



Laplace

HIGHLIGHTS

2025

LABORATOIRE PLASMA & CONVERSION D'ÉNERGIE



LABORATOIRE PLASMA & CONVERSION D'ÉNERGIE

ADRESSES

Université de Toulouse
118, route de Narbonne
31062 Toulouse cedex 9

ENSEEIH
2, rue Charles Camichel - BP 7122
31071 Toulouse cedex 7

DIRECTEURS DE PUBLICATION

Olivier Eichwald
Directeur

Xavier Roboam
Directeur adjoint

EDITION

Oblique Studio
Communication visuelle



5 EDITO
Introduction
Olivier Eichwald
Directeur du LAPLACE

6 AEPPT
Arc électrique:
il y a de l'eau
dans le gaz

9 DSF
IA et Apprentissage
pour la caractérisation
des matériaux diélectriques

12 GREM3
Morphing électroactif
bio-inspiré pour le design
des ailes d'avion du futur

15 MDCE
Station de diagnostic
diélectrique HV :
20kV/300°C/200mm

18 SGE
6^{ème} Symposium de Génie
Electrique, co-organisé par le
LAPLACE et le LAAS-CNRS

7 CODIASE
Projet ECH2*
« Électronique de Contrôle
pour véhicules à Hydrogène »

10 GENESYS
Vers des réseaux électriques
aéronautiques plus légers
et plus performants

13 GREPHE
Entraînement
des ondes par un
plasma en rotation

16 PRHE
Traitements de surface
et stérilisation par
post-décharge en flux

8 CS
Convertisseur d'énergie
à puissance partielle sans
transformateur

11 GRE
Claquage plasma à pression
atmosphérique par retournement
temporel microonde

14 LM
Le LAPLACE obtient la première
OLED « blanc parfait » en couches
minces grâce au curcuma !

17 SCIPRA
Le pouvoir antimicrobien
contrôlé des nanoparticules
d'argent

19 TKH2
Lancement du chantier
du Technocampus
Hydrogène Occitanie



Edito

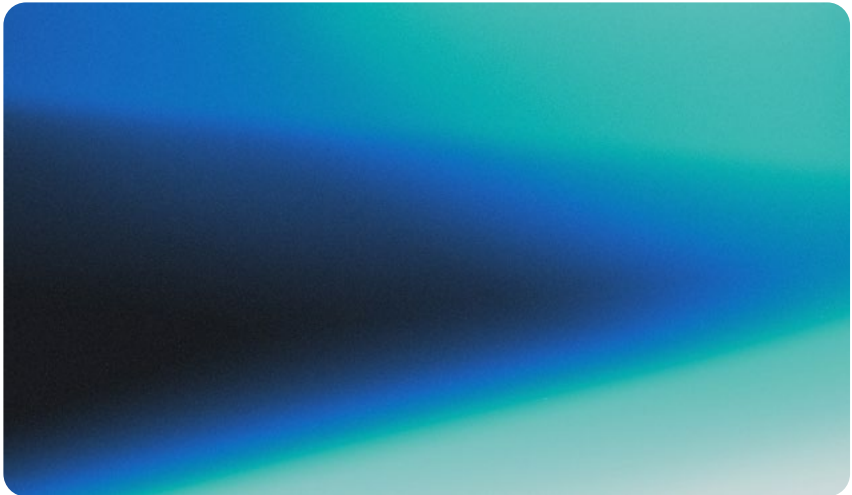
Chères lectrices, chers lecteurs,

Cette seconde édition de nos highlights met encore une fois en avant toute la richesse et la diversité de nos activités de recherche. Vous y découvrirez comment les plasmas font tourner les ondes, explosent dans l'eau, s'allument à la demande par retournement temporel ou encore stérilisent. On y apprend le pouvoir antimicrobien des nanoparticules d'argent, que le curcuma peut s'allumer (!) et que l'IA s'invite pour mieux caractériser les isolants. Sont aussi présentés des instruments à la pointe de la haute technologie et des recherches d'économie d'énergie dans tous les sens : du morphing électroactif pour réduire les traînées des ailes d'avion, des architectures réseau et des stratégies de gestion pour réduire drastiquement la consommation électrique dans les aéronefs plus électriques. On y découvre aussi comment augmenter la durée de vie des piles à hydrogène ainsi que de nouveaux convertisseurs sans transformateurs encore plus efficaces ...

Au-delà de cette originalité et de cette excellence, qui se retrouve pleinement dans notre rapport HCERES bilan de 6 années particulièrement fructueuses, nous mettons également en avant dans cette édition :

- Le Symposium de Génie Electrique (SGE) 2025 co-organisé sur Toulouse par le LAAS et le LAPLACE et qui a été une véritable success story avec plus de 520 participants (un record !).
- La construction du Technocampus Hydrogène (TKH2) qui illustre une ambition collective forte, portée par la Région, les tutelles (UT, Toulouse-INP, CNRS), les partenaires industriels et les laboratoires LAPLACE, CIRIMAT, IMFT et LGC sur la base d'une formidable réussite de plus de 20 ans de recherches menées sur la plateforme Hydrogène du LAPLACE.

Excellente lecture !



Olivier Eichwald
Directeur du LAPLACE



Highlights 2025

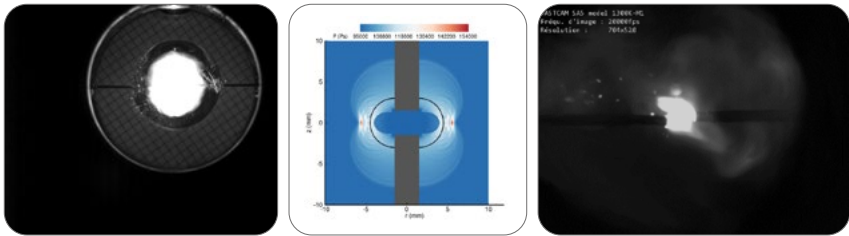
Arc électrique : il y a de l'eau dans le gaz

L'ARC ÉLECTRIQUE DANS L'EAU :
MODÈLES ET EXPÉRIMENTATIONS

L'équipe AEPPT a initié depuis 2012 des études théoriques et expérimentales de caractérisation d'arcs dans les liquides. Cette thématique s'est développée au cours des années grâce au soutien de la région Occitanie, de l'UE, du CNRS et de la fédération FERMAT. Elle a permis l'émergence d'une collaboration entre l'IMFT et le LAPLACE, la tenue de groupes de travail avec les laboratoires SIAME et GEM. Depuis ses débuts, cinq thèses ont été initiées dont deux en cours financés par le projet région/europe n° OCC06494 intitulé « Caractérisation de l'Interaction d'une Bulle de plasma thermique initiée dans un Liquide pour Engendrer des ondes de pression »

L'étude de la décharge d'un arc électrique sur des temps courts (100µs à quelques millisecondes) dans un bain liquide est un sujet de recherche novateur à l'intersection de différentes disciplines de la physique telles que la physique des plasmas, la mécanique des fluides, les transferts thermiques diphasiques. Il s'agit généralement de faire claquer un arc entre deux électrodes dans un bain liquide. Il se crée alors une bulle de vapeur dans laquelle brûle l'arc et qui engendre une onde de pression importante qui se propage dans le liquide. Des dispositifs de ce type peuvent être utilisés dans diverses applications industrielles telles que le formage de pièces grâce aux hautes pressions induites dans le liquide, la fracturation de roches ou à titre plus prospectif la coupure électrique dans des disjoncteurs haute tension. L'équipe AEPPT a initié cette thématique en 2012, accompagnée depuis 2016 par l'équipe

Interfaces de l'IMFT. Différents travaux ont été menés jusqu'à présent comme le développement d'expérimentations pour caractériser le milieu sur des temps « longs » (quelques ms) par mesures électriques, imagerie et spectroscopie d'émission au cours de deux thèses. En parallèle, au cours d'une autre thèse, le développement d'un modèle diphasique a été amorcé sur le logiciel DIVA de l'IMFT qu'il a fallu adapter aux plasmas thermiques. Des collaborations ont été initiées avec notamment le laboratoire SIAME de Pau et GEM de Nantes. Ces travaux trouvent leur continuité aujourd'hui avec le projet région/europe intitulé « Caractérisation de l'Interaction d'une Bulle de plasma thermique initiée dans un Liquide pour Engendrer des ondes de pression » qui permet le financement de deux thèses : l'une théorique pour poursuivre le développement d'un code diphasique avec frontières immergées



Résultats expérimentaux et théoriques d'une bulle de gaz créée par arc électrique rapide dans de l'eau. [1] Image de la bulle de vapeur par caméra rapide, [2] Champ de pression obtenu après 3µs avec le code DIVA, [3] Image de l'arc par caméra rapide obtenue avec un filtre interférentiel centré sur la raie d'hydrogène H_α

CONTACT

Pierre Freton

Professeur,
Université de Toulouse
pierre.freton@laplace.univ-tlse.fr

intégrant la physique des plasmas thermiques et l'autre expérimentale pour étendre la caractérisation du milieu à des impulsions électriques courtes (quelques microsecondes) à haute tension (~10kV) et haute énergie (~10kJ). Il s'agit notamment de s'intéresser à la dynamique de la pression. Cette caractérisation devrait permettre d'une part de mieux documenter ce type de décharges et d'autre part d'améliorer la compréhension des phénomènes pour répondre aux applications industrielles.

PUBLICATION & THÈSES

An Immersed Boundary Method for pressure-based compressible solvers with applications to free-convection flows, acoustic wave propagation and thermal plasma

Sergiu Coseru, Sébastien Tanguy, Pierre Freton, Jean-Jacques Gonzalez, Annafederica Urbano, Marie Bibal, Gauthier Bourdon

Journal of Computational Physics, Volume 524, 1 March 2025, 113714

Étude expérimentale et numérique d'un arc électrique dans un liquide

Zoe Laforest

Thèse de doctorat,
Université Toulouse 3, (2016)

Caractérisation expérimentale et théorique d'un arc électrique impulsif éclatant dans un liquide

Julien Thouin

Thèse de doctorat,
Université Toulouse 3, (2023)

Projet ECH2* « Électronique de Contrôle pour véhicules à Hydrogène »

DÉVELOPPEMENT D'ALGORITHMES DE CONTRÔLE POUR AUGMENTER LA DURÉE DE VIE DES SYSTÈMES PAC (PILE À COMBUSTIBLE)

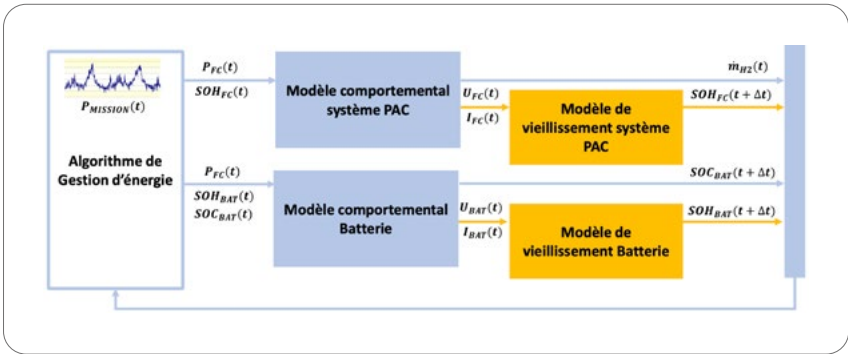
Ces recherches consistent à concevoir des algorithmes de contrôle innovants mêlant des objectifs de moindre consommation et de préservation de la durée de vie des composants dans les systèmes hybrides PAC-Batteries utilisés dans les véhicules à hydrogène. Conjointement, l'utilisation de méthodes d'intelligence artificielle est déployée pour évaluer leurs capacités à construire des modèles de vieillissement réalistes pour les mettre au service du contrôle.

Le projet ECH2 est un projet CORAM porté par Vitesco Technologies, dont l'objectif est de développer les systèmes à hydrogène dans la mobilité lourde. Le groupe CODIASE contribue à ce projet avec 2 thèses co-encadrées avec le groupe Genesys. Ces recherches concernent le développement d'algorithmes de contrôle innovants pour piloter des systèmes hybrides PAC-Batteries utilisés dans la mobilité terrestre. L'un des principaux enjeux est de poursuivre des objectifs de contrôles multiples mêlant des critères de consommation énergétique et de durée de vie.

L'aspect dégradation/vieillessement des composants, thème de l'une des thèses, est donc essentiel dans la recherche de ces stratégies. Dans ce contexte,

l'utilisation de méthodes utilisant l'IA ont été développées pour construire des modèles de vieillissement pertinents des PACs. L'idée est de faire usage à la fois des lois physiques qui régissent la dynamique de ces systèmes et de modèles de prédiction d'apprentissage automatique quasi-interprétables.

Une méthode combinant identification paramétrique, modélisation dynamique et filtrage de Kalman a été développée. Des lois d'évolution temporelle sont proposées pour prédire l'évolution des paramètres liés aux pertes d'activation et aux pertes par diffusion. La résistance ohmique est modélisée par un algorithme de Machine Learning, les Random Forests. L'approche proposée est capable de prédire et adapter l'évolution temporelle de la tension au fur et à mesure que de



Développement de stratégies de gestion d'énergie (EMS) de systèmes hybrides utilisant des modèles de vieillissement

*Le projet ECH2 est un projet CORAM en partenariat avec Vitesco Technologies, IFP Energies nouvelles (IFPEN) au travers de son Camot IFPEN Transports Énergie, le laboratoire Laplace et les industriels Siemens Industry Software et ALSTOM Hydrogène (HELION Hydrogen Power).

CONTACT

Pauline Kergus

Chargée de recherche, CNRS
pauline.kergus@laplace.univ-tlse.fr

Jeremi Regnier

Maître de conférences, Toulouse INP
jeremi.regnier@laplace.univ-tlse.fr

Antoine Picot

Maître de Conférences, Toulouse INP
antoine.picot@laplace.univ-tlse.fr

nouvelles données sont disponibles. Associés à ces modèles de vieillissement, la seconde thèse aborde les problématiques de gestion de l'énergie. Les algorithmes de contrôle développés, en plus d'être multi-objectifs, utilisent des techniques prédictives s'appuyant sur la connaissance d'un parcours routier pour proposer une sollicitation optimale (au regard des multiples critères) et adaptative des sources d'énergie du véhicule. Différentes stratégies prédictives sont comparées pour évaluer leur influence sur le compromis consommation d'hydrogène/vieillessement PAC-batteries.

PUBLICATIONS

Aging modeling and lifetime prediction of a proton exchange membrane fuel cell using an extended Kalman filter

Pene et al.

Mathematics and Computers in Simulation, vol. 234, 2025, pp 151-168,

doi: 10.1016/j.matcom.2025.02.022

Model Predictive Control Applied to Hybridised Modular Fuel Cell Systems

N. Rivier et al.

2024 IEEE International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC), Naples, Italy, 2024, pp. 1-6,

doi: 10.1109/ESARS-ITEC60450.2024.10819911

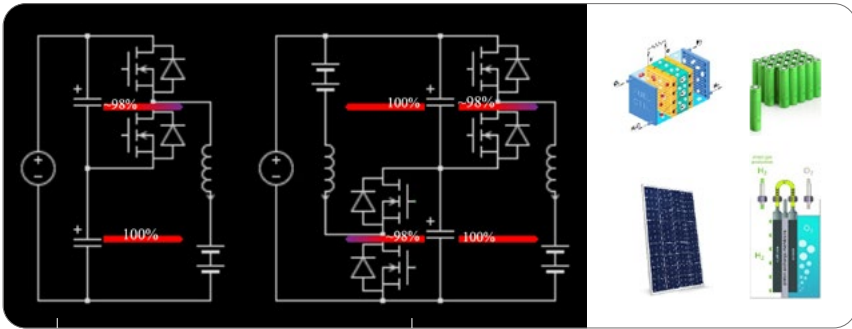
Convertisseur d'énergie à puissance partielle sans transformateur

COMMENT DOUBLER LA CAPACITÉ D'UN CONVERTISSEUR À ISO-VOLUME, ISO-PERTES, ISO-PRIX

Les convertisseurs d'énergie, quasi-inconnus du grand public, sont indispensables pour interconnecter les sources ; dans le contexte de la transition énergétique, ils gagnent tous les domaines. Leur volume, poids, prix et pertes sont conditionnés par la puissance transmise. Les convertisseurs à puissance partielle sans transformateur, véritable rupture, permettent, à technologie constante, de doubler la puissance et de diviser les pertes et le prix par deux.

Les convertisseurs classiques sont faits pour réguler finement la tension de 0 à la tension maximum nécessaire à la source alimentée. Toutefois les dipôles électrochimiques (batteries, piles à combustibles, électrolyseurs, ...) imposent sur tout leur domaine de fonctionnement une tension qui ne descend jamais en dessous d'un certain seuil, le plus souvent supérieur à la moitié de la tension maximale. Il est donc possible d'alimenter ces dispositifs avec un convertisseur ne réglant la tension que sur la moitié de la plage classique. Ceci est proposé dans la littérature actuelle avec des convertisseurs à transformateur qui permettent d'injecter une tension réglable en série avec la tension variable pour obtenir une tension constante avec la régulation adéquate. Cette solution avec transformateur nécessite toutefois une double conversion

DC/AC/DC ce qui augmente son prix, ajoute des pertes et réduit au final sensiblement son intérêt. En alimentant le convertisseur réglable via un pont diviseur capacitif (schéma de gauche) une partie de la puissance est transférée sans pertes (en bas), seule la partie réglable (en haut) est le siège de pertes et d'échauffement. Mais ce principe n'est pas viable car le diviseur capacitif ne peut fournir le courant continu qui serait nécessaire à ce fonctionnement. Toutefois, si on accepte de sortir du cadre classique de la transmission entre une source et une charge, il existe des solutions viables extrêmement performantes. En divisant une des sources en deux sources de puissance moitié et de caractéristiques identiques (schéma de droite), il est possible d'avoir les avantages du traitement de la puissance partielle sans les inconvénients : réduction drastique



Principe du régulateur à puissance partielle (non viable)

Version viable grâce à la symétrisation

CONTACT

Thierry MEYNARD

Directeur de Recherche, CNRS
thierry.meynard@laplace.univ-tlse.fr

du poids, du prix et des pertes dans l'électronique. Diviser une source en deux sous-éléments n'est pas toujours possible, mais c'est cependant largement accessible dans le cas des sources électrochimiques qui sont constituées d'un empilement de sources élémentaires de quelques Volts seulement. Ces structures de conversion sont donc applicables aux dispositifs à batterie, piles à combustibles, électrolyseurs, et même, si on s'intéresse uniquement aux points à puissance max, aux installations solaires photovoltaïques. Ce principe peut être décliné sous diverses formes et adapté à tout niveau de puissance.

PUBLICATIONS

TransformerLess Partial Voltage DC-DC Converter With Double Power Processing Capacity

T Meynard, H Renaudineau, P Canales, S Kouro

IEEE Open Journal of the Industrial Electronics Society, (2025)

doi.org/10.1109/OJIES.2025.3572429

Transformerless Partial Voltage Converters for PV-BESS Plants

T Meynard, Z Miletic, A Tarraso, PJ Grbović

IEEE 34th International Symposium on Industrial (2025)

doi.org/10.1109/ISIE62713.2025.11124798

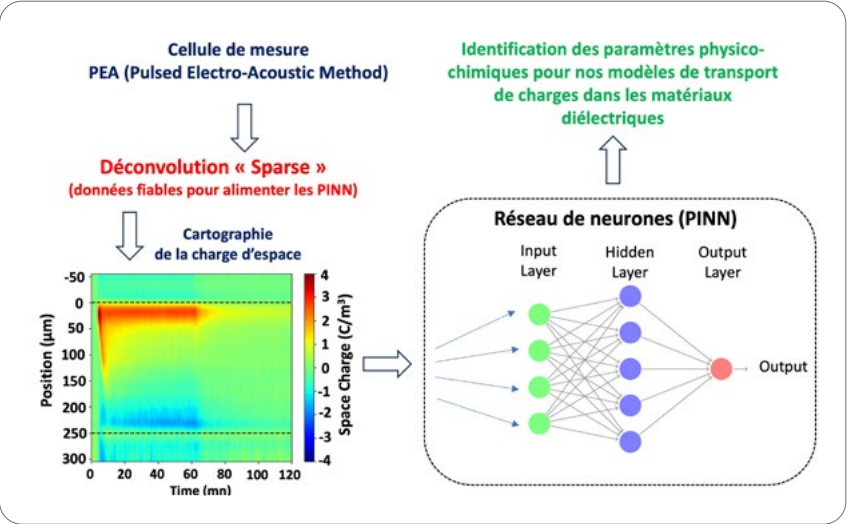
IA et Apprentissage pour la caractérisation des matériaux diélectriques

PRÉSENTATION DU PROJET DISCO - CARACTÉRISATION DES DIÉLECTRIQUES, IA, TRANSPORT DE CHARGES ET OPTIMISATION

Porté par le groupe de recherche DSF et l'IMT, le projet interdisciplinaire DISCO financé par le CNRS, mobilise IA, apprentissage et traitement du signal pour améliorer la fiabilité des systèmes électriques. En combinant Déconvolution, PINNs (physics-informed neural networks) et Analyse de Sensibilité, il cible une compréhension fine du vieillissement des matériaux diélectriques. C'est un exemple fort de synergie interdisciplinaire entre mathématiques, IA et ingénierie autour d'une problématique concrète.

L'objectif principal du projet interdisciplinaire DISCO, financé par le CNRS MITI 80 Prime, est d'améliorer la fiabilité des systèmes électriques par une meilleure compréhension des mécanismes physiques liés à la présence de charge d'espace, et qui sont responsables du vieillissement prématuré des matériaux diélectriques. Dans ce cadre, 3 laboratoires de l'Université de Toulouse (l'IMT, l'ICA et le Laplace (groupe DSF)) et un laboratoire de l'Université Côte d'Azur (le LJAD) collaborent étroitement afin de développer des outils alliant apprentissage statistique et intelligence artificielle pour caractériser les matériaux diélectriques utilisés par exemple pour l'isolation des câbles haute tension enterrés ou sous-marin.

Les travaux de recherche du groupe DSF en traitement du signal seront dans un premier temps renforcés afin d'améliorer la déconvolution des signaux issus du banc de mesure « Pulsed ElectroAcoustic » (PEA), développé dans le groupe. Une attention particulière sera portée aux méthodes de déconvolution « sparse », qui exploitent la structure intrinsèquement parcimonieuse des signaux pour extraire des profils de charge d'espace plus fidèles et physiquement interprétables. Ces signaux reconstitués avec précision constitueront une base fiable pour l'alimentation des algorithmes d'optimisation utilisés pour l'identification de paramètres.



Déconvolution et optimisation des paramètres à l'aide de l'IA

CONTACT

Séverine Le Roy

Directrice de recherche, CNRS
severine.eroy@laplace.univ-tlse.fr

Laurent Berquez

Professeur, Université de Toulouse
laurent.berquez@laplace.univ-tlse.fr

Fulbert Baudoin

Maître de conférences,
Université de Toulouse
fulbert.baudoin@laplace.univ-tlse.fr

Les modèles de transport du groupe DSF seront ensuite remplacés par des réseaux de neurones informés par la physique (PINN), permettant d'intégrer directement les lois physiques dans les algorithmes d'apprentissage. Cette approche vise à améliorer la précision et la robustesse de la modélisation, tout en réduisant les coûts de calcul. Parallèlement, l'analyse de sensibilité sera utilisée pour identifier les paramètres les plus influents du modèle. Cette étape facilitera la construction d'un modèle réduit, permettant ainsi d'accélérer significativement le processus d'optimisation tout en conservant une représentation fidèle des phénomènes physiques.

Ce projet constitue un exemple fort de synergie interdisciplinaire, chaque laboratoire amenant son expertise complémentaire en mathématiques appliquées, analyse de sensibilité, physique des matériaux autour d'une application dans le domaine du génie électrique.

PUBLICATION

Quantitative mapping of strain and displacement fields over HR-TEM and HR-STEM images of crystals with reference to a virtual lattice

N. Cherkashin, A. Louiset, A. Chmielewski, D.J. Kim, C. Dubourdieu, and S. Schamm-Chardon

Ultramicroscopy 253 (2023) 113778

doi.org/10.1016/j.ultramic.2023.113778

Vers des réseaux électriques aéronautiques plus légers et plus performants

CONTACT

Nicolas Roux

Maître de conférences, Toulouse INP

nicolas.roux@laplace.univ-tlse.fr

SUPPRIMER LES ÉLECTRONIQUES DE PUISSANCE OU BOOSTER ÉLECTRIQUEMENT LA PROPULSION THERMIQUE, DEUX EXEMPLES INNOVANTS D'AÉRONEFS «PLUS VERTUEUX»

L'approche de conception à l'échelle système des dispositifs électriques pour les futurs aéronefs permet de concilier les objectifs de réduction de masse, de pollution et un fonctionnement respectant les standards électriques de qualité. Deux exemples récents concernent un canal propulsif hybride, embarquant des machines à aimants sans électroniques de puissance et un canal de puissance amenant de nouvelles fonctionnalités grâce auxquelles il est possible de réduire la pollution atmosphérique générée par les turboréacteurs.

Au cours des 20 dernières années, le groupe GENESYS a mené de nombreux travaux sur la conception des réseaux électriques embarqués, notamment aéronautiques. Ces recherches ont évolué, à travers l'intégration dans les réseaux et systèmes électriques, de dispositifs propulsifs pour les aéronefs hybrides électriques voire tout électriques, à l'instar de l'avion hydrogène. Tous les travaux dans ce domaine sont caractérisés par un fort partenariat industriel (Airbus, Safran, Liebherr, Thales, ...). Ces dernières années, GENESYS a collaboré avec Safran Tech pour l'étude de nouvelles architectures de propulsion électrique. En voici deux exemples :

Les travaux de la thèse d'Alexandre Richard se sont focalisés sur des architectures de propulsion sans électronique de puissance, permettant de réduire la masse globale. Dans

cette option, la connexion de plusieurs machines (moteurs, alternateurs) synchrones sans amortisseur, à travers des impédances réduites liées aux faibles longueurs de câbles, peut entraîner des risques d'instabilité et la stabilisation robuste d'un tel canal relève d'un challenge. Outre le développement de modèles permettant l'étude et la prédiction de la stabilité, une solution de stabilisation basée sur une architecture et une gestion énergétique originales a été proposée, reposant sur l'ajout d'une branche d'hybridation associée à une batterie ; cette solution a fait l'objet d'un dépôt de brevet (hal.science/hal-04188290).

D'autres travaux récents sont menés sur des aéronefs à propulsion thermique, dans une approche où le réseau électrique ne se contente plus de sa fonctionnalité classique : « permettre un prélèvement de puissance de

qualité pour alimenter les charges non propulsives ». Les solutions électriques envisagées offrent en effet un service au turboréacteur lui-même, offrant des gains en termes de consommation-pollution. Ces architectures, étudiées dans les travaux de thèse d'Ugo Ginestet, intègrent deux prélèvements de puissance sur les corps haute et basse pression du moteur thermique, contrairement à un seul aujourd'hui. Outre l'idée de répartir le prélèvement de puissance sur les deux corps, la gestion de ces flux de puissance permet d'accompagner les variations de régime moteur et d'améliorer son fonctionnement, réduisant de fait consommation de carburant et pollution atmosphérique générée.

PUBLICATIONS

AC Electric Powertrain without Power Electronics for Future Hybrid Electric Aircrafts: Architecture, Design and Stability Analysis

A. Richard, X. Roboam, F. Rougier, N. Roux, H. Piquet

Applied Sciences 13.1 (2023)

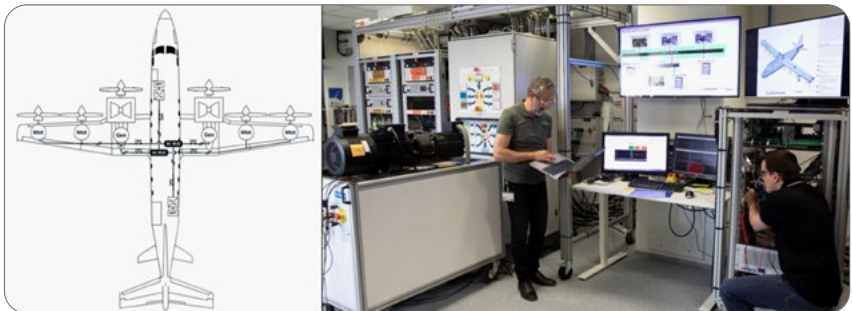
doi.org/10.3390/app13010672

Methodology of robust stability analysis using small gain theorem applied to aeronautical HVDC network

U. Ginestet, F. Rougier, N. Roux, H. Piquet

MEA 2024 More Electric Aircraft, Toulouse, France (2024)

hal.science/hal-04485758



Gauche : Architecture propulsive électrique à propulsion distribuée et hybridation par batterie
Droite : Banc d'émulation physique temps réel pour le test du réseau électrique à puissance réduite

Claquage plasma à pression atmosphérique par retournement temporel microonde

CONTACT

Jérôme Sokoloff

Maître de conférences, Université de Toulouse

jerome.sokoloff@laplace.univ-tlse.fr

CONTRÔLE SPATIO-TEMPOREL DE L'ALLUMAGE D'UN PLASMA DANS L'AIR

Générer des plasmas dans l'air à pression atmosphérique, avec la possibilité de cibler précisément où et quand les plasmas sont créés, présentent un grand intérêt pour des domaines tels que la combustion de carburants. Nous montrons expérimentalement que cela peut être réalisé en focalisant des microondes à différents endroits d'une cavité par retournement temporel. Ce résultat constitue, à notre connaissance, une première mondiale.

Actuellement, les moteurs d'avion fonctionnent grâce à la combustion d'un mélange air/carburant qui est allumé par une bougie. Même si cette technologie est utilisée depuis longtemps pour l'allumage, elle présente de nombreux inconvénients liés à sa position fixe sur la paroi de la chambre de combustion. En effet, l'emplacement où l'énergie est déposée ne peut pas être modifié pour tenir compte des modifications éventuelles du flux d'air interne ou de l'injection de carburant. Une quantité importante d'énergie est également perdue par conduction thermique à travers la paroi de la chambre. Ces problèmes entravent le processus d'allumage, les conditions les plus critiques se produisant à haute altitude et à basse température, ce qui réduit le domaine opérationnel du moteur.

Cette étude, menée en collaboration avec l'ONERA, propose d'utiliser le principe du retournement temporel mi-

croonde pour créer un dépôt d'énergie modulable en espace et en temps dans la chambre de combustion. La focalisation de l'énergie permet de générer un plasma à l'instant et à l'endroit voulus, ce plasma permettant à son tour d'allumer un brouillard de carburant.

En pratique, et pour se placer dans des conditions de laboratoire, la chambre de combustion est remplacée par une cavité électromagnétique en cuivre de 2 m3 qui permet l'existence de très nombreux modes électromagnétiques nécessaires au retournement temporel. Ce dernier est une technique qui permet, après une phase d'apprentissage, de déterminer la forme temporelle de l'onde injectée dans la cavité afin d'obtenir une focalisation à l'endroit voulu. La création de ce signal se fait grâce à une chaîne radiofréquence constituée d'un ordinateur, d'un générateur de signal arbitraire (AWG), d'un amplificateur (3kW)

et d'une antenne large bande (voir Figure 1). Claquer un plasma dans l'air à pression atmosphérique par focalisation d'une onde est difficile à obtenir. Pour faciliter le claquage nous utilisons des anneaux résonants fendus (SRR) : une surtension apparaît dans leur « gap » lorsqu'ils sont excités à leur fréquence de résonance. Nous avons réussi à allumer un plasma par retournement temporel sur 2 SRR alternativement en focalisant l'onde sur l'un puis sur l'autre (voir Figure 2).

Ces travaux se poursuivent actuellement en vue d'allumer un brouillard de kérosène avec ces plasmas.

THÈSE

Stratégie d'allumage d'une chambre de combustion aéronautique par retournement temporel

Thèse en cours : 2022-2025

Doctorant : Pierre Dussolliet-Berthod

Collaboration : ONERA LAPLACE

Financement : ONERA/DGA (AID)

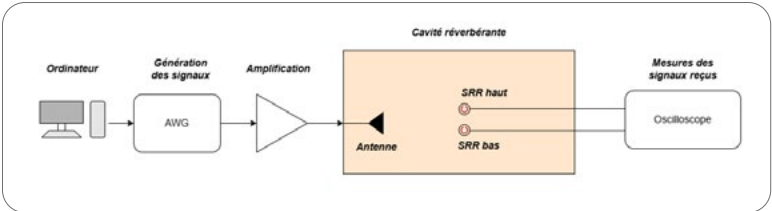
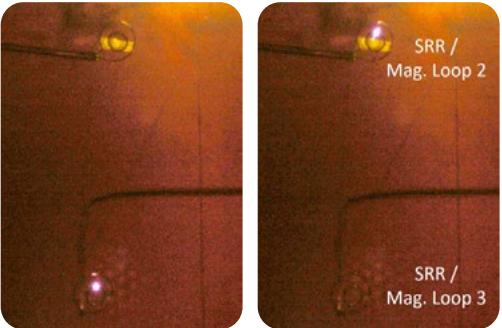


Figure 1 : Schéma du banc expérimental

Figure 2 : Allumage d'un plasma par retournement temporel en focalisant l'onde sur un anneau fendu résonant (SRR : Split Ring Resonator), SRR du haut (à gauche) et SRR du bas (à droite).



Morphing électroactif bio-inspiré pour le design des ailes d'avion du futur

CONTACT

Jean-François Rouchon

Professeur, Toulouse INP
rouchon@laplace.univ-tlse.fr

CONTRIBUTION À L'ÉCOLOGISATION DU TRANSPORT AÉRIEN PAR AUGMENTATION
DES PERFORMANCES AÉRODYNAMIQUES ET LA RÉDUCTION DU BRUIT

Les chercheurs du consortium IMFT-LAPLACE développent un morphing bio-inspiré des ailes d'avion, utilisant des actionneurs électroactifs imitant les mouvements des plumes des grands oiseaux prédateurs pour modifier forme et générer des vibrations de bords de fuite. Résultats : plus de portance, moins de traînée, moins de bruit, jusqu'à 3,5 % de carburant économisé. Une avancée clé vers un transport aérien plus écologique et sûr.

Le concept de morphing bio-inspiré appliqué aux ailes d'avion, a pour ambition d'améliorer simultanément la portance, réduire la traînée et diminuer le bruit, contribuant ainsi à l'écologisation du transport aérien. Contrairement aux ailes fixes traditionnelles équipées de volets et ailerons, le morphing repose sur la déformation contrôlée en temps réel de l'aile grâce à des systèmes d'actionneurs électroactifs.

Inspirés du vol silencieux des chouettes, capables d'adapter cambrure et vibrations de leurs plumes pour optimiser leurs performances aérodynamiques, les chercheurs de l'IMFT et du LAPLACE développent des prototypes à échelle quasi réelle, testés en soufflerie et validés par des

simulations numériques haute-fidélité. Le morphing hybride bio-inspiré ainsi mis en œuvre, combine les Alliages à Mémoire de Forme (AMF), capables de générer de grandes cambrures à basse fréquence, et des actionneurs piézo-céramiques de type MFC (Macro-Fiber Composite) produisant de petites vibrations rapides, analogues aux micro-ajustements des plumes d'oiseaux.

Les essais ont montré des résultats significatifs : augmentation de portance de 2 à 6 %, réduction de la traînée, suppression des pics de bruit aérodynamique et baisse estimée de la consommation de carburant de l'ordre de 3,5 % pour un vol type A320. Ces gains, bien que modestes en apparence, ont un impact

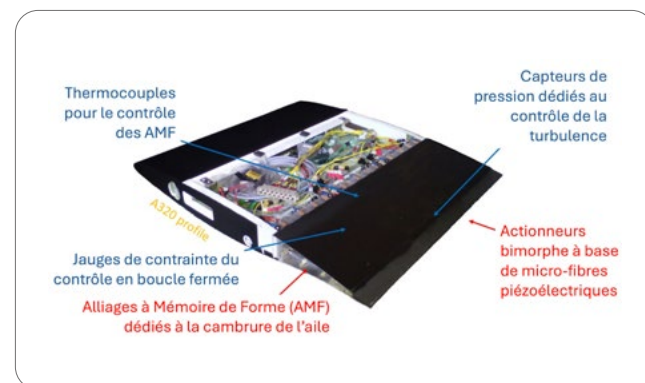
environnemental majeur : chaque pourcent de carburant économisé se traduit par une réduction massive des émissions de COx et SOx. Au-delà de l'aéronautique classique, ces avancées sont cruciales pour la transition vers des propulsions hybrides et hydrogène, en réduisant les besoins énergétiques et les contraintes de stockage. Enfin, forts de cette innovation, la prochaine étape, soutenue par Airbus, vise à développer un "live-skin" électroactif à multiples degrés de liberté, une surface intelligente capable d'aller encore plus loin dans l'optimisation aérodynamique.

BREVET

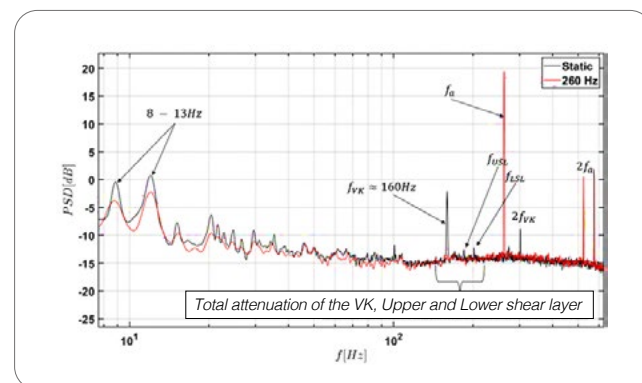
Optimisation de la portance d'une aile limitant l'augmentation de la trainée

FR3134796 - 27/10/2023,

Marianna Braza,
Jean-François Rouchon.



Prototype « échelle réduite » du projet Européen SMS



DSP (Densité Spectrale de Puissance) avec activation du bord de fuite. Noir : sans morphing (statique), rouge : avec morphing, fréquence de vibration de 260 Hz, amplitude de 0.7 mm. Suppression du pic de fréquence des tourbillons de von Kármán de 160 Hz.

Entraînement des ondes par un plasma en rotation

CONTACT

Renaud Guérout

Chargé de recherche, CNRS
renaud.gueroult@laplace.univ-tlse.fr

PREMIÈRE DÉMONSTRATION SUR DES MOYENS EXPÉRIMENTAUX DE GRANDE TAILLE À L'UNIVERSITÉ DE CALIFORNIE, LOS ANGELES (UCLA) DANS LE CADRE D'UN PROJET INTERNATIONAL PORTÉ PAR LE LAPLACE

Le fait qu'un milieu en mouvement puisse entraîner la lumière est bien connu depuis le XIX siècle et les travaux de Fresnel. La possibilité d'effets similaires pour les ondes plasmas a en revanche été très peu explorée, et ce bien que les plasmas soient très souvent en mouvement, et les ondes utilisées pour de nombreuses applications. Faisant suite à des travaux théoriques au Laplace, une expérience internationale a permis pour la première fois de démontrer ces effets.

Les ondes sont utilisées dans les plasmas pour un grand nombre d'applications, allant du contrôle et du chauffage des plasmas pour la fusion par confinement magnétique, aux diagnostics tels que l'interférométrie et la polarimétrie pour les mesures de densité et de champ magnétique, en passant par la génération de plasmas de laboratoire. L'utilisation de ces moyens de contrôle et l'interprétation de ces diagnostics reposent sur une compréhension détaillée de la physique des ondes dans les plasmas. Un angle mort de ces études concerne néanmoins le possible effet du mouvement sur ces

ondes, et ce alors qu'un tel effet est bien documenté dans les milieux isotropes, et que les plasmas sont fréquemment en mouvement. L'étude de ce problème fait l'objet du projet ANR WaRP au Laplace depuis 2022. Ces travaux théoriques, menés notamment au travers de deux thèses, ont permis de confirmer que le mouvement pouvait effectivement se manifester, sous différentes formes, dans la propagation des ondes dans les plasmas, généralisant différents résultats connus dans les milieux isotropes, et offrant aussi les bases nécessaires à la modélisation de ces effets dans des conditions réalistes.

Afin de valider expérimentalement ces résultats, un projet international sur le dispositif expérimental de grande taille « Large Plasma Device » de l'Université de Californie, Los Angeles (UCLA), porté par le Laplace, a été proposé et sélectionné en 2024 dans le cadre du programme MagnetUS. Un intérêt et une caractéristique unique de ce dispositif pour ces études est qu'il permet, de par sa taille (20 m de long), et par la possibilité de maintenir un champ magnétique uniforme de plusieurs kG, d'étudier la propagation d'ondes d'Alfvén de longueur d'onde décimétrique. Tirant parti de ces caractéristiques, il a alors été confirmé expérimentalement que la structure transverse d'une onde peut être tournée dans les deux sens en contrôlant la rotation de la colonne plasma, comme prédit théoriquement. Fondamentalement, cet effet correspond à un couplage entre moment angulaire orbital de l'onde et moment angulaire du plasma en rotation. Ce travail, fruit d'une collaboration entre le Laplace, UCLA et Princeton University, ouvre la voie à une quantification de ces effets dans diverses applications, mais aussi au design de nouveaux systèmes de contrôle et de diagnostics.

| PUBLICATION

Image rotation in plasmas

R. Gueroult, S. K. Tripathi, J. Han,
P. Pribyl, J.-M. Rax and N. J. Fisch

Physical Review Letters 134 (2025)
245101

doi.org/10.1103/swrn-w3yf

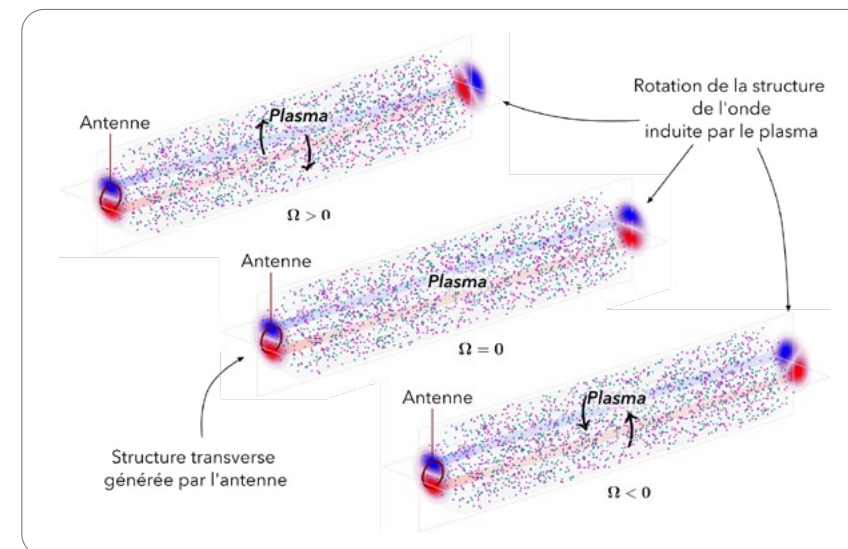


Illustration du phénomène de rotation de l'image observé expérimentalement pour une onde d'Alfvén. La structure transverse de l'onde (lobes bleu et rouge), produite par l'antenne, peut être tournée dans les deux sens en contrôlant la rotation de la colonne plasma (nuage de points).

Le LAPLACE obtient la première OLED « blanc parfait » en couches minces grâce au curcuma !

DES RECHERCHES POUR LES DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES ORGANIQUES (OLED) BLANCHES BIOSOURCÉES

Une OLED qui génère une lumière blanche par combinaison du bleu du NPD et du spectre large des colorants naturels extraits du curcuma a été réalisée au sein du groupe LM du LAPLACE, par évaporation. Pour la première fois, elle porte la preuve formelle qu'un colorant naturel non-modifié peut remplacer des architectures complexes, ouvrant la voie aux OLEDs biosourcées, économiques et respectueuses de l'environnement.

Le groupe Lumière et Matière du LAPLACE a réalisé une avancée notable dans le développement de diodes électroluminescentes organiques (OLED) biosourcées en concevant un dispositif simple émettant une lumière blanche quasi parfaite. L'architecture multicouche ITO/NPD/curcuma/BPhen/électrode métallique, élaborée par évaporation thermique sous vide, permet d'obtenir des films minces homogènes et contrôlés. Le NPD (N,N'-diphenyl-N,N'-bis(1-naphthyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine) joue un double rôle en transportant les trous (HTL) et en émettant dans le bleu, tandis que le BPhen (bathophénanthroline) assure le transport des électrons (ETL). La couche active, constituée d'un extrait de curcuma, fournit une émission large du vert au rouge grâce à la diversité de ses colorants naturels.

La lumière blanche obtenue résulte de la combinaison du rayonnement bleu du NPD et du spectre étendu du curcuma. Les coordonnées colorimétriques (x=0,337 ; y=0,348) se situent presque au barycentre du diagramme CIE 1931, avec une température de couleur de 5300 K, confirmant la qualité exceptionnelle de l'émission blanche très proche du blanc de référence.

L'originalité de ce travail tient à la simplicité de l'approche. Contrairement aux OLEDs blanches conventionnelles, souvent complexes et nécessitant dopage, mélanges d'émetteurs ou structures multiples, cette solution démontre qu'une architecture minimale, associée à des colorants naturels non modifiés, peut générer une lumière blanche de grande qualité.

CONTACT

David Buso

Maître de conférences,
Université de Toulouse

david.buso@laplace.univ-tlse.fr

Houssein El Housseiny

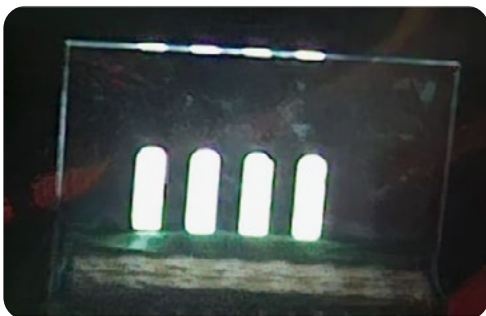
Maître de conférences,
Université de Toulouse

houssein.housseiny@laplace.univ-tlse.fr

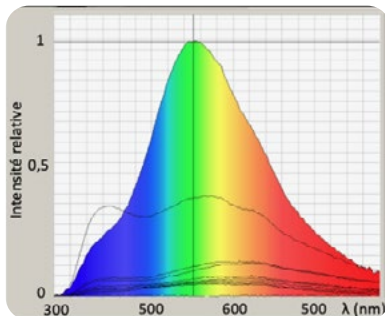
Par ailleurs, nous avons démontré qu'il est possible d'ajuster les coordonnées colorimétriques et la température de couleur, allant du blanc chaud au blanc froid, en modifiant l'épaisseur des couches ou le courant appliqué. Cette capacité d'ajustement constitue un atout supplémentaire pour des applications pratiques.

Cette avancée ouvre la voie à des OLEDs blanches biosourcées, longtemps considérées comme le « Saint-Graal » de l'éclairage, en proposant une alternative plus économique, écologique et compatible avec des procédés de fabrication à basse température.

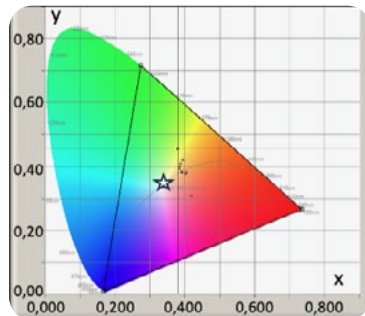
| Les premières diodes électroluminescentes organiques (OLEDs)



(a) émettant un « blanc parfait » obtenues au LAPLACE



(b) leur spectre d'émission



(c) les coordonnées colorimétriques dans le diagramme CIE 1931 marquées par une étoile blanche

Station de diagnostic diélectrique HV : 20kV/300°C/200mm

CARACTÉRISATION ÉLECTRIQUE DE DIÉLECTRIQUES MINCES SOUS FORT CHAMP ÉLECTRIQUE

Cette plateforme de caractérisation des matériaux diélectriques en couches minces correspond à une expansion des capacités de tests du groupe MDCE vers les domaines de l'électronique intégrée haute tension (IC, isolation galvanique) et l'électronique de puissance (composants à grand gap). Ce banc de mesure 20kV, -55°C/300°C et 200mm permet le diagnostic diélectrique sous fort champ de films minces isolants lors du vieillissement jusqu'à la rupture.

Les travaux de recherche sur l'isolation galvanique intégrée à haute tension dans le domaine des ICs, menés par le groupe MDCE, ont été distingués par l'obtention du 'Best Paper Award' lors de la conférence internationale IEEE CEIDP 2024, USA. Ce prix récompense une étude originale des propriétés électriques et structurales de couches minces en nitrure de silicium (SiNx) et leur vieillissement électrique pour la montée en tension de composants électroniques isolateurs digitaux. Plus globalement, le développement de nouvelles méthodes de diagnostic expérimental du suivi de l'évolution

des propriétés diélectriques au cours du vieillissement électrique sous fort champ permettra d'accéder à de nouvelles connaissances sur les origines de la dégradation physique des diélectriques minces, en vue de l'amélioration de la fiabilité de dispositifs tels que les isolateurs galvaniques mais aussi des couches de passivation des semiconducteurs à grand gap et des diélectriques pour le stockage d'énergie capacitif.

Dans ce but, une toute nouvelle plateforme de caractérisation dédiée aux matériaux isolants minces sous

CONTACT

Sombel Diahm

Maître de conférences,
Université de Toulouse

sombel.diahm@laplace.univ-tlse.fr

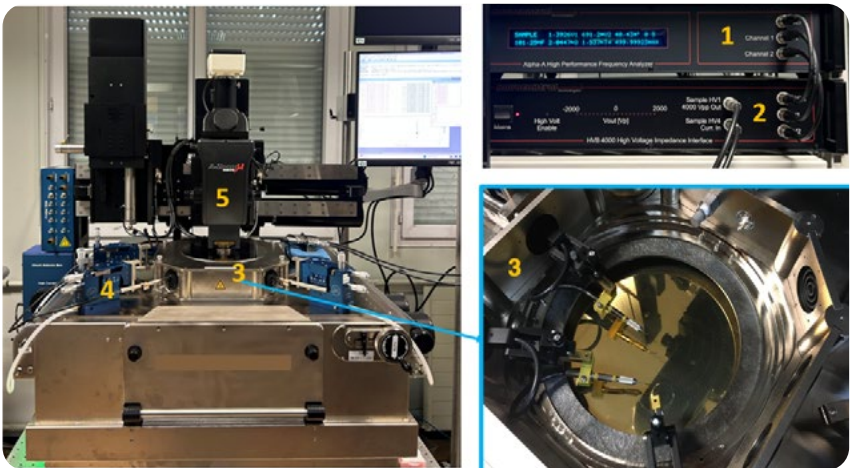
haute tension (SiNx, polyimide...) a été mise en œuvre, permettant une montée en gamme des capacités de diagnostic diélectrique du groupe MDCE vers les domaines de l'isolation haute tension en microélectronique et en électronique de puissance et le situe au meilleur niveau mondial. Cette station sous pointes 200mm, combinée à un spectromètre diélectrique haute tension à large bande fréquentielle, permet de mener des études inédites sur les propriétés intrinsèques directement sous fort champ alternatif bipolaire ainsi que de suivre leur dégradation au cours du temps sous contraintes combinées (E, f, dV/dt, T) en vue d'une compréhension nouvelle de la physique du vieillissement électrique jusqu'à la rupture. Ces nouveaux moyens expérimentaux favoriseront une identification beaucoup plus fine des limites d'utilisation des isolants sous fort champ.

PUBLICATION

Structural, Optical and Electrical Properties of Si-rich and N-rich PECVD Silicon Nitride Films

T. Al Moussi, C. O'Dalaigh, P. Raynaud, J. Esvan, P. Lambkin, R. Lakshmanan, B. Chen and S. Diahm,

Nature Scientific Reports 15, 33646, 2025.



Plateforme de diagnostic diélectrique intrinsèque sous haute tension (10kVAC/20kVDC) et haute température (300°C) : [1] Spectromètre diélectrique large bande (10µHz à 2MHz), [2] Booster HV 4kVAC/10kHz, [3] Chambre de mesures, [4] Micro-positionneurs x-y-z, [5] Microscope numérique de positionnement.

Traitements de surface et stérilisation par post-décharge en flux

MÉCANISMES CINÉTIQUES ET DENSITÉS D'ESPÈCES DANS LES POST-DÉCHARGES EN FLUX $N_2/(x \leq 5\%)H_2$

Les post décharges en flux à pression réduite (≤ 10 Torr) générées dans des mélanges $N_2/(x \leq 5\%)H_2$ ont été étudiées par spectroscopie d'émission optique et par absorption laser à deux photons. Les densités absolues de nombreuses espèces (N, $N(^2D)$, $N_2(A)$, $N_2(X,v>13)$, H, NH), cruciales pour l'optimisation de différents procédés non oxydants et non thermiques pour le traitement de surface et la stérilisation, ont été obtenues à partir des intensités observées et d'un jeu original d'équations cinétiques.

Les post décharges en flux à pression réduite sont des dispositifs plasma qui peuvent être considérés comme des sources d'espèces chimiquement réactives à température ambiante. Dans ces dispositifs, les espèces produites dans la décharge sont transportées vers son aval par un flux continu de gaz. La durée de vie des espèces chargées étant beaucoup plus courte que celle des espèces neutres, ce transport réactif permet de faire rapidement disparaître les électrons et les ions de l'écoulement pour n'y conserver que les espèces à longue durée de vie (atomes, métastables) et à forte réactivité. La température du gaz retournant rapidement vers la température ambiante, on peut

donc exposer les objets à traiter au flux d'espèces réactives sans crainte d'une détérioration thermique. Pour ces raisons, les post décharges en flux sont utilisées dans de nombreux procédés de traitement de surface (dopage, fonctionnalisation, catalyse, nettoyage, dépollution, stérilisation, ...).

L'optimisation des performances de ces procédés implique de pouvoir caractériser les post décharges et donc de disposer de méthodes de mesure des densités des différentes espèces contenues dans l'écoulement.

Les travaux récents ont été réalisés dans des mélanges binaires $N_2/(x =$

CONTACT

Jean Philippe Sarrette
Chargé de recherche, CNRS
sarrette@laplace-univ-tlse.fr

PUBLICATIONS

Kinetic mechanisms and species densities in $N_2/(0-5\%)H_2$ afterglows

V. Ferrer, A. Ricard, J.P. Gardou, F. Marchal, J. Amorim and J.P. Sarrette,

Chemical Physics Letters 838 (2024) 141079

doi.org/10.1016/j.cplett.2024.141079

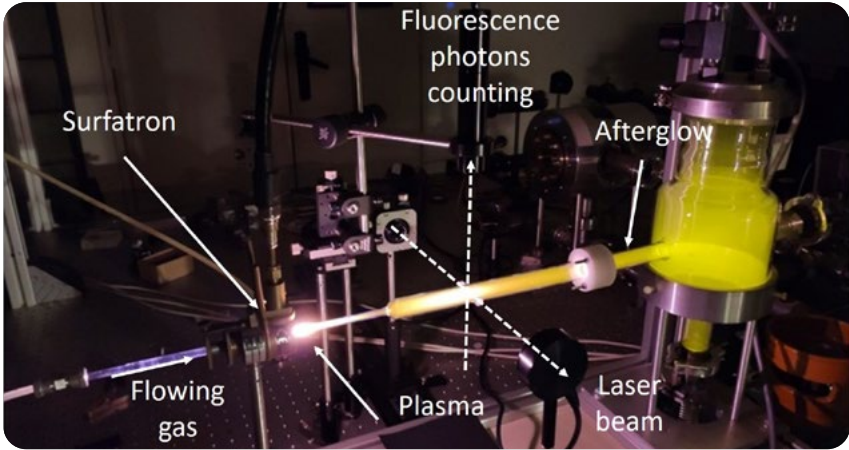
Kinetic mechanisms and species densities in Ar/N_2 , He/N_2 and H_2/N_2 reduced pressure afterglows

J.P. Gardou, F. Marchal, A. Ricard and J.P. Sarrette

XXXVI ICPIG, July 20-25, 2025, Aix-en-Provence, France

$0-5\%)H_2$ susceptibles de produire des espèces azotées et hydrogénées non oxydantes. L'analyse spectrale de l'émission des post décharges (OES), associée à des hypothèses sur les principaux mécanismes de peuplement et de dépeuplement des états émissifs et à une calibration de la densité N par titrage au NO a permis la détermination des densités absolues de $N(^2D)$, $N_2(A)$, $N_2(X,v>13)$, H et NH tout au long de l'écoulement.

Indépendamment, les densités absolues en atomes N et H ont été mesurées par TALIF (méthode d'excitation par LASER d'espèces non émissives). La comparaison des densités obtenues par OES et par TALIF suggère que la molécule NH peut être générée en dehors de la décharge (i.e. en post décharge) par le mécanisme de recombinaison à 3 corps $N + H + N_2 \rightarrow NH + N_2$, avec un taux de réaction de $1.0 \cdot 10^{-33} \text{ cm}^6 \text{ s}^{-1}$, l'état $NH(A)$ à l'origine du rayonnement observé à 336 nm étant produit par la réaction $N_2(X,v>13) + NH \rightarrow NH(A) + N_2$, dont le taux est estimé à $5 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$. L'agrément entre les densités obtenues par OES et par TALIF est amélioré par la prise en compte du rôle des atomes métastables $N(^2D)$ dans la cinétique des espèces H et NH.



Dispositif expérimental de post décharge micro-ondes en flux (afterglow) opérant dans l'azote N_2 . On distingue l'applicateur micro-ondes (surfatron) générant la décharge et la post décharge émettant principalement dans le jaune-vert (580 nm). Le faisceau laser utilisé pour les mesures TALIF et perpendiculaire au tube post décharge est matérialisé et le rayonnement de fluorescence issu de l'excitation laser des différentes espèces est capté par un photo-multiplieur.

Le pouvoir antimicrobien contrôlé des nanoparticules d'argent

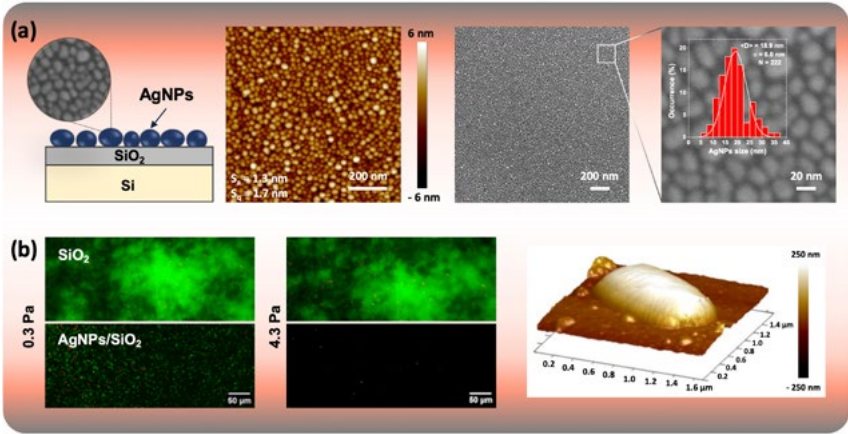
BIOMATÉRIAUX INNOVANTS CONTRE LA COLONISATION DE SURFACE PAR *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*

Bien que les dispositifs médicaux visent le bien-être des patients, ils peuvent devenir le réservoir de micro-organismes, favorisant la formation de biofilms et contribuant à des infections graves. Les équipes SciPRA et DSF du LAPLACE, en collaboration avec le département BioSyM du LGC, explorent l'impact de nanoparticules d'argent sur la formation de biofilms et la résilience de *Pseudomonas aeruginosa*, bactérie opportuniste.

Les nanoparticules d'argent (AgNPs) suscitent un intérêt croissant pour la conception de dispositifs médicaux (DM) innovants grâce à leurs propriétés antimicrobiennes reconnues contre bactéries, virus et micro-organismes eucaryotes. Un écueil reste toutefois le risque toxique lié à des doses locales élevées ou systémiques. Une stratégie prometteuse consiste à développer des revêtements nanocomposites à base d'AgNPs capables de libérer localement une quantité contrôlée d'agent biocide.

La collaboration entre le LAPLACE et le Laboratoire de Génie Chimique (LGC) a permis une approche

holistique combinant élaboration par procédé plasma de surfaces à base d'AgNPs, caractérisation nanométrique et évaluation de leur activité antimicrobienne contre *P. aeruginosa* durant toutes les étapes de colonisation de surface, de l'adhésion à la formation du biofilm. Les tests, réalisés en conditions statique et dynamique (chambre à écoulement) avec des flux représentatifs des DMs implantés, confirment l'activité bactéricide rapide des AgNPs. Ainsi, les résultats montrent un retard de colonisation sur les surfaces à base d'AgNPs, conduisant après 72 h à une couche de cellules fine et non structurée, contrairement au biofilm



(a) Structure des biomatériaux à base d'AgNPs élaborées par plasma, caractérisation de leur topographie de surface par microscopie à force atomique (AFM) et analyse des AgNPs par microscopie électronique à balayage (MEB) ; (b) Images de microscopie à épifluorescence de biofilms matures de 72 h de *P. aeruginosa* PAO1-Tn7-gfp sur des surfaces de SiO_2 et des biomatériaux à base d'AgNPs, et analyse par AFM de l'interaction des bactéries avec les AgNPs.

CONTACT

Kremena Makasheva
Directrice de recherche, CNRS
kremena.makasheva@laplace.univ-tlse.fr

Christina Villeneuve-Faure

Maître de conférences,
Université de Toulouse
christina.villeneuve@laplace.univ-tlse.fr

mature observé sur la silice. Cette monocouche bactérienne, très sensible au flux appliqué, se révèle fragile et peu résiliente. L'analyse AFM met en évidence une interaction directe et continue entre AgNPs et bactéries.

La synergie des équipes a conduit à la validation in vitro d'un nouveau concept de revêtements antimicrobiens. La stratégie développée dans le projet ANR BENDIS démontre l'intérêt fort de l'interdisciplinarité.

PUBLICATIONS

From Adhesion to Biofilms Formation and Resilience: Exploring the Impact of Silver Nanoparticles-Based Biomaterials on *Pseudomonas aeruginosa*

M. Rima, C. Villeneuve-Faure, L. Pilloux, C. Roques, F. El Garah, and K. Makasheva

Biofilm 9 (2025) 100267

doi.org/10.1016/j.biofilm.2025.100267 (hal-04983300)

Towards a better understanding of the effect of protein conditioning layers on microbial adhesion: A focused investigation on Fibronectin and Bovine Serum Albumin layers on SiO_2 surfaces

M. Rima, C. Villeneuve-Faure, M. Soumbo, F. El Garah, L. Pilloux, C. Roques, and K. Makasheva

Biomater. Sci. 12 (2024) 3086

doi-org.gorgone.univ-toulouse.fr/10.1039/D4BM00099D (hal-04597312).

6^{ème} Symposium de Génie Electrique, SGE2025, co-organisé par le LAPLACE et le LAAS-CNRS

CONTACT

Nicolas Rouger
Directeur de recherche, CNRS
Co-président de SGE2025
nicolas.rouger@laplace.univ-tlse.fr

AU CŒUR DE CET ÉVÈNEMENT MAJEUR ET DE SA PARTICIPATION RECORD

Le 6^{ème} symposium de génie électrique a eu lieu à Toulouse du 1er au 3 juillet, au centre de congrès P. Baudis. Ce symposium, qui a lieu tous les 2 ans, couvre le large spectre du génie électrique, de la conversion et du traitement de l'énergie électrique, allant du matériau au système. Cette édition a accueilli plus de 520 participant.e.s, avec une implication forte du LAPLACE et du LAAS-CNRS, dans son organisation et dans le contenu scientifique.

Retour sur la conférence

Parmi les 313 résumés soumis et évalués, 293 articles complets ont été sélectionnés, tous étant associés à un article étendu d'au moins 4 pages, permettant de détailler les résultats scientifiques et approches. Le programme de la conférence comportait 105 présentations orales, dont 35 dans les 9 sessions spéciales proposées et portées par les collègues de notre communauté. Ces sessions spéciales ont été l'occasion de focalisation scientifique : la conversion HF/VHF, la modélisation de systèmes hydrogène, le biomédical, le diagnostic et pronostic, la soutenabilité, circularité et éco conception, la science ouverte, les décharges électriques, le vieillissement

des batteries et les technologies photovoltaïques.

Quatre sessions plénières invitées ont permis aussi d'éclairer sur les piliers thématiques de SGE : « Futurs énergétiques et perspectives du réseau électrique » (J. Pigat, RTE), « Intégration des systèmes HVDC en aéronautique – Enjeux et Challenges » (A. Renotte, Safran tech), « Table ronde : Comment aller vers une égalité de genre effective dans nos formations et nos laboratoires ? » (M-C. Pera, F. Sèdes et M. Arbogast, Femmes & Sciences, CNRS, P. Kergus CNRS/Laplace) et « Les alliages à haute entropie : futurs matériaux pour le stockage solide d'hydrogène ? » (C. Zlotea, CNRS/ ICMPE).

Une mobilisation forte du LAPLACE

- (co-)Président du comité local d'organisation constitué notamment de 12 membres du LAPLACE sur 19 au total
- (co-)porteurs de 3 sessions spéciales (SS2 – hydrogène, SS3 – bio médical, SS7 – décharge électrique)
- Porteuse, animatrice et animateur de la table ronde sur l'égalité de genre effective
- Un stand d'exposant (LabCOM SEMA)
- Membres du comité scientifique et du comité de pilotage
- 18 session chairs du Laplace
- 50 articles scientifiques du laboratoire (20 oraux et 30 posters)
- >80 participantes et participants du laboratoire
- De nombreux volontaires ayant aidé à la préparation et la conduite du symposium

Merci à toutes les personnes ayant contribué à ce symposium et pour la mobilisation des services impliqués, au sein de nos laboratoires et notre délégation régionale CNRS.





Symposium de Génie Electrique
du 1^{er} au 3 juillet 2025 à Toulouse (France)





LIENS
sge2025.sciencesconf.org
sge-conf.fr

Lancement du chantier du Technocampus Hydrogène Occitanie

CONTACT

Christophe Turpin
Directeur de Recherche, CNRS
Responsable Plateforme Hydrogène
christophe.turpin@laplace.univ-tlse.fr

LE CHANTIER DU FUTUR TECHNOCAMPUS HYDROGÈNE OCCITANIE A COMMENCÉ EN FÉVRIER 2025

L'ambition est de proposer un outil d'expérimentation à la pointe en appui à la recherche et à la formation pratique dans le domaine de l'hydrogène et de développer une offre de services pour les entreprises du secteur. La première tranche est prévue pour fin 2026 et la seconde pour le printemps 2027. De nouvelles fonctionnalités (essais de très forte puissance, environnementaux) sont très attendues par les industriels afin de développer leurs prototypes ambitieux.

Ce nouveau centre d'essais très ambitieux émerge très clairement de la plateforme Hydrogène de Toulouse actuelle.

Créée en 2010, et portée par le laboratoire LAPLACE, elle héberge à ce jour trois autres laboratoires : le LGC, l'IMFT et le CIRIMAT. Il s'agit d'une plateforme de tests expérimentaux visant à étudier les potentialités des technologies hydrogène énergie (production, stockage, utilisation, etc.) comme les piles à combustible, les électrolyseurs d'eau et les technologies liées à la combustion de l'hydrogène. L'expertise de la plateforme consiste en l'appui à la recherche académique et à la collaboration industrielle et en des prestations d'essais.

Dans son format initial, la plateforme s'étendait sur 120 m² (Campus Toulouse INP Labège). Elle n'a cessé de croître pendant ces quinze années, pour atteindre aujourd'hui une surface totale de 1800 m² répartie sur plusieurs sites : Campus Toulouse INP Labège, Halle technologique de Rangueil, ENSEEIHT et l'IMFT sur l'île du Ramier.

L'arrivée du Technocampus, va permettre de poursuivre cette croissance. Avec une superficie de 9 000 m², ce centre d'essais et d'enseignement pratique sera un des plus importants en Europe, réunissant des industriels et des chercheurs dans une collaboration sans précédent. Il réunira en un même lieu l'ensemble des moyens d'essais dédiés à l'hydrogène énergie des quatre

laboratoires fondateurs, membres de la Plateforme Hydrogène : LAPLACE, IMFT, CIRIMAT et LGC. Les compétences de nos quatre laboratoires se complètent quasi idéalement, permettant de couvrir pratiquement toute la chaîne de valeur de l'hydrogène, ce qui constituera un très gros atout en termes d'attractivité pour les industriels. En termes d'originalité, sous l'impulsion industrielle, ce centre permettra de faire des essais de très forte puissance (1MW) et des essais environnementaux (enceinte climatique de très grand volume (T, P, HR), banc tangage roulis lacet...), la volonté étant de placer les prototypes dans des conditions les plus proches des applications phare.

Ce centre hérite du développement sur plus de 15 ans de la Plateforme Hydrogène actuelle, en termes de savoir-faire, de ressources matérielles et humaines pour asseoir ses trois fonctions principales : appui à la recherche académique, à la R&D Laboratoire – Entreprise et à la formation initiale et continue pour les travaux pratiques (TPs).



Photo de chantier du futur Technocampus Hydrogène Occitanie. Léo Arcangeli (Région Occitanie)



LABORATOIRE PLASMA & CONVERSION D'ÉNERGIE

ADRESSES

Université de Toulouse

118, route de Narbonne
31062 Toulouse cedex 9

ENSEEIH

2, rue Charles Camichel - BP 7122
31071 Toulouse cedex 7

laplace.univ-tlse.fr

DIRECTEURS DE PUBLICATION

Olivier Eichwald

Directeur

Xavier Roboam

Directeur adjoint

EDITION

Oblique Studio

Communication visuelle

