

## Programme et publications JNPO

Date: Mardi, 03.J2018     14:00 - 16:00   02-E: Session Orale JNPO #1     Amphi Le Chatelier								
14:00 - 16:00 O2-E: Session Orale JNPO #1   Amphi Le Chatelier Date: Mercredi, U4.07.2018   17:30 - 19:00 PO-01 E: Session posters JNPO #1   Salle A14 Salle A14	Date: Mardi, 03.07	7.2018						
Amphi Le Chatelier     Date: Mercredi, U-J.2018     17:30 - 19:00   PO-01 E: Session posters JNPO #1     Salle A14	14:00 - 16:00	O2-E: Session Orale JNPO #1						
Date: Mercredi, 04.07.2018     17:30 - 19:00   PO-01 E: Session posters JNPO #1     Salle A14	Amphi Le Chatelier							
17:30 - 19:00   PO-01 E: Session posters JNPO #1     Salle A14   Point E: Session posters JNPO #1	Date: Mercredi, 04.07.2018							
Salle A14	17:30 - 19:00	PO-01 E: Session posters JNPO #1						
	Salle A14							
Date: Jeudi, 05.07.2018								
16:45 - 18:45 PO-02 E: Session posters JNPO #2	16:45 - 18:45	PO-02 E: Session posters JNPO #2						
Salle A14	Salle A14							

## **Présentations**

## O2-E: Session Orale JNPO #1

Heure: Mardi, 03.07.2018: 14:00 - 16:00 · Salle: Amphi Le Chatelier 14:00 - 14:30 Invitée

Etude de l'evolution des caractéristiques photométriques, radiométriques et colorimétriques sur OLEDs blanches de grande surface sous stress thermique et electrique

## L. Canale, A. Alchaddoud, P. Dupuis, G. Zissis

LAPLACE Lab. - CNRS, France; laurent.canale@laplace.univ-tlse.fr

Les dégradations d'OLEDs blanches de grande surface sous vieillissement accéléré ont été identifiée par leurs signatures photométriques, radiométriques et colorimétriques. Nous avons mis en évidence une évolution conjuguée de la température de couleur et de l'indice de rendu des couleurs. L'émetteur bleu se dégrade plus rapidement que les autres.

## 14:30 - 14:45

Cristaux liquides prismatiques pour l'interférométrie à décalage : un dispositif statique, colinéaire et accordable

R. Laberdesque<sup>1</sup>, A. Jullien<sup>1</sup>, U. Bortolozzo<sup>1</sup>, N. Forget<sup>2</sup>, S. Residori<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INPHYNI/CNRS, France; <sup>2</sup>FASTLITE, France; <u>romain.laberdesque@inphyni.cnrs.fr</u>

Un nouvel interféromètre spatial à décalage est présenté, basé sur une cellule prismatique de cristaux liquides, contrôlée en tension. Colinéaire et statique, le dispositif est caractérisé par l'accordabilité de la période sur plus d'un ordre de grandeur et par une excellente stabilité. Les franges sont caractérisées sur une zone de 5x5mm.

#### 14:45 - 15:00

#### Cobalt pour la magneto-plasmonique: défis et applications potentielles

## I. Sow<sup>1</sup>, J. Y. Piquemal<sup>1</sup>, J. Nelayah<sup>2</sup>, M. Braik<sup>3</sup>, A. Belkhir<sup>3</sup>, N. Felidj<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, Interfaces Traitements Organisation et DYnamiques des Systèmes, UMR CNRS 7086, 15 rue Jean de Baïf, 75205 Paris Cedex 13, France: <sup>2</sup>Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, CNRS, Laboratoire Matériaux et Phénomènes Quantiques, UMR 7162, 75013 Paris, France; <sup>3</sup>Université Mouloud MAMMERI, Laboratoire de Physique et Chimie Quantique, Facultés des sciences BP 17 RP, 15000 Tizi-Ouzou, Algeria; idrissa.sow@univ-paris-diderot.fr

Nous démontrons expérimentalement que des nanostructures de cobalt, obtenues par lithographie électronique, présentent des résonances plasmon de surface localisées (PSL), pouvant aller du proche UV au visible. La couche d'oxyde native de cobalt a été évaluée par différentes techniques. Ces résultats sont confirmés par des simulations numériques FDTD.

#### 15:00 - 15:15

#### Réalisation d'un dispositif de mesure de réflectance diffuse pour le diagnostic précoce de l'ulcère de **Buruli**

<u>U. Niangoran</u><sup>1,2</sup>, L. Canale<sup>1</sup>, T. Haba<sup>2</sup>, D. Yable<sup>2</sup>, G. Zissis<sup>1</sup> <sup>1</sup>LAPLACE, Toulouse, France; <sup>2</sup>L2IS, Côte d'Ivoire; <u>niangoran@laplace.univ-tlse.fr</u>

Dans cet article, nous présentons un dispositif optique destiné à détecter de façon précoce la maladie de l'ulcère de Buruli. Des mesures préliminaires de spectres de réflectance dans la gamme spectrale 400 à 800 nm ont été effectuées sur des peaux saines. Ceux-ci sont semblables aux spectres de réflectance de la peau que fournis la littérature.

#### 15:15 - 15:30

Résonances plasmoniques de structures périodiques de nanoparticules métalliques pour l'amélioration des propriétés des OLEDs

#### S. Hamdad, A. t. Diallo, M. Chakaroun, A. Boudrioua

Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, Laboratoire de Physique des Lasers, CNRS (UMR7538) 93430 Villetaneuse, France; sarah.hamdad@univ-paris13.fr

L'étude porte sur l'influence de structures périodiques de nanoparticules métalliques (NPs) sur les performances des OLEDs. La caracterisation des OLEDs plasmoniques obtenues montre qu'il y a de nettes ameliorations des propriétés d'emission dues à l'excitation de modes hybrides (plasmonique/photonique) supportés par les reseaux périodiques.

#### 15:30 - 15:45

#### Surface enhanced Raman scattering: impact of long-range plasmonic interactions

#### I. Ragheb<sup>1</sup>, M. Braik<sup>2</sup>, A. Belkir<sup>2</sup>, N. Felidj<sup>1</sup>

<sup>1</sup>université Paris diderot, France; <sup>2</sup>Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie; nordin.felidj@univ-paris-diderot.fr

In this work, we consider square arrays of gold discs fabricated by electron beam lithography, and evidence a long-range interaction in normal incidence for specific grating constants in various media (air, water, ...). We show that such arrays supporting long-range coupling are good candidates for improving SERS signals of a molecular probes.

## PO-01 E: Session posters JNPO #1

## Heure: Mercredi, 04.07.2018: 17:30 - 19:00 · Salle: Salle A14

# Caractérisation expérimentale des différentes des diodes électroluminescentes (LEDS) inorganiques et l'effet photovoltaïque sur ces leds

#### K. Remidi<sup>1</sup>, A. Cheknane<sup>2</sup>, M. Haddadi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept de physique Ecole Normale Supérieure Vieux Kouba, Algérie; <sup>2</sup>Université Amar Telidji de Laghouat.; <sup>3</sup>Dept d'électronique école nationale polytechnique (ENP) d'El-Harrach Alger Algérie; <u>remidikam@gmail.com</u>

Cet article décrit nos expériences sur la caractérisation électrique de diodes électroluminescentes commerciales de différentes couleurs jaunes;vertes;rouges; et beues réalisés à l'IMS de bordeaux 1 .et leurs effet photovoltaïque sur les LED en utilisant un pyranometre pour une application en éclairage ce travail a été developpé à ENP d'ElHarrach .

#### Microcavités de pérovskites hybrides halogénées : Polaritons et Lasers.

## <u>P. Bouteyre<sup>1</sup>, F. Lédée<sup>1</sup>, H. Diab<sup>1</sup>, G. Delport<sup>1</sup>, G. Trippé-Allard<sup>1</sup>, D. Garrot<sup>2</sup>, H. S. Nguyen<sup>3</sup>, C. Seassal<sup>3</sup>, J.-S. Lauret<sup>1</sup>, F. Bretenaker<sup>1</sup>, E. Deleporte<sup>1</sup></u>

<sup>1</sup>Laboratoire Aimé Cotton, CNRS, Univ. Paris-Sud, ENS Paris-Saclay, Université Paris- Saclay, 91405 Orsay Cedex, France; <sup>2</sup>Groupe d'Etude de la Matiére Condensée, Université de Versailles Saint Quentin En Yvelines, Université Paris-Saclay, 45 Avenue des Etats-Unis, 78035, Versailles, France; <sup>3</sup>Universite de Lyon, Institut des Nanotechnologies de Lyon - INL, UMR CNRS 5270, CNRS, Ecole Centrale de Lyon, Ecully, F-69134, France; <u>paul.bouteyre@u-psud.fr</u>

Les pérovskites hybrides halogénées représentent aujourd'hui une percée dans le photovoltaïque mais montrent également des propriétés optiques intéressantes dans l'espoir de réaliser des diodes lasers à bas seuil. Ce poster présentera des résultats de microcavités à base de pérovskite hybrides halogénées (couplage fort, effet laser).

## Etude de la dynamique de la transition de spin par microscopie et spectroscopie optique résolues en temps

#### K. Ridier<sup>1</sup>, S. Rat<sup>1</sup>, L. Salmon<sup>1</sup>, M. Lorenc<sup>2</sup>, R. Bertoni<sup>2</sup>, W. Nicolazzi<sup>1</sup>, G. Molnar<sup>1</sup>, A. Bousseksou<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Chimie de Coordination CNRS, Toulouse, France; <sup>2</sup>Institut de Physique de Rennes CNRS, Rennes, France; <u>karl.ridier@lcc-toulouse.fr</u>

Nous avons étudié la dynamique de commutation du composé à transition de spin [Fe(HB(tz)<sub>3</sub>)<sub>2</sub>], synthétisé sous forme de cristaux et de films minces nanométriques, par des techniques de microscopie optique et de spectroscopie optique résolues en temps.

## EFFET PLASMONIQUE DES NANOPARTICULES D'AU SUR L'ELECTROLUMINESCENCE DES OLED

## <u>A. T. Diallo</u>, S. Khadir, M. Chakaroun, A. Boudrioua

Laboratoire de Physique des Lasers - CNRS UMR 7538, Université Paris 13 Paris-Sorbonne Cité, 93430 Villetaneuse, France; diallo.amadouthierno@yahoo.fr

Nous rapportons une étude de l'influence des NPs d'Au sur les performances des OLEDs. Nous avons étudié l'effet de la distance entre l'émetteur et les NPs afin d'accorder le couplage exciton-plasmonique en champ lointain dans l'OLED. Nous avons obtenu une amélioration de près de 52% de l'émission rouge pour une distance entre NPs-émetteur de 45 nm.

## ETUDE DE L'EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES PHOTOMETRIQUES, RADIOMETRIQUES ET COLORIMETRIQUES SUR OLEDS BLANCHES DE GRANDE SURFACE SOUS STRESS THERMIQUE ET ELECTRIQUE

## Laurent Canale, Alaa Alchaddoud, Pascal Dupuis, Georges Zissis

Laboratoire LAPLACE, UMR CNRS 5213, Université de Toulouse 3, 31062 Toulouse, France

laurent.canale@laplace.univ-tlse.fr

## Résumé

Les dégradations d'OLEDs blanches de grande surface sous vieillissement accéléré ont été identifiée par leurs signatures photométriques, radiométriques et colorimétriques. Nous avons mis en évidence une évolution conjuguée de la température de couleur et de l'indice de rendu des couleurs. L'émetteur bleu se dégrade plus rapidement que les autres.

**MOTS-CLEFS** : *OLED*, *dégradation*, *photométrie*, *colorimétrie* 

## **1. INTRODUCTION**

Les OLEDs à grande surface ont fait leurs preuves dans les applications embarquées telles que les smartphones mais elles se présentent également comme une alternative sérieuse sur le marché de l'éclairage. Au regard des LEDs, leur courte durée de vie, la non-homogénéité de leur luminance, l'évolution de leur couleur dans le temps et leur coût restent des facteurs limitant au développement de cette technologie [1]. La durée de vie en fonctionnement se définit par une baisse de 30% (LT70) ou de 50% (LT50) de la valeur initiale de la luminance. Les OLED peuvent être stockée sans que ses performances soient affectées [2]. Par contre, les matériaux organiques et la cathode métallique sont extrêmement sensibles à l'humidité et à l'oxygène ce qui impose une parfaite encapsulation [3]. Aujourd'hui, la durée de conservation dépasse dix ans dans des conditions ambiantes (Tamb =  $25^{\circ}$ C, Hr = 50%, pas d'UV, etc.). Cette étude porte sur les dégradations intrinsèques d'OLEDs commerciales blanches sous stresses électriques et thermiques. L'évolution des caractéristiques photométriques et colorimétriques jusqu'à LT50 ont été mesurées et analysés.

## 2. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Les OLED utilisées dans ce travail sont constituées d'une couche d'émettrice mince EML (12 nm) dopée avec des colorants phosphorescents. Cette couche est prise en sandwich entre la couche de transport d'électrons ETL (118 nm) et la couche de transport de trous HTL (150 nm) (Figure 1).

Les couches organiques sont interposées entre une anode d'oxyde d'indium et d'étain ITO (150 nm) et une cathode Al / LiF / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (117 nm / 0,5 nm / 4 nm). Afin d'accélérer le vieillissement, les OLEDs ont été soumises à des stress thermiques (23°C, 40°C et 60°C) et électriques (11.25, 13 et 15 mA/cm<sup>2</sup>) dans un environnement contrôlé et jusqu'à 1.5 fois la densité de courant nominale (9.49mA/cm<sup>2</sup>).

Par souci de stabilité et de précision, les mesures optiques (luminance, rayonnement spectral, coordonnées de chromaticité corrélées, température de couleur et indice de rendu des couleurs) ont été effectuées sur des OLED alimentées par un sourcemètre (Keithley 2602A). Les caractérisations spectrales ont toutes été réalisées à température ambiante avec un spectromètre SPECBOS 1201.



Fig. 1 : Vue de coupe effectuée par TEM de l'OLED étudiée

#### 3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Le spectre d'émission des OLED testés, allant de 380 nm à 780 nm, comprend quatre pics à 455 nm (bleu), 530 nm (vert), 609 nm (orange) et 663 nm (rouge). Pour tous les dispositifs vieillis, les positions des quatre pics ne changent pas au fil du temps. Cependant, leurs intensités ont diminué de manière significative. La figure 2 montre la distribution spectrale de luminance de l'OLED N ° 1 avant la dégradation (t = 0hr), à LT70, et à LT50 à densité de courant assignée (9,49 mA / cm<sup>2</sup>) et l'évolution de la colorimétrie. Pour tous les échantillons à LT50, la diminution de l'intensité du pic bleu est plus significative que pour les autres pics, alors que la diminution du pic vert est la moins prononcée. Si l'on prend comme exemple l'OLED N ° 1, à LT50 et à la densité de courant assignée, le pic bleu a diminué jusqu'à 33% de sa valeur initiale (à t = 0hr), tandis que les pics (vert, orange et rouge) ont atteint respectivement 44%, 43% et 51% de leur valeur initiale.



Figure 2 : à gauche, Spectres en fonction de la longueur d'onde avant dégradation (à t = 0h) et après dégradation (à LT70 et à LT50) de l'OLED N ° 1 à une densité de courant de 9,49 mA / cm<sup>2</sup> ; à droite, évolution de la colorimétrie, en vert avant dégradation, en rouge à LT50 (diagramme CIE1976)

#### **CONCLUSION**

Dans ce travail, nous avons identifié la modification des paramètres colorimétriques au cours du temps de vieillissement ; nous avons trouvé que les intensités de pics du spectre OLED avaient diminué au cours du temps de vieillissement sans modification de leurs positions. L'émetteur bleu est le moins stable et le taux de dégradation différentielle des émetteurs a provoqué un changement vers une couleur vert-jaune. La température de couleur corrélée et l'indice général de rendu des couleurs ont légèrement augmenté avec la dépréciation de la luminance.

## Références

[1] Park, J. W., Shin, D. C., & Park, S. H. (2011). Large-area

OLED lightings and their applications. Semiconductor Science and Technology, 034002.

[2] E. H. Mill JOU, J.-H., Kumar, S., & Jou, Y. (2013). Disruptive characteristics and lifetime issues of OLEDs. A. Buckley, Organic Light-Emitting Diodes (OLEDs): Materials, Devices and Applications (Vol. 28, pp. 410-442). Philadelphia Woodhead Publishing Limited.

[3] Burrows, P. E., Bulovic, V., Forrest, S. R., Sapochak, L. S., McCarty, D. M., & Thompson, M. E. (1994). Reliability and degradation of organic light emitting devices. Applied Physics Letters, 65(23), 2922-2924.

## **Cobalt pour la magneto-plasmonique: défis et applications potentielles**

Sow Idrissa<sup>1</sup>, Jean-Yves Piquemal<sup>1</sup>, Jaysen Nelayah<sup>2</sup>, Macilia Braik<sup>3</sup>, Abderrahmane Belkhir<sup>3</sup>, Nordin Felidj<sup>1\*</sup>

 <sup>1</sup> Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, Interfaces Traitements Organisation et DYnamiques des Systèmes, UMR CNRS 7086, 15 rue Jean de Baïf, 75205 Paris Cedex 13, France
<sup>2</sup> Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, CNRS, Laboratoire Matériaux et Phénomènes Quantiques, UMR 7162, 75013 Paris, France
<sup>3</sup> Université Mouloud MAMMERI, Laboratoire de Physique et Chimie Quantique, Facultés des sciences BP 17 RP, 15000 Tizi-Ouzou, Algeria

Corresponding author: \*nordin.felidj@univ-paris-diderot.fr

## Résumé

Nous démontrons expérimentalement que des nanostructures de cobalt, obtenues par lithographie électronique, présentent des résonances plasmon de surface localisées (PSL), pouvant aller du proche UV au visible. La couche d'oxyde native de cobalt a été évaluée par différentes techniques. Ces résultats sont confirmés par des simulations numériques FDTD.

Mots clés : cobalt, résonance plasmon de surface localisé, oxyde de cobalt, lithographie électronique

## Introduction

Au cours de ces dernières années, la communauté scientifique s'est intéressée à la conception et à l'étude de nanostructures multifonctionnelles combinant des propriétés optiques et magnétiques. Ce type de nanomatériau multifonctionnel magnéto-optique présente un très fort intérêt dans de nombreuses applications: la détection de molécules biologiques ou à des fins théranostiques dans le domaine biomédical [1-3], en catalyse ou en stockage de l'information. Dans ce contexte, le cobalt est un très bon candidat pour ses propriétés magnétiques. Très récemment, il a été démontré que les nanostructures bimétalliques composées d'or et de cobalt pouvaient encore améliorer les performances magnétiques des nanoparticules de cobalt, en raison des propriétés plasmoniques remarquables de l'or. Cependant, l'impact des propriétés optiques de l'or sur les performances magnétiques du cobalt est encore mal compris. Dans ce travail, nous nous proposons d'étudier les propriétés optiques et magnétiques combinées sur une nanostructure de cobalt. Dans ce contexte, les propriétés plasmoniques du cobalt doivent être testées et améliorées autant que possible. Contrairement à l'or et à l'argent, deux matériaux plasmoniques bien connus, le cobalt a été très peu étudié pour ses propriétés plasmoniques, en raison d'un fort amortissement des résonances, notamment dans la gamme spectrale du visible. Dans cet exposé, nous démontrerons que des réseaux réguliers de nanodisques de cobalt, fabriqués par lithographie électronique à balayage, affichent des résonances de plasmons de surface localisées (LSP) pouvant aller de l'UV au rouge. L'effet de l'oxydation du cobalt métallique, caractérisé par des mesures XPS et de réflectométrie des rayons X, est également étudié.

## **Résultats**

Le cobalt est surtout connu pour ses propriétés magnétiques mais ceux optiques sont très peu étudiées. La fonction diélectrique du cobalt présente une partie réelle négative, et une partie imaginaire positive mais relativement importante en particulier dans la gamme du visible. Les conditions sont néanmoins réunies pour observer un effet PSL notamment marqué dans le proche UV. La figure 1a montre ainsi des spectres d'extinction de réseaux carrés de nanodisques cobalt de diamètres variables (de 100nm à 200nm), avec un pas de réseau de 300nm (centre à centre). Les spectres d'extinction présentent une forte absorption, avec un décalage de la résonance vers les grandes longueurs d'onde à mesure que le diamètre augmente. Cependant, l'augmentation du diamètre des nanodisques de cobalt entraine un élargissement de

la résonance. Ces spectres sont en accord avec des simulations numériques obtenues par la méthode FDTD, comme le montre la figure 1b.



Fig.1 Spectres d'extinction de nanodisques de cobalt de diamètres variables (a) D = 100 nm, D = 120 nm, D = 140 nm, D = 180 nm, D = 200 nm (en insert, images SEM correspondantes); (b) Simulations des spectres par FDTD.

L'élargissement de la résonance PSL, lorsque le diamètre augmente, s'explique par le fait que la partie imaginaire de la fonction diélectrique du cobalt croît très vite avec la longueur d'onde.



Fig.2 Spectres d'extinction de nanodisques de cobalt de diamètre D = 120nm en fonction du temps : 1<sup>er</sup> jour (noir), 35<sup>ème</sup> jour (rouge), 70<sup>ème</sup> jour (violet).

Une étude sur l'effet d'oxydaiton a été menée. La figure 2 indique les spectres d'extinction de nanodisques de 120m de diamètre en fonction du temps. On constate un faible décalage de 4-5nm de la position de la résonance plasmon due à l'apparition d'une couche d'oxyde native sur les nanodisques de cobalt. Des mesures par réflectométrie sont effectuées sur un film de cobalt. La couche d'oxyde de cobalt a été évaluée à 3-4 nm d'épaisseur. Les résultats XPS nous indiquent la présence d'un pic de cobalt métallique ce qui va dans le sens des mesures de réflectométrie et que la couche d'oxyde sur la surface de cobalt reste faible et stable faible.

## Conclusion

Nous avons démontré que les nanodisques de cobalt présentent des résonances plasmons. Ces résonances plasmons peuvent être décalées vers les grandes longueurs d'onde en augmentant le pas de réseau et le diamètre des nanodisques. L'oxydation du cobalt est assez faible.

J.Maynadié, A. Huetten, H. Brueckl and J. Schoetter, ACS Nano, 2012, 6, 791-801.

<sup>[1]</sup> J. Lim and S. a. Majetich, Nano Today, 2013, 8, 98–113.

<sup>[2]</sup> Z. Fan, D. Senapati, A. K. Singh and P. C. Ray, Mol. Pharm., 2013, 10, 857-866.

<sup>[3]</sup> S. Schrittwieser, F. Ludwig, J. Dieckhoff, K. Soulantica, G. Viau, L.-M. Lacroix, S. M. Lentijo, R. Boubekri,

<sup>[4]</sup> J. A. Creighton and D. G. Eadont, J. Chem. Soc. Faraday Trans, 1991, 87, 3881-3891.

## **CRISTAUX LIQUIDES PRISMATIQUES POUR L'INTERFÉROMÉTRIE À** DÉCALAGE : UN DISPOSITIF STATIQUE, COLINÉAIRE ET ACCORDABLE

## Romain Laberdesque<sup>1</sup>, Aurélie Jullien<sup>1</sup>, Umberto Bortolozzo<sup>1</sup>, Nicolas Forget<sup>2</sup>, Stefania Residori<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de Physique de Nice, UMR 7010, Université de Nice Sophia-Antipolis, CNRS, 1361 route des Lucioles, 06560 Valbonne, France

<sup>2</sup> Fastlite, Les Collines de Sophia, 1900 route des Cretes, 06560 Valbonne, France

romain.laberdesque@inphyni.cnrs.fr

## RÉSUMÉ

Un nouvel interféromètre spatial à décalage est présenté, basé sur une cellule prismatique de cristaux liquides, contrôlée en tension. Colinéaire et statique, le dispositif est caractérisé par l'accordabilité de la période sur plus d'un ordre de grandeur et par une excellente stabilité. Les franges sont caractérisées sur une zone de  $5 \times 5$  mm. Le dispositif ouvre la voie à de nombreuses applications pour lesquelles une modulation ajustable de l'intensité ou de la polarisation lumineuse est requise, notamment le photo-alignement et photo-lithographie.

**MOTS-CLEFS :** Cristals Liquides; Interférométrie Adaptative; Biréfringence

Les interferomètres à décalage latéral ou angulaire sont utilisés dans plusieurs applications, comme le contrôle optique de surface, mesures de front d'onde, microscopie. Ils permettent une colinéarité des faisceaux, réduisant les effets des vibrations et assurant une meilleure stabilité de l'interférogramme.

Les interféromètres classiques de Michelson dont l'accord est réalisé par des mouvements mécaniques dégrade la stabilité des profils tandis que ceux faits de prismes biréfringents de Wollaston n'autorisent qu'une faible accordabilité [1].

Nous proposons ici d'utiliser une cellule prismatique de Cristaux Liquides (CL) nématiques "CLwedge" comme interferomètre à décalage [2]. Les CL présentent des propriétés optiques remarquables : une forte biréfringence ( $\Delta n = 0.29$  à 405 nm) ajustable via l'application d'un champ électrique ( $V_{bias} \le$ 10 V) [3]. Deux types de CL-wedges ont été fabriqués et testés (angles d'apex de 0.5° et 0.75°) en tant que dispositif colinéaire et statique (Figure 1). Des franges d'interférences en intensité ou en polarisation ont été produites sur une surface 5 × 5 mm. Le contrôle électrique par la tension permet l'accordabilité de la période sur plus d'un ordre de grandeur (50  $\mu m$  à 1.2 mm, Figure 2, à gauche).



FIGURE 1 : Principe de l'interférométre à décalage avec un CL-wedge.  $\Psi$  est l'angle du wedge W et l'ellipse indique la direction initiale d'ancrage. Illuminé par un faisceau polarisé à 45°, le LC-wedge dévie les deux ondes de polarisations croisées dans différentes directions. Projetées sur une même polarisation, les deux fasceaux produisent un interférogramme. P1 and P2 sont des polariseurs ;  $\alpha$  est l'angle de déviation entre les deux polarisations.



FIGURE 2 : A gauche, mesures de la période des franges avec une diode laser à  $\lambda = 405$  nm en fonction de la tension appliquée aux wedges. A droite, profil spatial transverse d'interférences produites par un CL-wedge à 4 V en fonction du temps. La faible variation de la période (en bleu) est notamment due au bruit numérique.

L'interféromètre colinéaire est caractérisée par sa bonne stabilité (hors tension et sous tension, Figure 2, à droite) : les variations de période sont en-deçà de la résolution de notre caméra (pixel~ 4,65  $\mu$ m). L'étude dynamique (Figure 3) du dispositif permet de montrer que le prisme peut être décrit comme une addition linéaire de cellules de différentes épaisseurs.

Grâce à ses propriétés, les CL-wedges offrent un grand potentiel pour des applications où la stabilité et l'accordabilité de profils périodiques micrométriques sont requis. Ils pourraient être utilisés efficacement en photolithographie, dans des étapes de photo-alignement, soit en intensité soit en polarisation, ou encore dans des mesures de déphasage.



FIGURE 3 : Images  $(4,65 \times 4,65 \text{ mm})$  de la relaxation dynamique (10 V a 0 V) d'un wedge. La stabilisation du profil progresse vers le côté le moins épais du LC-wedge par deux fronts : Entre le front marqué par les tirets noirs (limite de la stabilisation complète) et celui des tirets blancs, le profil présente une distribution d'ondelettes.

## Références

- [1] J.-C. Chanteloup, "Multiple-wave lateral shearing interferometry for wave-front sensing," Appl. Opt. 44, 1559-1571 (2005)
- [2] Romain Laberdesque, Aurélie Jullien, Umberto Bortolozzo, Nicolas Forget, and Stefania Residori, "Tunable angular shearing interferometer based on wedged liquid crystal cells," Appl. Opt. 56, 8656-8662 (2017)
- [3] "Liquid Crystals", 2nd Edition, Iam-Choon Khoo, Bahaa E. A. Saleh, ISBN : 978-0-471-75153-3
- [4] C. Provenzano, P. Pagliusi, and G. Cipparrone, "Electrically tunable two-dimensional liquid crystals gratings induced by polarization holography," Opt. Express 15, 5872-5878 (2007)

# Réalisation d'un dispositif de mesure de réflectance diffuse pour le diagnostic précoce de l'ulcère de Buruli

Urbain Niangoran<sup>1,2</sup>, Laurent Canale<sup>1</sup>, Théodore Haba<sup>2</sup>, Didier Yable<sup>2</sup>, Georges Zissis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LAPLACE LAboratoire de PLAsma et de Conversion d'Energie, 31062 Toulouse, France <sup>2</sup>L2IS Laboratoire d'Image, d'Instrumentation et de Spectroscopie, BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

niangoran@laplace.univ-tlse.fr

## RÉSUMÉ

Le diagnostic précoce permet aux personnes atteintes d'une maladie de bénéficier d'un traitement efficace. Par ailleurs, il permet de réduire les complications liées à cette maladie tout en minimisant les frais de traitement. Dans cet article, nous présentons un dispositif optique destiné à détecter de façon précoce la maladie de l'ulcère de Buruli. Des mesures préliminaires de spectres de réflectance dans la gamme spectrale 400 à 800 nm ont été effectuées sur des peaux saines. Les spectres obtenus sont semblables aux spectres de réflectance de la peau que fournis la littérature.

MOT-CLES : Biopsie optique ; Spectre de réflectance ; Mycobacterium ulcerans.

## 1. INTRODUCTION

L'ulcère de Buruli (UB) ou Infection à *Mycobacterium ulcerans* est une infection cutanée humaine due à la mycobactérie, *Mycobacterium ulcerans*. Cette mycobactérie qui affecte également les os, est la plus fréquente après la tuberculose. Ce micro-organisme produit une toxine particulière, la mycolactone, qui provoque des lésions tissulaires et inhibe la réponse immunitaire [1], [2]. Cette infection conduit souvent à une destruction étendue de la peau et des tissus, avec formation d'ulcérations majoritairement sur les membres. Le diagnostic de l'UB peut se faire de façon clinique ou dans un laboratoire. Le diagnostic clinique est réalisé par un professionnel de santé expérimenté. En effet, l'on confond parfois les lésions nodulaires précoces avec d'autres infections sous-cutanées comme les mycoses, les lipomes, etc. Au laboratoire, on a recours à quatre méthodes standards dont la plus utilisée est l'amplification génique (PCR) de la séquence IS2404 [1]. Le diagnostic et le traitement précoces sont les seuls moyens pour réduire au maximum la morbidité et éviter les incapacités.

L'interaction lumière et matière (les tissus biologiques) fournit des informations (structure, composition biochimique, ...) sur la matière. Ainsi, cette interaction (sous forme de signature spectrale) est exploitée pour diagnostiquer de nombreuses maladies [3], [4]. Notre étude présente un dispositif simple de mesure de spectres de réflectance pour le diagnostic précoce de l'UB.

## 2. MATÉRIEL ET METHODES

Le dispositif de mesure du spectre de réflectance diffuse comprend des sources d'excitation, un système d'acquisition (un spectromètre USB4000 de Ocean Optics et un ordinateur) (figure 1).



Fig. 1 : Dispositif de mesure de spectre de réflectance diffuse

Les LEDs sont au nombre de 6 (1-6) et couvrent les domaines du visible et du proche infrarouge (blanche froide, 360, 440, 560, 670 et 830 nm). Les LEDs et la sonde optique (7) reliant le spectromètre et l'ordinateur sont placés dans un tube plein et opaque.

Le spectre d'intensité de réflectance diffuse  $R(\lambda)$  (Eq. 1) est obtenu en divisant le spectre d'intensité rétrodiffusée de la peau par celui d'un standard de diffusion pris comme référence.

$$R(\lambda) = \frac{I(\lambda)_{Peau} - I(\lambda)_{Background}}{I(\lambda)_{Ref} - I(\lambda)_{background}}$$
(1)

Où I( $\lambda$ )<sub>Peau</sub>, I( $\lambda$ )<sub>Ref</sub> et I( $\lambda$ )<sub>Background</sub> sont respectivement les intensités des lumières réfléchies par la peau, un diffuseur (blanc) et un absorbeur (noir).

Les mesures ont été effectuées seulement avec la LED blanche.

## 3. RÉSULTATS

La figure 2 présente les spectres de réflectance de diverses parties du corps de deux personnes. On constate une forte croissance de la réflectance à partir de 600 nm. On observe des pics aux voisinage de 730 et 740 nm [5]. Par ailleurs, on remarque que les spectres ont les mêmes allures mais ils présentent des intensités différentes.



Longueur d'onde (nm)

Fig. 2 : Spectres de réflectance diffuse de diverses parties du corps de deux personnes

Les mesures de spectres de réflectance diffuse à partir de notre dispositif montrent des différences de spectres pour diverses parties du corps. Ces différences sont plus nettes en termes d'intensité.

## 4. CONCLUSION

La spectroscopie par réflectance diffuse présente un grand intérêt dans le domaine de la biopsie optique. En effet, cette méthode permet de faire des diagnostics de plusieurs maladies de façon in situ. Dans notre étude qui consistait à mettre en œuvre un dispositif optique pour diagnostiquer de façon précoce l'ulcère de Buruli, nous nous sommes limités à des mesures de réflectance diffuse sur des peaux saines. L'ulcère de Buruli est une maladie qui en plus de rendre le malade invalide, a des conséquences négatives sur sa vie sociale. Ainsi, le diagnostic précoce s'avère essentiel dans la prise en charge de cette maladie. Il serait donc intéressant de poursuivre et finaliser cette étude afin de disposer d'appareils portatifs à moindre coûts pour le diagnostic précoce de cette maladie.

## 5. RÉFÉRENCES

[1] http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/buruli-ulcer-(mycobacterium-ulcerans-infection)

[2] http://www.who.int/buruli/information/publications/pod\_fr.pdf

[3] J. Libbey, "Diagnostic optique des lésions dysplasiques du col utérin", Synthèse du bulletin du cancer, Cancer Res; 72(11) June 1, 2012, pp. 45–53, 2004.

[4] A. Garcia-Uribe, J. Zou, M. Duvic, J. H. Cho-Vega, V. Prieto, and L. V. Wang, "In Vivo Diagnosis of Melanoma and Nonmelanoma Skin Cancer Using Oblique Incidence Diffuse Reflectance Spectrometry", American Association for Cancer Research, Vol. 72, N°11, 2012.

[5] I. V. Meglinski and S. J. Matcher, "Computer simulation of the skin reflectance spectra", Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol. 70, N° 2, pp. 179–186, 2006.

## **R**ESONANCES PLASMONIQUES DE STRUCTURES PERIODIQUES DE NANOPARTICULES METALLIQUES POUR L'AMELIORATION DES PROPRIETES DES **OLED**

### S. Hamdad, A. T. Diallo, M. Chakaroun et A. Boudrioua

Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, Laboratoire de Physique des Lasers, CNRS (UMR7538) 93430 Villetaneuse, France

Email: sarah.hamdad@univ-paris13.fr

**Résumé:** Dans ce travail, on s'intéresse à l'étude de l'influence des structures périodiques de nanoparticules métalliques (NPs) sur les propriétés des OLED. Les résultats obtenus mettent en évidence des résonances de réseaux dites hybrides à caractères plasmonique/photonique. Il est alors possible, grâce au choix approprié des paramètres du réseau, de sélectionner, selon l'application recherchée, un comportement particulier (plasmonique ou photonique). Les effets obtenus sont exploités dans le but d'améliorer les propriétés d'émission des OLED en étudiant: une OLED avec un réseau de courte période, pour lequel la réponse est purement plasmonique, et une autre avec un réseau longue période pour lequel des modes plasmonique/photonique sont excités. Les OLED obtenus sont caractérisées optiquement et électriquement afin de mettre en évidence les effets d'exaltation engendrés par la présence des réseaux de NPs.

Mots clés: Plasmons de Surface Localisés, Anomalies de Rayleigh, Mode Hybride

## 1. INTRODUCTION

Plusieurs études traitent des processus de couplage existant entre des nanoparticules métalliques (NPs) constituant un réseau [1]. Aussi, grâce à un effet de diffraction collectif il est possible d'obtenir des résonances qui présentent des largeurs à mi hauteur très faibles. Ces dernières apparaissent lorsqu'on se rapproche de longueurs d'onde caractéristiques dites anomalies de Rayleigh [2]. Ainsi, lorsque la distance inter-particules devient importante des modes de réseau à caractère hybride, plasmonique et photonique, sont excités. Il est alors possible de générer un fort couplage (champ proche/champ lointain) grâce à un choix judicieux des paramètres du réseau considéré [3]. La présence de ces structures au sein de dispositifs lumineux peut exalter les propriétés d'émission d'objets actifs et améliorer la directivité des faisceaux émergents.

Cette étude porte sur l'étude d'OLED contenant des structures métalliques périodiques qui supportent des modes hybrides. Les réseaux considérés sont des NPs d'Ag déposées sur le substrat verre/ITO. Des réseaux de différentes périodes ont été fabriqués (de 150 à 500nm). Plus particulièrement, on s'intéresse à deux types de réseaux : un de courte période à 180nm et un autre de longue période à 420nm. Les spectres d'extinction ont été mesurés expérimentalement et calculés théoriquement par FDTD. L'influence de ces réseaux sur les propriétés optiques et électriques des OLEDs est étudiée et analysée.

## **2. ANALYSE NUMERIQUE**

La structure étudiée est un réseau de NPs cylindriques d'Ag recouvert d'une couche organique déposé sur un substrat de verre/ITO. Les spectres d'extinction ont été calculés via la méthode FDTD, le calcul est fait pour des périodes allant de 150nm à 500nm par pas de 20nm. A titre d'exemple les résultats obtenus pour les périodes 180nm, 300nm et 420nm sont donnés par la figure 1.a.



**Fig.1**. (a) Courbes d'extinction calculées par FDTD en fonction de la longueur d'onde et la période du réseau. (b). Cartographie : extinction mesurée expérimentalement (c) Densité de courant des OLEDs plasmonique et de référence en fonction de la tension appliquée.

De la figure 1.a. on constate que pour des courtes périodes le caractère localisé est prépondérant. Pour des périodicités plus importantes (≥300nm) des pics étroits apparaissent à proximité des longueurs d'onde caractéristiques dites anomalies de Rayleigh. Dans ce processus les NPs métalliques participent à un phénomène de diffraction collectif pour lequel des interférences constructives se produisent. Les résonances qui en résultent présentent des largeurs très fines et le caractère délocalisé est dominant.

## **3. RESULTATS EXPERIMENTAUX**

La figure 1.b. présente une cartographie de l'extinction en fonction de la période pour les réseaux fabriqués par lithographie électronique. Les résultats expérimentaux obtenus confirment l'analyse numérique précédente. On constate que le pic principal s'affine contrairement au pic secondaire qui s'élargit lorsqu'on augmente la période. Par la suite, deux OLED contenant un réseau d'Ag de courte période (180nm) et de longue période (420nm) ont été fabriquées et caractérisées. La structure typique de l'OLED est constituée de l'empilement suivant : substrat de verre/ITO(100nm)/réseau d'Ag(35nm)/m-MTDATA(30nm)/NPB(15nm)/Alq3-DCM(30nm)/TPBi(5nm)/Alq3(30nm)/LiF(1nm)/Al(100nm).

A titre d'exemple, la figure 1.c. représente la densité de courant en fonction de la tension appliquée pour l'OLED longue période et une OLED sans NPs. On note une diminution importante de la tension d'allumage ainsi qu'une nette amélioration de la densité de courant de l'OLED plasmonique.

L'amélioration de la densité de courant supportée par l'OLED plasmonique démontre qu'il est possible d'exalter les processus d'injection et de transport de charges au sein du dispositif lumineux. L'ensemble des résultats obtenus sera présenté et analysé lors de la conférence.

## 4. CONCLUSION

Les résultats obtenus mettent en évidence l'existence de modes hybrides supportés par des réseaux de NPs métalliques. Deux types de régimes peuvent être définis, un purement plasmonique et un autre pour lequel le phénomène de diffraction devient important. Ces deux types de réseaux sont exploités afin d'améliorer les propriétés d'émission d'objets actifs. Les résultats obtenus dans le cas des dispositifs OLED-plasmoniques montrent qu'il est possible d'améliorer les propriétés d'émission via le couplage objets actifs-NPs métalliques et d'augmenter ainsi les performances électriques des dispositifs lumineux.

<u>Remerciements</u>: This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 665850.

## 5. References

- [1] A. B. Evlyukhin, C. Reinhardt, U. Zywietz, and B. N. Chichkov, Phys. Rev. B 85, 245411 (2012).
- [2] A. Maradudin, I. Simonsen, J. Polanco and R. M. Fitzgerald, Journal of Optics, 18, 024004 (2016).
- [3] A. G. Nikitin, A. V. Kabashin, and H. Dallaporta, Optics Express, 20 (25), 27952 (2012).

# Surface enhanced Raman scattering: impact of long-range plasmonic interactions

# I. Ragheb<sup>1</sup>, J. Aubard<sup>1</sup>, L. Boubekeur-Lecaque<sup>1</sup>, S. Lau-Truong<sup>1</sup>, A. Chevillot-Biraud<sup>1</sup>, M. Braik<sup>2</sup>, A. Belkhir<sup>2</sup>, N. Félidj<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Interfaces, Traitements, Organisation et Dynamique des Systèmes, Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, CNRS UMR 7086, 15 rue Jean de Baïf, 75205 Paris Cedex 13, France

<sup>2</sup>Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie

Corresponding author: <u>\*nordin.felidj@univ-paris-diderot.fr</u>

Long-range plasmonic interactions can be advantageously exploited in the context of Surface enhanced Raman scattering experiments. Such interactions arise from an additional channel of plasmon excitation, due to a diffracted order in the plane of the substrate, named the Rayleigh anomaly, occurring for specific grating constants  $\Lambda_C$ . The first diffracted order in the plane substrate arises at  $\Lambda_C = \lambda/n$ , (*n* being the refractive index of the substrate and  $\lambda$  the incident wavelength). When the lattice resonance wavelength  $\lambda_{Lattice}$  is close to the position of the Rayleigh anomaly, the quality factor of the lattice resonance is significantly improved, leading to a maximum of local electric field enhancement (figure 1).

In this work, we consider square arrays of gold discs fabricated by electron beam lithography, and evidence a long-range interaction in normal incidence for specific grating constants in various media (air, water, ...). We show that such arrays supporting long-range coupling are good candidates for improving SERS signals of a molecular probe, the mercaptobenzoic acid (chosen for their ability to form monolayers), provided that the grating constant is blue-shifted compared to the Rayleigh anomaly position. Our experiments are in very good agreement with calculated data (extinction spectra and Raman enhancement factors), using the Finite Difference Time Domain method (FDTD).



Figure 1: (left) Extinction spectrum (in air) for a square array of gold nanodisks with diameter D=100 nm, thickness H=50 nm and different grating constants  $\Lambda$  from 400 to 700 nm. The black line shows the theoretical position of the Rayleigh anomaly; (right): Extinction spectra for a regular array of gold nanodiscs with an interparticle distance of  $\Lambda$ =410 nm, close to  $\Lambda_C = \lambda/n$ .

## CARACTERISATION EXPERIMENTALE DES DIFFERENTES DES DIODES ELECTROLUMINESCENTES (LEDS) INORGANIQUES ET L'EFFET PHOTOVOLTAÏQUE SUR CES LEDS

## Kamel Remidi<sup>1</sup>, Ali Cheknane<sup>2</sup>, Mourad Haddadi<sup>3</sup>

 (1) Dept de Physique école normale supérieure (ENS) Kouba 16050Algiers Algerie
(2) Laboratoire des Semi-conducteurs et Matériaux Fonctionnels. Université Amar Telidji de Laghouat. Bd des Martyrs. BP37G Laghouat-03000-Algérie
(3) Dept d'électronique école nationale polytechnique (ENP) d'El-Harrach Algers Algerie \* remidikam@gmail.com, remidi\_kam@yahoo.fr

## Résumé

Cet article décrit nos expériences sur la caractérisation électrique de diodes électroluminescentes commerciales de différentes couleurs ainsi que sur leur effet photoélectrique. Cette expérience a été réalisée à l'IMS de Bordeaux, qui dispose d'un banc de mesure permettant la caractérisation intrinsèque de différentes diodes électroluminescentes en polarisation directe et inverse. Ce banc permet également de comparer ces valeurs expérimentales aux valeurs théoriques obtenues par modélisation.

Un deuxième travail réalisé à l'ENP d' El-Harrach a permis de mettre en place des moyens de mesure pour montrer qu'il y a un effet photovoltaïque sur les LED. Pour ce faire, nous avons mesuré les caractéristiques électriques de différentes LED et étudié leur intensité lumineuse à l'aide d'un Pyranométre EPLEY. Ce travail impliquait des DEL rouges, vertes, jaunes, blanches et bleues.

**MOTS-CLEFS :** *Diodes électroluminescentes (DEL); Photovoltaïque; Inorganique; Caractérisation.* 

## 1. INTRODUCTION

Au cours des dernières années, les LED sont largement mises en œuvre et utilisées dans notre vie quotidienne. Ils ont un énorme avantage sur les autres types d'éclairage: le processus de création de photons d'une LED est extrêmement efficace; en effet dans une LED chaque électron donne un photon. Ainsi, avec un courant d'un ampère, une sortie de lumière donne environ un watt, alors qu'une ampoule ne donnera que 0,1W pour le même courant. L'utilisation plus répandue des LED pour l'éclairage aura un impact extrêmement important sur les économies d'énergie et l'environnement. La performance des LED double tous les 3 ans pour un prix divisé par 10 tous les dix ans [1]. À l'heure actuelle, ils sont largement utilisés dans l'éclairage et l'indication, les panneaux d'affichage, les feux de circulation et les téléviseurs à écran plat. L'utilisation généralisée de ces appareils dans l'éclairage domestique et extérieur permettrait de réaliser d'importantes économies d'énergie. Cependant, ce développement soulève un certain nombre de problèmes de mesure pour les deux aspects de la caractérisation de l'équipement d'éclairage pour les problèmes de sécurité liés à l'utilisation de ces sources. Les diodes électroluminescentes sont des sources de très petites dimensions émettant un grand débit dans un angle solide réduit.

Au niveau international, en particulier la Commission Internationale de l'Illumination (CIE), plusieurs comités techniques ont mené des travaux de recherche sur différents aspects de ces mesures.[2].

Concernant l'effet photovoltaïque, des travaux de recherche ont été réalisés sur cet aspect; ceci est dû au fait que les LED sont constituées d'une jonction PN qui n'est pas opaque, les photons peuvent atteindre et ainsi produire un effet photovoltaïque, comme dans le cas des jonctions d'une cellule solaire conventionnelle.

## 2. METHODES ET RESULTATS

A. Caractérisation électriques de diodes électroluminescentes classiques de différentes couleurs :

L'élément principale du dispositif utilisé est constitué :

D'un analyseur de paramètres semi-conducteur KEITHLEY 6430 connecté par un bus IEEE relié à l'unité centrale de l'ordinateur de contrôle. Cet appareil est constitué d'une source de courant (de  $10^{-16}$  A à 0,1 A) de résolution  $10^{-17}$  A (erreur 0,1 %) ainsi que d'une source de tension (0 à 10 V) de résolution  $10^{-6}$  V (erreur 0,1 %);



Fig.1 : Schéma de principe du banc de mesures I(V)

Le principe de base est de mesurer la variation du courant en fonction de la tension appliquée aux bornes d'une led régulée en température. Le schéma bloc du banc est représenté par la figure 1[3] à température maîtrisée par ce banc, et la température extérieure de l'assemblage de la led

B. Effet photovoltaïque des différentes LED :

Le dispositif de mesure est basé sur un Pyranométre, appareil qui mesure l'éclairement en W/m<sup>2</sup>et qui est disposé dans le même plan que la LED à tester. On choisit la bonne orientation de la led pour avoir le maximum de l'intensité du courant à ses bornes. On prendra plusieurs mesures (une vingtaine) sur une journée. Le coefficient du Pyranométre utilisé vaut C =9,56.10<sup>-6</sup>V/(W/m<sup>2</sup>)



Fig.2 Schéma du dispositif de mesure éclairement en fonction du courant de la led Vp=f(Id)

RESULTATS ET DISCUSSION



Fig 3 Caracteristique Id =f(V) d'une led rouge; jaune et verte en directe

La caractéristique courant-tension typique d'une DEL classique est donnée par la figure 4. Le premier tracé en échelle linéaire montre une tension de seuil Vs séparant deux zones principales : B où la diode est passante (V > Vs) et A où la diode est bloquée (V < Vs). Le comportement est bien celui d'une diode. Ce tracé est parfaitement adapté aux forts niveaux d'injection (V > Vs). La caractéristique I(V) typique d'une del rouge en est représentée par la figure 3



Fig.4 Puissance lumineuse (w/m2) en fonction du courant Id  $\mu$ A)

La figure4 montre qu'il y'a un effet photovoltaïque de ces leds et on voit que la led verte (75 w/m2) la plus sensible après la bleue(150 w/m2) puis jaune (315 w/m2) et la rouge la(375 w/m2) la moins

sensible et que la courbe est linéaire dans toutes ces leds P=a.Id+b avec a= pente du graphe et b :puissance lumineuse quand le courant I=o.

#### **CONCLUSION**

Les résultats obtenus valideront nos hypothèses, déjà établies, elles permettront également d'apprécier les potentialités de la LED dans le domaine photovoltaïque et de  $/ m^2$ ) .examiner les niches dans lesquelles elles seraient probablement intégrées. Ce second travail a permis de mettre en place des moyens de mesure pour montrer qu'il existe un effet photovoltaïque sur les LED de la ENP "El Harrah" (école polytechnique d'Alger). Pour cela, nous avons étudié leurs intensités lumineuses à l'aide d'un Pyranométre EPLEY.

L'étude du comportement des différentes LED colorées vis-à-vis du rayonnement solaire a été menée avec succès. Les résultats ont montré que la LED rouge a une intensité lumineuse de  $(375 \text{ w} / \text{m}^2)$ , jaune  $(315 \text{ w} / \text{m}^2)$ , bleu  $(150 \text{ w} / \text{m}^2)$  et vert  $(75 \text{ w} / \text{m}^2)$ .

## Références

[1] Haitz's law. Nature Photonics, vol. 1, no 1, 2007, p. 23 (DOI 10.1038/nphoton.2006.78, Bibcode

[2] W. V.CIE 127:2007 The following members of the TC 2-45 .... Report is Revision of CIE 127-1997

[3] Raphaël Baillot défaillance pour l'évaluation de la fiabilité de diodes électroluminescentes GAN ,p 45 : 21 Novembre 2011A

## EFFET PLASMONIQUE DES NANOPARTICULES D'AU SUR L'ELECTROLUMINESCENCE DES OLED

### Amadou Thierno Diallo, Samira Khadir, Mahmoud Chakaroun et Azzedine Boudrioua

Laboratoire de Physique des Lasers - CNRS UMR 7538, Université Paris 13 Paris-Sorbonne Cité, 93430 Villetaneuse, France

## RESUME

Nous rapportons une étude approfondie de l'influence des nanoparticules (NPs) d'Au sur les performances des OLEDs. Ces NPs sont aléatoirement dispersées dans l'OLED lors de la fabrication de l'hétéro-structure. Nous avons étudié l'effet de la distance entre l'émetteur et les NPs afin d'accorder le couplage exciton-plasmonique en champ lointain dans l'OLED. Pour cela, nous avons utilisé une couche rouge ultramince de DCM insérée dans la couche émettrice (Alq3) qui joue le rôle d'une sonde. Les résultats montrent qu'en ajustant la position de cette couche un contrôle très précis du couplage entre les excitons et la LSPR peut être recueilli. Nous avons obtenu une amélioration de près de 52% de l'émission rouge pour une distance entre NPs-émetteur de 45 nm.

MOTS-CLEFS : Plasmon de surface localisé ; OLED ; exaltation de l'électroluminescence

## **1. INTRODUCTION**

L'incorporation de NPs plasmoniques dans une hétéro-structure est récemment apparue comme un moyen pertinent d'augmenter considérablement les performances optiques et électriques des OLEDs, grâce à des résonances de plasmon de surface localisées (LSPR). La LSPR des NPs sert à augmenter le champ électrique local à la longueur d'onde d'excitation et peut conduire à une efficacité de couplage très élevée en champ lointain. Ce phénomène de couplage est un effet optique très important. Il permet plus de flexibilité sur la position des nanoparticules métalliques à l'intérieur de l'OLED et peut entrainer une forte amélioration de l'efficacité d'émission du dispositif. L'amélioration de l'efficacité globale est surtout engendrée par la diminution de la décroissance radiative de l'état excité de la molécule lorsque la distance séparant les nanoparticules de l'émetteur est supérieure à  $\lambda/10$  [1]. Divers résultats rapportés montrent l'amélioration de l'injection et le transport de charges, l'augmentation de la luminance et la diminution de la durée de vie des excitons, ce qui conduit généralement à l'augmentation de l'efficacité de l'OLED. Cependant, la compréhension des mécanismes responsables de cette amélioration par les NPs métalliques est une étape primordiale pour arriver à des facteurs d'exaltation de l'émission plus élevés dans les dispositifs organiques. De plus, l'extinction de la luminance due à la présence des NPs métalliques est un facteur déterminant dans le bilan global.

Dans ce travail, nous nous intéressons à l'étude de l'influence des NPs d'Au sur les dispositifs OLED. Une fine couche d'Au d'épaisseur de 1nm forme des clusters aléatoirement dispersés à l'intérieur de l'OLED est évaporée lors du processus de fabrication de l'hétéro-structure. Nous avons étudié les effets de la position optimale des NPs dans l'hétérostructure organique ainsi que l'influence de la distance entre les NPs et la couche sonde.

## 2. EXPERIENCES, RESULTATS ET DISCUSSION

Pour la fabrication de nos hétéro-structures, nous avons utilisé une chambre à vide poussé  $(10^{-7} \text{ mbar})$  pour évaporer thermiquement nos matériaux organiques et métalliques. Nous avons réalisé des échantillons basés sur l'OLED de référence suivante : ITO/m-MTDATA (30 nm)/NPB (15 nm)/Alq3 (30 nm)/TPBi (5nm) /Bphen (30 nm)/LiF (1nm)/Al (100 nm). Une couche rouge ultramince de DCM d'épaisseur 1 nm a été insérée dans la couche Alq3 à une distance *d* de l'interface NPB/Alq3. Nous avons fait varier la position *d* de cette couche entre 0 et 30 nm (fig.1.a). Pour les NPs d'Au, nous avons évaporé une couche mince qui forme des clusters dans la couche Bphen à une distance x = d + 15 nm de la couche sonde de DCM, voir Fig. 1(a).



Fig 1 : (a) Structure de l'OLED avec NPs d'Au ; (b) Variation de la densité de courant et de la luminance en function de la tension de l'OLED avec et sans NPs d'Au pour x = 45 nm

A titre d'exemple, la figure 1 (b) montre les caractéristiques J-V et L-V des dispositifs sans et avec des NPs d'Au pour x = 45 nm. Pour l'OLED plasmonique, la tension de seuil est réduite à 3V, et la luminance maximale est presque 2 fois supérieure à celle de l'OLED de référence. La couche de Bphen incorporant les NPs d'Au agit comme une couche dopée de type N et à un effet positif sur l'injection et le transport d'électrons. De plus, le champ électrique localisé au niveau des NPs augmente localement la mobilité des électrons dans la couche de Bphen.

La variation de la distance entre NPs et la couche sonde de DCM a également modifié de manière drastique les propriétés optiques des OLEDs plasmonique. Pour mieux quantifier l'amélioration du rendement, nous résumons les résultats obtenues dans le tableau 1, ci-dessous. L'exaltation de l'EL est attribué au couplage en champ lointain et à la décroissance radiative des excitons.

		Puissance optique (mw) à 100mA/cm <sup>2</sup>	Amélioration Puissance optique	Rendement (cd/A) à 100mA/cm <sup>2</sup>	Amélioration Rendement
<i>x</i> = 45	Ref.	1,19	55%	4.03	52%
	Avec Au	1,84		6.13	
<i>x</i> = 35	Ref.	0,75	30%	2.26	12%
	Avec Au	0,98		2.53	
<i>x</i> =25	Ref.	0,79	14%	2.52	<b>9</b> 70/
	Avec Au	0,90		2.74	0.770
<i>x</i> =15	Ref.	0,80	-16%	2.53	<b>8</b> 70/
	Avec Au	0,66		2,31	-0./70

Tab. 1: Résumé des caractéristiques optiques des dispositifs avec et sans NPs plasmoniques

## 3. CONCLUSION

Dans ce travail, Nous avons étudié l'effet de la distance entre les NPs d'Au et une couche sonde de DCM dans une OLED. Les meilleurs résultats ont été obtenus pour les distance x = 45 nm; x = 35 nm et x = 25 nm. L'amélioration des propriétés optiques et électriques de l'OLED est attribuée au couplage en champ lointain entre les NPs et les excitons de la couche DCM. Cependant, pour une distance faible (x = 15 nm), on observe une chute de l'efficacité qui est due à l'annihilation des excitons par les NPs (*quenching*).

#### REFERENCES

[1] J. Kümmerlen, A. Leitner, H. Brunner, F. R. Aussenegg and A. Wokaun, "Enhanced dye fluorescence over silver island films: analysis of the distance dependence," Mol. Phys. 80, 5, 1031-1046 (1993).

## ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE LA TRANSITION DE SPIN PAR MICROSCOPIE ET SPECTROSCOPIE OPTIQUE RESOLUES EN TEMPS

# Karl Ridier,<sup>1</sup> Sylvain Rat,<sup>1</sup> Lionel Salmon,<sup>1</sup> Maciej Lorenc,<sup>2</sup> Roman Bertoni,<sup>2</sup> William Nicolazzi,<sup>1</sup> Gábor Molnár,<sup>1</sup> Azzedine Bousseksou<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Chimie de Coordination, CNRS UPR–8241, 31077 Toulouse, France <sup>2</sup> Institut de Physique de Rennes, CNRS UMR-6251, 35700 Rennes, France

karl.ridier@lcc-toulouse.fr

## Résumé

Nous avons étudié la dynamique de commutation du composé à transition de spin  $[Fe(HB(tz)_3)_2]$ , synthétisé sous forme de cristaux et de films minces nanométriques, par des techniques de microscopie optique et de spectroscopie optique résolues en temps.

**MOTS-CLEFS :** *transition de spin ; dynamique de transition ; microscopie optique ; spectroscopie optique femtoseconde* 

## 1. INTRODUCTION

Le phénomène de transition de spin dans les complexes moléculaires des métaux de transition de configuration électronique 3d<sup>4</sup> à 3d<sup>7</sup> a été au centre d'un grand nombre d'études menées depuis plusieurs décennies [1]. Ces composés ont la particularité de pouvoir commuter de manière réversible entre deux états électroniques Haut-Spin (HS) et Bas-Spin (BS) sous l'effet d'un stimulus extérieur (variation de température, de pression, application d'un champ magnétique ou encore d'une irradiation lumineuse). Dans un certain nombre de ces composés, l'existence de fortes interactions élastiques entre les centres métalliques à transition de spin induisent des effets coopératifs, engendrant une transition de phase du premier ordre associée à l'ouverture d'un cycle d'hystérésis (effet mémoire). L'étude et la compréhension de la dynamique de cette transition de spin du 1<sup>er</sup> ordre, ainsi que son évolution avec la réduction de taille, est un sujet qui revêt une importance considérable d'un point de vue fondamental et technologique [2]. En particulier, le processus de nucléation-croissance de domaines de spin apparaît être un aspect clé de ces transitions de phase du premier ordre [3].

## 2. DYNAMIQUE DE NUCLEATION-CROISSANCE DANS LES CRISTAUX

Nous avons mené l'étude par microscopie optique de la dynamique du processus de nucléation-croissance dans des cristaux du complexe à transition de spin [Fe(HB(tz)\_3)\_2] (tz = 1,2,4-triazol-1-yl) [4]. Les cristaux de ce composé présentent une transition de spin abrupte du premier ordre centrée à 60°C avec un cycle d'hystérésis thermique d'environ 1 K de large.

Ces expériences (Fig. 1) ont révélé des propriétés remarquables de la transition de spin thermo-induite [5] : grande stabilité du cycle d'hystérésis, vitesses relativement



Fig. 1 : Images de microscopie optique d'un cristal pendant les transitions thermo-induites  $BS \rightarrow HS$  (haut) et  $HS \rightarrow BS$  (bas).

élevées des parois de domaine de spin jusqu'à 500  $\mu$ m/s et aucune dépendance en fonction de la vitesse de balayage en température. Des mesures effectuées sous faible pression d'air ont également démontré que la dynamique de ce processus de nucléation-croissance semble limitée, dans ce cas précis, par le problème intrinsèque du taux d'absorption ou de dissipation de la chaleur latente par le cristal [6].

## 3. DYNAMIQUE DE TRANSITION A L'ECHELLE NANOMETRIQUE

La réduction de taille, qui permet de s'affranchir de différents effets caractéristiques du matériau massif (mauvais transfert thermique, présence de défauts, faible résilience mécanique, etc.), semble extrêmement prometteuse pour atteindre des dynamiques de commutation significativement plus élevées. Dans ce contexte, nous avons utilisé la spectroscopie optique (pompe-sonde) femtoseconde afin de sonder les processus ultra-rapides de transition (hors-hystérésis) [7] dans des films minces d'épaisseur nanométrique du composé  $[Fe(HB(tz)_3)_2]$ . Ces mesures ont permis de déterminer des cinétiques de photo-commutation intramoléculaires inférieures à la picoseconde, tandis que le retour à l'équilibre thermodynamique s'opère à une échelle de temps inférieure à la  $\mu$ s dépendamment de l'épaisseur du film (voir Fig. 2).



Fig. 2 : Evolution temporelle de la fraction haut-spin ( $n_{HS}$ ) dans des films minces de différentes épaisseurs (50, 100 et 150 nm) du composé [Fe(HB(tz)\_3)\_2], après une impulsion laser femtoseconde (à t = 0).

#### CONCLUSION

En utilisant des méthodes optiques, nous avons étudié la dynamique de commutation des cristaux et de films minces nanométriques du composé moléculaire à transition de spin  $[Fe(HB(tz)_3)_2]$ . Alors que la transition du 1<sup>er</sup> ordre apparaît relativement lente dans les cristaux, limitée par un mécanisme de nucléation et de croissance de domaines de spin, les premières mesures de dynamique ultra-rapide réalisées sur les films minces montrent des cinétiques de relaxation, autour de 100 ns, dépendantes de l'épaisseur du film.

#### Références

[1] P. Gütlich and H. A. Goodwin, *Spin Crossover in Transition Metal Compounds I-III* (Springer Berlin Heidelberg, 2004); M. A. Halcrow, *Spin-Crossover Materials: Properties and Applications* (John Wiley & Sons, Ltd., 2013)

[2] O. Kahn, J. Kröber, and C. Jay, Adv. Mater. 4, 718 (1992); O. Kahn and C. J. Martinez, *Science* 279, 44 (1998)

[3] K. Ridier, G. Molnár, L. Salmon, W. Nicolazzi, and A. Bousseksou, Solid State Sci. 74, A1 (2017)

[4] S. Rat, K. Ridier, L. Vendier, G. Molnár, L. Salmon, A. Bousseksou, CrystEngComm 19, 3271 (2017)

[5] K. Ridier, S. Rat, H. J. Shepherd, L. Salmon, W. Nicolazzi, G. Molnár, and A. Bousseksou, *Phys. Rev. B* **96**, 134106 (2017)

[6] K. Ridier, S. Rat, L. Salmon, W. Nicolazzi, G. Molnár, and A. Bousseksou, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **20**, 9139 (2018)

[7] M. Lorenc, J. Hébert, N. Moisan, E. Trzop, M. Servol, M. Buron-Le Cointe, H. Cailleau, M. L. Boillot, E. Pontecorvo, M. Wulff, S. Koshihara, and E. Collet, *Phys. Rev. Lett.* 103, 028301 (2009)

## MICROCAVITÉS DE PÉROVSKITES HYBRIDES HALOGÉNÉES : POLARITONS ET LASERS.

## Paul Bouteyre<sup>1</sup>, Ferdinand Lédée<sup>1</sup>, Hiba Diab<sup>1</sup>, Géraud Delport<sup>1</sup>, Gaëlle Trippé-Allard<sup>1</sup>, Damien Garrot<sup>2</sup>, Hai Son Nguyen<sup>3</sup>, Christian Seassal<sup>3</sup>, Jean-Sébastien Lauret<sup>1</sup>, Fabien Bretenaker<sup>1</sup>, Emmanuelle Deleporte<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Aimé Cotton, CNRS, Univ. Paris-Sud, ENS Paris-Saclay, Université Paris- Saclay, 91405 Orsay Cedex, France

 <sup>2</sup> Groupe d'Etude de la Matiére Condensée, Université de Versailles Saint Quentin En Yvelines, Université Paris-Saclay, 45 Avenue des Etats-Unis, 78035, Versailles, France.
<sup>3</sup> Universite de Lyon, Institut des Nanotechnologies de Lyon - INL, UMR CNRS 5270, CNRS, Ecole Centrale de Lyon, Ecully, F-69134, France

paul.bouteyre@u-psud.fr

## Résumé

Les pérovskites hybrides halogénées représentent aujourd'hui une percée dans le photovoltaïque mais montrent également des propriétés optiques intéressantes dans l'espoir de réaliser des diodes lasers à bas seuil. Ce poster présentera des résultats de microcavités à base de pérovskite hybrides halogénées (couplage fort, effet laser).

**MOTS-CLEFS** : Pérovskite hybrides ; Couplage fort ; Polaritons ; Laser

## 1. ABSTRACT

Depuis 2012, les pérovskites hybrides halogénées CH3NH3PbI3 et ses dérivées représentent une percée dans le photovoltaïque : l'efficacité des cellules solaires à base de pérovskite a atteint 22.7 % aujourd'hui, ce qui est du même ordre de grandeur que les cellules solaires à base de silicium. Depuis 2014, il apparaît que les propriétés des pérovskites hybrides halogénées sont très intéressantes, non seulement pour les cellules photovoltaïques, mais aussi pour des dispositifs émettant de la lumière ouvrant la voie à la réalisation de lasers à base de pérovskites hybrides, pompés optiquement et aussi électriquement grâce aux bonnes propriétés de transport de ce matériau. Une des propriétés intéressantes est l'accordabilité de la longueur d'onde d'émission de la pérovskite dans le visible, allant du proche infrarouge au bleu. Cela pourra permettre d'aborder le problème du green gap des sources laser (le green gap se référant au fait que les diodes lasers émettant directement dans le vert sont rares et peu performantes).

Ce poster présentera le travail sur des microcavités à base de pérovskites hybrides dans la perspective d'un laser à base de pérovskites hydrides fonctionnant dans le régime de couplage fort. Le régime de couplage fort entre le mode photonique et l'exciton de la pérovskite a été observé en régime de basse densité de pompage. Des effets non-linéaires ont été obtenus à haute densité de pompage. La nature de cette non-linéarité sera discutée.



FIGURE 1 : Une couche mince de pérovskite hybride est déposée sur un miroir de Bragg commercial (Layertec (c)) sur laquelle sont déposées une couche mince de PMMA (poly(methyl methacrylate)) et une couche mince d'argent constituant le deuxième miroir. La pérovskite et le PMMA sont déposés par spin coating et la couche d'argent par évaporation en salle blanche. La longueur optique de la microcavité est autour de 3 fois la moitié de la longueur d'onde d'émission de la pérovskite ( $(3\lambda/2)$ ). L'encart montre une image AFM de la couche de pérovskite.