



**HAL**  
open science

# SONDES INTÉGRÉES RÉSONANTES DE LUMIÈRE : MICRO-RÉSONATEURS SUR POLYMÈRES COUPLÉS AUX TECHNOLOGIE ET PROCÉDÉS ISSUES DE LA CHIMIE, DES PLASMAS, DE LA MICRO-FLUIDIQUE ET DE LA BIOPHYSIQUE

Bruno Bêche, Nolwenn Huby, Véronique Vié, Pascal Panizza, Hervé Lhermite,  
Francine Solal

► **To cite this version:**

Bruno Bêche, Nolwenn Huby, Véronique Vié, Pascal Panizza, Hervé Lhermite, et al.. SONDES INTÉGRÉES RÉSONANTES DE LUMIÈRE : MICRO-RÉSONATEURS SUR POLYMÈRES COUPLÉS AUX TECHNOLOGIE ET PROCÉDÉS ISSUES DE LA CHIMIE, DES PLASMAS, DE LA MICRO-FLUIDIQUE ET DE LA BIOPHYSIQUE. 2015. hal-01140612v1

**HAL Id: hal-01140612**

**<https://hal.science/hal-01140612v1>**

Preprint submitted on 10 Apr 2015 (v1), last revised 5 May 2015 (v2)

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# SONDES INTÉGRÉES RÉSONANTES DE LUMIÈRE : MICRO-RÉSONATEURS SUR POLYMÈRES COUPLÉS AUX TECHNOLOGIE ET PROCÉDÉS ISSUES DE LA CHIMIE, DES PLASMAS, DE LA MICRO-FLUIDIQUE ET DE LA BIOPHYSIQUE

Bruno Bêche<sup>1\*</sup>, Nolwenn Huby<sup>1</sup>, Véronique Vié<sup>1</sup>, Pascal Panizza<sup>1</sup>,  
Hervé Lhermite<sup>2</sup>, Francine Solal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de Physique de Rennes - IPR UMR CNRS 6251, Université de Rennes 1, Campus Beaulieu, Bât. 11E Nanosciences, 263 avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes, France.

<sup>2</sup> Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes - IETR UMR CNRS 6164, Université de Rennes 1, Campus Beaulieu, Bât. 11B, 35042 Rennes Cedex, France.

\* <http://blogperso.univ-rennes1.fr/bruno.beche/>

## RÉSUMÉ

Au cours de cette allocution, quelques voies de recherche et développement en photonique intégrée à base de matériaux organiques seront développées. Plusieurs approches hybrides qui sont issues de domaines transverses de la physique et de la chimie pour la réalisation de Micro-Résonateurs (MRs) 2D, 2.5D et 3D sur polymères seront présentées. De telles voies parallèles soulignent l'intérêt de développer des technologies et procédés hybrides, comme les traitements plasmas, la micro-fluidique, la déposition de films biomoléculaires en biophysique, qui s'adaptent et se couplent aux processus classiques de couches minces déjà existants pour l'intégration optique.

**MOTS-CLEFS :** *Polymères ; traitement plasmas ; fluides complexes ; biophysique moléculaire ; micro-résonateurs (MRs).*

## 1. INTRODUCTION

L'objectif pédagogique de cet oral est de développer quelques exemples ciblés où l'émergence de certains procédés et techniques hybrides a pu et a su apporter des solutions intéressantes en s'adaptant aux besoins de la photonique intégrée. Ces approches hybrides, qui peuvent apparaître 'non conventionnelles' au premier abord, se situent de la physico-chimie et traitements plasmas, jusqu'à la biophysique moléculaire et systèmes intégrés de fluides complexes (ou micro-fluidique).

## 2. LA CHIMIE ORGANIQUE COMMERCIAL, LES PLASMAS, LA MATIERE MOLLE EN FLUIDES COMPLEXES ET EN INTERFACES BIOMOLECULAIRES POUR LES MRS EN PHOTONIQUE

Deux possibilités émergent en termes d'utilisation de matériaux organiques : les produits commerciaux ou alors la synthèse de cette chimie organique en laboratoire. De nombreuses substances et résines commerciales se sont avérées des candidats organiques intéressants ces dernières années [1-7] sans l'utilisation de technique coûteuse de type gravure par faisceau d'électron. L'utilisation de techniques complémentaires, en particulier les traitements plasmas et leurs analyses, peuvent permettre l'obtention de couches à fonctionnalités spécifiques, et même totalement nouvelles en modifiant, améliorant et contrôlant fortement les propriétés physico-chimiques des couches et des surfaces organiques déposées ; que ce soit par exemple par fonctionnalisation de surface pour diminuer les pertes en propagation au sein de structures [8-9], ou bien pour créer de nouvelles structures photoniques MRs 2.5D par modification des énergies de surface et augmentation du travail d'adhésion aux interfaces multicouches organiques lors des procédés de mise en forme [10]. La biophysique avec ces procédés biomoléculaires (techniques de dépôts de films Langmuir-Blodgett (LB) nanométriques) et ses outils d'analyses relatifs aux couches de lipides d'indices faibles, ou encore le vaste domaine des systèmes de fluides complexes sur puce (micro-fluidique) peuvent se positionner en technologie bas coût adjointe à une fabrication de masse. La liste des approches hybrides est sans doute longue, comme l'utilisation des films de LB pour le contrôle des 'gaps' sub-longueur d'onde de MRs-3D [11], la génération de MRs-3D sur

organiques par techniques dite de 'flow-focusing' de trains de gouttes polymères sur puce [12-15], couplées aux techniques de lithographies en UV profond [16,17].

## CONCLUSION

De nombreux procédés hybrides, appartenant à la biophysique moléculaire, à la physique des plasmas, aux principes et techniques issues de la fluidique, peuvent être appliqués pour le développement de structures MRs originales en photoniques intégrées sur organiques. Ces approches qui peuvent apparaître non-conventionnelles par rapport aux procédés plus employés en couches minces et nanotechnologies, peuvent s'avérer 'relativement' simples dans certains cas et sans doute élégantes et intéressantes pour participer au développement de la photonique intégrée.

## RÉFÉRENCES

- [1] B. Bêche, N. Pelletier, E. Gaviot, J. Zyss, "Single mode optical waveguides on SU-8 polymer", *Opt. Commun.*, vol. 230/1-3, pp. 91-94, 2004.
- [2] B. Bêche, N. Pelletier, R. Hierle, A. Gouillet, J.P. Landesman, E. Gaviot, J. Zyss, "Conception of Optical Integrated Circuits on Polymers", *Microelectron. J.*, vol. 37, pp. 421-427, 2006.
- [3] N. Pelletier, B. Bêche, E. Gaviot, L. Camberlein, N. Grossard, F. Polet, J. Zyss, "Single-mode rib optical waveguides on SOG/SU-8 polymer and integrated Mach-Zehnder for designing thermal sensors", *IEEE Sensors J.*, vol. 6, n°3, pp. 565-570, 2006.
- [4] N. Pelletier, B. Bêche, N. Tahani, J. Zyss, L. Camberlein, E. Gaviot, "SU-8 waveguiding interferometric micro-sensor for gage pressure measurement", *Sensors and Actuators : A*, vol. 135, pp. 179-184, 2007.
- [5] B. Bêche, "Integrated photonics devices on SU8 organic materials: a review", *Academic Journals: Int. J. Phys. Sci.*, vol. 5, n°6, pp. 612-618, 2010.
- [6] A. Airoudj, B. Bêche, D. Debarnot, E. Gaviot, F. Poncin-Epaillard, "Integrated SU-8 photonic gas sensors based on PANI polymer devices: Comparison between metrological parameters", *Opt. Comm.*, vol. 282, n° 19, pp. 3839-3845, 2009.
- [7] D. Duval, H. Lhermite, C. Godet, N. Huby, B. Bêche, "First developments of integrated photonics on UV 210", *J. Opt. A: Pure Appl.*, vol. 12, n°5, pp. 055501-055507, 2010.
- [8] B. Bêche, P. Papet, D. Debarnot, E. Gaviot, J. Zyss, F. Poncin-Epaillard, "Fluorine plasma treatment on SU-8 polymer for integrated optics", *Opt. Commun.*, vol 246/1-3 pp. 25-28, 2005.
- [9] A. Airoudj, D. Debarnot, B. Bêche, B. Boulard, F. Poncin-Epaillard, "Improvement of the optical transmission of polymer planar waveguide by plasma treatment", *Plasma processes and Polymers*, Ed. Wiley InterScience, vol. 5, n°3, pp. 275-288, 2008.
- [10] A. Zebda, L. Camberlein, B. Bêche, E. Gaviot, E. Bêche, D. Duval, J. Zyss, G. Jézéquel, F. Solal, C. Godet, "Spin coating and plasma process for 2.5D integrated photonics on multilayer polymers", *Thin Solid Film*, vol. 516, pp.8668-8674, 2008.
- [11] B. Bêche, A. Potel, J. Barbe, V. Vié, J. Zyss, C. Godet, N. Huby, D. Pluchon, E. Gaviot, "Resonant coupling into hybrid 3D micro-resonator devices on organic/biomolecular film/glass photonic structures", *Opt. Comm.*, vol. 283, n°1, pp. 164-168, 2010.
- [12] N. Huby, D. Pluchon, N. Coulon, M. Belloul, A. Moreac, E. Gaviot, P. Panizza, B. Bêche, "Design of organic 3D microresonators with microfluidics coupled to thin-film processes for photonic applications", *Opt. Comm.*, vol. 283, n° 11, pp. 2451-2456, 2010.
- [13] D. Pluchon, N. Huby, L. Frein, A. Moréac, P. Panizza, B. Bêche, "Flexible Beam-Waist Technique for Whispering Gallery Modes Excitation in Polymeric 3D Micro-Resonators", *Opt. Int. J. Light Electron. Opt.*, 2012.
- [14] D. Pluchon, N. Huby, A. Moréac, P. Panizza, B. Bêche, "From Fabrication to Characterization of 3D Organic Micro-Resonators: a Complementary Alliance of Microfluidics and Optics", *Advances in Optical Technologies*, article ID 767836, vol. 2012, pp. 1-7, 2012.
- [15] D. Pluchon, N. Huby, V. Vié, P. Panizza, B. Bêche, "AFM analysis of 3D optical microresonators surfaces : a correlation to Q-factors values", *Opt. Photon. J.*, vol. 3, (4) pp. 291-295, 2013.
- [16] D. Pluchon, N. Huby, H. Lhermite, D. Duval, B. Bêche, "Fabrication and resonant optical coupling of various 2D micro-resonators structures on UV210 polymer", *J. Micromech. Microeng.*, vol. 22, pp. 085016-085024, 2012.
- [17] R. Castro Beltran, N. Huby, G. Loas, H. Lhermite, D. Pluchon, B. Bêche, 'Improvement of efficient coupling and optical resonances by using taper-waveguides coupled to cascade of UV210 polymer micro-resonators', *J. Micromech. Microeng.*, vol. 24, pp. 125006-125013, 2014.