.etiowo@etu.unistra.fr

¹ Université de Strasbourg, CNRS, Institut Charles Sadron, UPR22, 23 rue du Loess, 67200 Strasbourg (France)

² UR BIOS, 1 avenue du Maréchal Juin, 51100 Reims

The dental region is narrow, leading to difficulties in reaching some space. Developing minimal-invasive surgery strategies is a crucial tool to reduce complications, healing time, and patient pain. At the same time, Bone regeneration is an intrinsic physiological process where the bone is repaired, and new bone is produced to replace damaged ones. However, this process can be prolonged, ranging from a few weeks to several months, depending on the severity of the damage. Existing methods, such as autografts, allografts, and bioactive molecules, are often time-consuming and have inherent limitations. Consequently, there is a need for efficient and accelerated bone regeneration strategies.

Here, we create an injectable porous scaffold for sinus lift surgery. This scaffold is made of a mixture of three components, polyurethane and polyol, as the porous scaffold and Wharton Jelly for the biocompatibility and bioactivity of the scaffold. Depending on the component's chemical, biological, thermal, and mechanical properties, provide porous scaffolds that aim to lift the sinus membrane when forming *in situ* and provide a scaffold to keep the membrane lifted while promoting bone formation to give a good foundation for the tooth implant.



Reference:

- 1). Bonzani, I. C., *et al.*, Synthesis of two-component injectable polyurethanes for bone tissue engineering, *Biomaterials* **2007**, 28, 423
- 2). Boateng, J. S., *et al.*, Wound healing dressings and drug delivery systems: a review, *J Pharm Sci* **2008**, 97, 2892.

Acknowledgement. We acknowledge the CNRS, the Universities of Strasbourg and Reims, the BIOS laboratory, the Institut Charles Sadron, the Institut Carnot-MICA for funding the project, and the Petroleum Trust Development Fund, Nigeria for funding of Kokolo Etiowo PhD.

Keywords : 5 max. Scaffold, porous materials, injectability, polymers, injectability

First Name, Family Name: Hernando III SALAPARE
Title (PhD student / Post-doc / Researcher): Post-doc
Employer & Laboratory: IS2M – CNRS – Université de Haute-Alsace
Supervisor.s (PhD students / Post-docs): Arnaud PONCHE and Laurent PIEUCHOT
City: Mulhouse
Emails: hernando.salapare@uha.fr ; hssalapare@up.edu.ph

Molecular Chaperone-Grafted Anti-Aggregative Surfaces: Redirecting Protein Aggregation Pathways for Biopharmaceutical Stability

Abstract

Protein aggregation is a major challenge in biopharmaceutical development, impacting drug stability, efficacy, and safety. Our work addresses this issue by engineering anti-aggregative surfaces through the immobilization of DnaK (HSP70) molecular chaperones onto materials such as PDMS, polypropylene, titanium, and silicon. We demonstrate that these DnaK-grafted surfaces significantly inhibit amyloid-like fibril formation in lysozyme, reducing fibrils by 42–64% depending on protein concentration, as confirmed by thioflavin-T fluorescence assays. Importantly, these surfaces redirect protein aggregation away from ordered amyloid structures toward more amorphous aggregates, as shown by turbidity measurements, fluorescence imaging, and ATR-FTIR analysis of secondary structure transitions.

The anti-aggregative properties of these engineered surfaces stem from DnaK's ability to provide alternative binding interfaces that stabilize proteins in non-aggregating conformations and disrupt the nucleation events necessary for ordered fibril assembly. Our findings reveal that DnaK-functionalized surfaces are especially effective at higher protein concentrations, where they competitively bind proteins that would otherwise form aggregation seeds. This technology offers a promising strategy for improving the stability and safety of protein-based pharmaceuticals by preventing surface-induced aggregation events that compromise product integrity.

Keywords : protein aggregation, anti-aggregative surfaces, molecular chaperone immobilization, amyloid-like fibril inhibition, biopharmaceutical stability