

CONGRÈS DE LA



Société Française d'Optique

04 – 07 JUILLET 2016

OPTIQUE



BORDEAUX 2016

COLOQ HORIZONS JNOG JRIOA CLUBS PAMO-JSM (SFP)

15^e COLLOQUE
SUR LES LASERS
ET L'OPTIQUE
QUANTIQUE

20^e CONFÉRENCE
HORIZONS DE
L'OPTIQUE

36^e JOURNÉES
NATIONALES
D'OPTIQUE
GUIDÉE

8^e JOURNÉES
RECHERCHE
INDUSTRIE
DE L'OPTIQUE
ADAPTATIVE

CLUBS THÉMATIQUES
DE LA SFO
3^e journées du club
Nanophotonique et
4^e journées nationales
du Club Photonique Organique

INVITÉ SPÉCIAL
Colloque commun de
la division de Physique
Atomique, Moléculaire
et Optique et les Journées
de Spectroscopie
Moléculaire de la



LA REMISE DES PRIX SFO | LA REMISE DU PRIX AIMÉ COTTON (SFP/PAMO)
L'EXPOSITION AU CŒUR DU CONGRÈS | LES RENCONTRES PÉDAGOGIQUES | LA SESSION
INDUSTRIELLE | LES STUDENT CLUBS ET CHAPTERS | LA VITRINE DE L'INNOVATION 2016

DATE LIMITE DE SOUMISSION : 1^{ER} AVRIL 2016
www.sfoptique.org



Présentations posters

Posters de la session PAMO/JSM

P0	Symétries vibrationnelles par imagerie raman cohérente <i>C. Cleff, H. Rigneault, S. Brasselet et J. Duboisset</i>	72
P1	Effet Stark dynamique dans le dysprosium et l'holmium <i>H. Li, M. Lepers, J.-F. Wyart et O. Dulieu</i>	73
P2	Effets De L'orientation Sur Les Sections Efficaces Multi-Différentielles de Double Ionisation De La Molécule De Chlorure D'hydrogène <i>S. Mokrani, H. Aouchiche et C. Champion</i>	74
P3	Génération d'impulsions attosecondes portant du moment orbital angulaire <i>R. Généaux, C. Chappuis, A. Camper, O. Gobert, T. Auguste et T. Ruchon</i>	75
P4	Refroidir des ions de terre rare par laser <i>M. Lepers, Y. Hong, J.-F. Wyart et O. Dulieu</i>	76
P5	Structure moléculaire de films de mouillage étudiés par des techniques de spectroscopie vibrationnelle <i>L. Dalstein, J. Liljeblad et E. Tyrode</i>	77
P6	Biréfringence magnétique linéaire du vide sous champ magnétique pulsé <i>A. Rivère, A. Cadène, M. Hartman, M. Fouché, R. Battesti et C. Rizzo</i>	78
P7	Amplification paramétrique infrarouge dans La₃Ga₅Ta_{0,5}O₁₄ <i>E. Boursier, P. Segonds, B. Boulanger, J. Debray, G. Archipovaite, S. Petit, J.C. Delagnes et E. Cormier</i>	80
P8	Bandes rouges de NiH et NiD détectées par CRDS <i>G. Dobrev, J. Morville, D. Tokaryk, A. Ross et P. Crozet</i>	81
P9	Scattering of light by small clouds of cold interacting atoms <i>Y. Sortais, S. Jennewein, M. Besbes, S. Jenkins, N. Schilder, C. Sauvan, J.-J. Greffet, J. Ruostekoski et A. Browaeys</i>	82
P10	Creation of a strongly dipolar gas of ultracold ground-state ^{23}Na ^{87}Rb molecules <i>R. Vexiau</i>	83
P11	FROG monocoupe achromatique du visible à l'infrarouge moyen <i>A. Dubrouil, S. Beaulieu, F. Catoire, E. Constant, D. Descamps, J.C. Delagnes, E. Cormier et Y. Mairesse</i>	84
P12	Décroissance Libre de l'Induction XUV de Paquet d'Ondes de Rydberg <i>E. Bloch, S. Beaulieu, R. Généaux, D. Descamps, S. Petit, V. Blanchet, F. Légaré et Y. Mairesse</i>	86
P13	Optical Fields To Control Ultracold atomic/molecular collisions <i>A. Orbán, R. Vexiau, A. Crubellier, E. Luc-Koenig, H.-C. Nägerl, G. Pupillo, O. Dulieu et N. Bouloufa-Maafa</i>	87
P14	Spectroscopie de la molécule d'ammoniac dans le proche infrarouge <i>P. Cacciani, J. Cosleou, M. Khelkhal, P. Cermak et J. El Romh</i>	88
P15	Photoionization of CH₄, H₂O and NH₃ within a Sturmian Approach <i>C. Granados-Castro, G. Gasaneo, D. Mitnik et L.U. Ancarani</i>	89
P16	Laser-induced fluorescence in NiD <i>M. Abbasi, A. Ross et P. Crozet</i>	90
P17	Electron Impact Ionization of CH₄, H₂O and NH₃ within a Sturmian Approach <i>C. Granados-Castro et L.U. Ancarani</i>	91
P18	Sources moyen infrarouge largement accordables basées sur des lasers à cascade quantique développées pour la détection de gaz <i>L. Bizet, R. Vallon, B. Parvitte, G. Maisons, M. Carras et V. Zéninari</i>	92
P19	Coulomb Three-body Systems with Different Masses: Ground State Calculations using Adjustable Sturmian Functions <i>J. Randazzo et L.U. Ancarani</i>	93
P20	Développement d'un spectromètre à diode laser pour la mesure de CO₂ dans les applications à l'aérologie <i>A.-L. Moriaux, R. Vallon, C. Cilindre, G. Liger-Belair, B. Parvitte et V. Zéninari</i>	94
P21	Scattering problems with nondecaying sources: two-photon ionization as a benchmark <i>A.I. Gomez, G. Gasaneo, D. Mitnik, M. Ambrosio et L.U. Ancarani</i>	95
P22	Conception et simulation de cuves photoacoustiques de type Helmholtz miniatures pour la détection de gaz atmosphériques <i>B. Parvitte, R. Vallon et V. Zéninari</i>	96

P23	Etude spectroscopique à haute résolution de méthane vers 1,65 μm pour la mission spatiale MERLIN <i>R. Vallon, B. Parvite, T. Delahaye, H. Tran et V. Zéninari</i>	97
P24	Testing the velocity distribution of atoms flying nearly-parallel to a wall <i>P. Todorov et D. Bloch</i>	98
P25	Continuous cold-atom inertial sensor with 1 nrad.s⁻¹ rotation stability <i>B. Fang, I. Dutta, D. Savoie, B. Venon, C. Garrido Alzar, R. Geiger et A. Landragin</i>	100
P26	Réponse optique d'agrégats d'argent libres et environnés <i>R. Schira et F. Rabilloud</i>	101
P27	Une nouvelle spectroscopie en couche interne: ionisation et excitation simultanée de deux électrons de cœur. <i>F. Penent, P. Selles, P. Lablanquie, J. Palaudoux, L. Andric, M. Nakano, Y. Hikosaka, K. Ito, T. Marchenko, O. Travnikova, G. Goldsztejn, L. Journel, R. Guillemin, D. Céolin, M. Simon, M. Piancastelli et S. Carniato</i>	102
P28	State selected sympathetically cooled H₂⁺ ions for precision measurements <i>J. Heinrich, N. Sillitoe, J.-P. Karr, A. Douillet, T. Louvradoux et L. Hilico</i>	103
P29	Interaction plasmonique de Casimir-Polder hors équilibre <i>R. Messina, N. Bartolo, D. Dalvit et F. Intravaia</i>	104
P30	Développement de senseurs à atomes froids compacts pour la navigation inertielle <i>L. Fouché, L. Chichet, B. Barrett, B. Battelier, H. Porte, F. Napolitano et P. Bouyer</i>	105
P31	La spectroscopie Ramsey-Comb: une méthode originale de spectroscopie haute résolution dans l'ultra-violet lointain <i>R. Altmann, S. Galtier, L. Dreissen et K. Eikema</i>	106
P32	Le myrténal et ses hydrates : caractérisation par calculs de chimie quantique et spectroscopie micro-onde <i>M. Chrayteh, P. Dréan et T. Huet</i>	107
P33	Dual-Species Bose-Einstein Condensates for a Weak Equivalence Principle test in microgravity <i>G. Condon, L. Antoni-Micollier, L. Chichet, B. Barrett, B. Battelier, A. Landragin et P. Bouyer</i>	108
P34	Expérience de diffraction d'électrons ultrarapide et présentation de résultats obtenus sur un échantillon de silicium monocristallin. <i>G. Gallé et J. Faure</i>	109
P35	Photoionization du radical méthylidène <i>B. Gans, F. Holzmeier, J. Krüger, C. Falvo, A. Röder, A. Lopes, G. Garcia, C. Fittschen, J.-C. Loison et C. Alcaraz</i>	110
P36	Structure électronique excitée du méthylcyanoacétylène étudiée par photoabsorption VUV <i>N. Lamarre, B. Gans, S. Douin, L. Vieira Mendes, N. De Oliveira, C. Crépin, M. Chevalier, R. Kolos, J.-C. Guillemin et S. Boyé-Péronne</i>	111
P37	Probing superfluidity in a quasi two-dimensional Bose gas through its local dynamics <i>L. Longchambon</i>	112
P38	Mesures Atmosphériques par SpEctromètre Ultra Léger (AMULSE) dédiés à des mesures de profils verticaux des gaz à effet de serre (CO₂, CH₄) sous ballons stratosphériques : développement instrumental et application sur le terrain. <i>R. Maamary, L. Joly, T. Decarpenterie, J. Cousin, N. Dumelié, B. Grouiez, G. Albora, N. Chauvin, Z. Miftah-El-Khair, D. Legain, D. Tzanos, J. Barrié, E. Moulin, M. Ramonet, F.-M. Bréon et G. Durry</i>	113
P39	Backward Raman Amplification in plasma <i>R. Nuter et V. Tikhonchuk</i>	114
P40	Photodétachement en cavité optique <i>D. Bresteau, C. Drag et C. Blondel</i>	115
P41	Manipulation cohérente d'un condensat de Bose-Einstein d'ytterbium sur la transition 'd'horloge'. <i>A. Dareau, M. Scholl, Q. Beaufils, D. Döring, M. Bosch Aguilera, R. Bouganne, J. Beugnon et F. Gerbier</i>	116
P42	Réactions contrôlées de cations et d'anions <i>A. Lopes, C. Romanzin, B. Cunha De Miranda et C. Alcaraz</i>	117
P43	Instabilités spatiales dans un nuage d'atomes froids <i>R. Romain, A. Jallageas, P. Verkerk et D. Hennequin</i>	118
P44	Excitation, Recombination and Dissociation of Molecular Cations in Cold Ionised Media: Mechanisms and Cross Sections <i>F. Colboc, J.Z. Mezei, S. Niyonzima, S. Ilie, M.D. Epee Epee, D.A. Little, B. Peres, V. Morel, N. Pop, M. Leppers, K. Chakrabarti, O. Motapon, D. Benredjem, A. Bultel, O. Dulieu, K. Hassouni, J. Tennyson et I.F. Schneider</i>	119
P45	Elementary Processes Involving H₂: From Early Universe Towards Star Formation <i>J.Z. Mezei, F. Colboc, C. Coppola, O. Motapon, C. Jungen et I.F. Schneider</i>	120

P46	Couplage Vernier d'un peigne de fréquence optique à une cavité de haute finesse pour la spectroscopie d'hydrure métallique d'intérêt astrophysique <i>J. Morville, P. Crozet, L. Rutkowski et A. Ross</i>	121
P47	Interplay between material and optical chirality during self-induced optical vortex generation in liquid crystals <i>N. Kravets et E. Brasselet</i>	122
P48	Towards measuring parity violation in cold chiral molécules using vibrational spectroscopy <i>S. Tokunaga, M. Pierens, D.B.A. Tran, R. Santagata, A. Shelkownikov, O. Lopez, C. Daussy, C. Chardonnet, A. Amy-Klein et B. Darquié</i>	124
P49	Vers une nouvelle mise en pratique du kelvin par spectroscopie laser <i>B. Darquié, O. Kozlova, S. Tokunaga, C. Chardonnet, S. Briaudeau et C. Daussy</i>	125
P50	Single-atom imaging of fermions in a quantum-gas microscope <i>B. Peaudecerf, E. Haller, J. Hudson, A. Kelly, D.A. Cotta, G.D. Bruce et S. Kuhr</i>	126
P51	Formation and Destruction of Molecular Ions in Cold ion-Atom Hybrid Traps <i>H. Da Silva Junior, M. Aymar, M. Raoult et O. Dulieu</i>	127
P52	Rydberg atoms of Ytterbium <i>H. Lehec, A. Zuliani, W. Maineult, P. Pillet et P. Cheinet</i>	128
P53	Génération de potentiels versatiles sur un gaz de bose dégénéré à deux dimensions <i>J.-L. Ville, R. Saint-Jalm, M. Aidelsburger, L. Corman, J. Beugnon, S. Nascimbène et J. Dalibard</i>	129
P54	Application de l'intrication spatiale à l'imagerie fantôme temporelle <i>S. Denis, P.-A. Moreau, F. Devaux et E. Lantz</i>	130
P55	Caractérisation des phases non-linéaires et des couplages spatio-temporels des amplificateurs à dérive de fréquence par la méthode D-Scan <i>A. Volte, J.C. Delagnes, S. Petit et E. Cormier</i>	132
P56	Diffraction d'atomes d'Argon métastables lents sur nanoréseaux <i>F. Correia, N. Fabre, F. Perales, J. Baudon, M. Ducloy et G. Dutier</i>	134
P57	Discriminer une Variation de Me/Mp à 1.5 μm <i>F.L. Constantin</i>	136
P58	Etude théorique des états de Rydberg de l'ion HeH⁺ en utilisant le modèle Halfium <i>I. Bouhali, S. Bezzaouia, M. Telmini et C. Jungen</i>	137
P59	Un ralentisseur Zeeman à aimants permanents et autres outils. <i>D. Ben Ali, C. De Rossi, M. De Goer, L. Longchambon, R. Dubessy, T. Badr, A. Perrin et H. Perrin</i>	138
P60	Ecoulements optofluidiques pilotés par chauffage laser <i>D. Riviere, H. Chraïbi, U. Delabre et J.-P. Delville</i>	140

Posters des Journées Nationales d'Optique Guidée

P61	Laser à Fibre verrouillé en phase à base de graphène comme absorbant saturable déposé sur un taper <i>G. Semaan, P. Mouchel, M. Salhi, M. Le Flohic et F. Sanchez</i>	142
P62	Compression spectrale améliorée par une modulation de phase correctrice sinusoïdale <i>C. Finot et S. Boscolo</i>	145
P63	Pré-distorsion numérique à très faible complexité pour la compensation d'effets non-linéaires au sein d'un transmetteur optique CO-OFDM <i>M. Younes, S. Azou, N. Tanguy, P. Morel, M. Telescu et C. Diouf</i>	148
P64	PICS4ALL : Faciliter l'Accès à la Cconception et à la Production de Circuits Intégrés Photoniques <i>K. Schires, D. Erasme et F. Grillot</i>	151
P65	Laser picoseconde à fibre Yb à taux de répétition continûment accordable entre 11 et 18 GHz <i>A. Aubourg, J. Lhermite, S. Hocquet, E. Cormier et G. Santarelli</i>	154
P66	Réalisation d'une source Yb accordable tout-fibrée accordable pour la conversion de fréquence vers le domaine visible par mélange à quatre ondes dans des fibres microstructurées <i>R. Royon, J. Lhermite, J.C. Delagnes, E. Cormier, G. Santarelli, R. Jamier, P. Roy, D. Darwich et R. Dauliat</i>	157
P67	Laser à Fibre Dopee Erbium Integrant un Interféromètre de Mach-Zehnder pour la Generation d'impulsions Ultra Courtes à Haute Cadence <i>R. Si Fodil, F. Amrani, A. Kellou et P. Grellu</i>	160

P68	Réalisation de guides d'onde enterrés avec un procédé quasi-planaire <i>S. Calvez, A. Arnoult, P.-F. Calmon, A. Lecestre, C. Fontaine, A. Monmayrant et G. Almuneau</i>	163
P69	Interactions non linéaires basées sur un accord de phase modal dans des guides GaN à très faibles pertes. <i>M. Gromovyi, F. Semond, J. Brault, A. Courville, P. Baldi, J.Y. Duboz et M. De Micheli</i>	166
P70	GENERATION D'IMPULSIONS PICOSECONDES HAUTE ENERGIE DANS UN OSCILLATEUR PARAMETRIQUE OPTIQUE A FIBRE ACCORDABLE AUTOUR DE 1.7 μm <i>R. Becheker, M. Tang, P.-H. Hanzard, A. Tyashev, A. Mussot, A. Kudlinski, A. Kellou, J.-L. Oudar, T. Godin et A. Hideur</i>	169
P71	Stabilisation d'un laser Brillouin fibré non résonant pour la pompe : application à la génération de porteuse opto-RF ultra-pure. <i>G. Danion, L. Frein, D. Bacquet, G. Pillet, S. Molin, L. Morvan, G. Ducournau, M. Vallet, P. Szriftgiser et M. Alouini</i>	172
P72	Laser à verrouillage de modes par absorbant saturable à semi-conducteur massif à fort contraste <i>P.-H. Hanzard, M. Tang, L. Fang, A. Haboucha, T. Godin, I. Sagnes, C. Bachelet, J.-L. Oudar et A. Hideur</i>	175
P73	Mesure in situ de vitesses de détonation par réseaux de Bragg à périodes variables <i>S. Magne, Y. Barbarin, A. Lefrançois, V. Chuzeville, J. Luc, K. Woïrin, G. Laffont et P. Ferdinand</i>	178
P74	Pre-compensation des effets thermiques pour la montée en puissance dans une fibre aperiodique à large pitch <i>D. Darwich, R. Dauliat, R. Jamier, A. Benoît, K. Schuster et P. Roy</i>	181
P75	Performances de nouveaux codes hybrides à deux dimensions MPS/ZCC dans un système CDMA optique temps/ longueur d'onde <i>C. Kandouci</i>	184
P76	Fibre monomode polarisante à mode fondamental aplati de diamètre 30μm <i>P. Gouriou, F. Scol, C. Valentin, Y. Quiquempois, L. Bigot, O. Vanvincq, E. Hugonnot et G. Bouwmans</i>	187
P77	Combinaison cohérente d'une barrette de diodes laser en cavité interférométrique <i>G. Schimmel, I. Doyen, S. Janicot, M. Hanna, P. Georges, G. Lucas-Leclin, J. Decker, P. Crump, G. Erbert, U. Witte et M. Traub</i>	190
P78	Modulation en bande latérale unique et translation de fréquence optique accordable <i>C. Guyot, J.C. Tchahame Nouginihi, A. Mottet, N. Bourriot et J. Hauden</i>	193
P79	Contrôle électrique et magnétique de l'effet Goos-Hänchen dans une hétérostructure électro-optique / magnéto-électrique <i>F. Bentivegna, Y. Dadoenkova, N. Dadoenkova, I. Lyubchanskii, R. Petrov et M. Bichurin</i>	196
P80	Source Laser accordable a base des cristaux photoniques non-linéaires (PPLT-2D) <i>H. Chikh-Touami, R. Kremer, Z. Illas, M.W. Lee, L.M. Simohamed, L.-H. Peng et A. Boudrioua</i>	199
P81	Developement d'un endoscope pour l'imagerie Raman cohérente <i>V. Mytskaniuk, A. Lombardini, X. Chen, S. Sivankutty, J. Wenger, R. Habert, C. Fourcade-Dutin, E.R. Andresen, A. Kudlinski et H. Rigneault</i>	202
P82	Design D'un Laser A Miroir En Boucle Non Linéaire Pour La Génération Contrôlée De Mono- Bi- Et Tri-solitons <i>C.B.L. Mback, P. Tchofo Dinda, B. Igbonacho, P. Grellu et A.-B. Moubissi</i>	205
P83	Single frequency high power and low intensity noise 1064nm laser <i>G. Guiraud, G. Santarelli et N. Traynor</i>	208
P84	Amplification paramétrique d'impulsions femtosecondes à dérive de fréquence à 1 μm dans la gamme μJ <i>P. Morin, J. Dubertrand, P. Beaure D'Augères, G. Bouwmans, A. Kudlinski, Y. Quiquempois, A. Mussot et E. Hugonnot</i>	211
P85	Guides d'onde OP-GaAs enterrés à faibles pertes pour la conversion de fréquence vers le moyen-infrarouge <i>S. Roux, A. Evirgen, M. Lecomte, G. Lehoucq, O. Parillaud, B. Gérard, A. Grisard et E. Lallier</i>	214
P86	Réalisation d'une source de photons uniques fibrée <i>P. Boucher, G. Labroille et N. Treps</i>	217
P87	Effet des résonances parasites dans les réseaux optiques sur puce avec une topologie en anneau <i>A. Parini et C. Peucheret</i>	219
P88	Mesure des nonlinéarités effectives du 3ème ordre d'un guide optique par une technique D-scan bi-directionnelle <i>S. Serna et N. Dubreuil</i>	222
P89	Contrôle du confinement des photons à l'intérieur de membranes à cristaux photoniques: Application à des dispositifs spectralement et spatialement sélectifs <i>C. Blanchard, P. Viktorovitch, C. Jamois, J.-L. Leclercq, J.-P. Hugonin, C. Sauvan et X. Letartre</i>	225
P90	Simulations et mesures des pénalités de chirp d'un modulateur silicium en anneau résonant <i>O. Dubray, G. Beninca De Farias, A. Myko, O. Lemmonier, P. Grosse, I. O'Connor et S. Menezo</i>	228

P91	Impact de la diffusion Raman sur la dynamique multi-impulsionnelle dans un laser à fibre à gestion de la dispersion <i>M. Alsaleh, P. Tchofo Dinda, T. Uthayakumar, E. Tchomgo Felenou et P. Grelu</i>	231
P92	Passage de Lumière entre Guides d'onde Photoinduits et Analogies avec des Systèmes Quantiques Hors Résonance <i>H. Oukraou, V. Coda et G. Montemezzani</i>	234
P93	Stabilisation et Réduction de la Largeur de Raie d'un Laser Accordable Autour de 1,55 μm avec une Cavité en Anneau Fibrée et Référencée. <i>P. Grüning, A. Chaouche-Ramdane, M.W. Lee, V. Roncin, F. Du-Burck, S. Trebaol et P. Besnard</i>	237
P94	Analyse, par la METHODE S2 AVANCEE, du couplage de mode dans une FIBRE BI-MODE soumise à une contrainte localisée. <i>C. Castineiras</i>	241
P95	Conception d'un photorécepteur cohérent pré-amplifié réalisé en filière PIC INP pour les applications à 100- 400 Gbit/s <i>G. Santini, C. Caillaud et M. Achouche</i>	244
P96	Génération d'un supercontinuum visible et plat dans une fibre à cristaux photoniques fortement dopée en GeO₂ <i>D. Aydin, T. North, C.-S. Brès, A. Monteville, D. Landais, O. Legoffic et D. Méchin</i>	247
P97	Étude Théorique de la Propagation Optique Simultanée de Données et d'une Pompe de Forte Puissance pour une Liaison Tout-Optique de 10 km Adaptée à des Observatoires de Fond de Mer <i>R. Hamié, E. Dimitriadou, L. Ghisa, V. Quintard, M. Guegan, A. Perennou, M. Fadlallah et A. Hamié</i>	250
P98	Génération et manipulation d'états multi-photon sur puce hybride <i>P. Vergyris, T. Meany, T. Lunghi, J. Downes, M. Steel, M. Withford, O. Alibart et S. Tanzilli</i>	253
P99	Source à Régénération Cascadée en Régime Similariton <i>T. North et C.-S. Brès</i>	256
P100	Vers une source de paires de photons aux longueurs d'onde telecom en fibre à coeur liquide <i>M. Cordier, A. Orieux, R. Gabet, E. Diamanti, I. Zaquine, T. Harlé, N. Dubreuil et P. Delaye</i>	259
P101	Auto-référencement d'un peigne de Kerr par interférométrie f- 2f <i>A. Coillet, P. Del'Haye, T. Fortier, K. Beha, D. Cole, K.Y. Yang, H. Lee, K. Vahala, S. Papp et S. Diddams</i>	262
P102	Nouveaux 'front end' tout fibrés du LULI2000 <i>L. Meignien</i>	265
P103	Interférométrie Adaptative pour la Réalisation d'un Capteur à Fibre Optique Multimode de Grande Sensibilité <i>A. Peigné, U. Bortolozzo, S. Residori, S. Molin, D. Dolfi et J.-P. Huignard</i>	268
P104	Mesure de la Rétrodiffusion dans une Cavité Résonante en Fibre Creuse pour la Gyrométrie <i>A. Ravaille, G. Feugnet, F. Bretenaker, F. Benabid et G. Humbert</i>	271
P105	CONTROL OF LIGHT IN MULTIMODE FIBER AMPLIFIERS - A Theoretical Model For Evaluating The Gain-Dependent Transmission Matrix <i>T. Sperber, S. Gigan, N. Treps et P. Sebbah</i>	274
P106	Une méthode de compensation hétérodyne pour le transfert de pureté spectrale <i>O. Sahni, A.J. Walsh, L. Barry, V. Panapakkam, S. Trebaol et P. Besnard</i>	277
P107	Détermination de la distribution radiale des pertes dans une fibre optique <i>C. Sabatier</i>	280
P108	Microring SOI en cavité laser fibrée pour la génération de trains d'impulsion ultra-rapides <i>M. Meisterhans</i>	283
P109	Ridge électro-optique LiNbO₃ réalisé par scie circulaire de précision <i>A. Caspar, G. Ulliac, M. Suarez, M. Häyrynen, M. Roussey, C. Calero, W. Qiu, M. Kuittinen, M.-P. Bernal et N. Courjal</i>	286
P110	Sélection modale par réseau de Bragg dans un amplificateur à fibre multimode dopée Nd³⁺ <i>B. Leconte, B. Cadier, H. Gilles, T. Robin et M. Laroche</i>	289
P111	Caractérisation en bruit d'un amplificateur Brillouin large bande <i>W. Wei, S. Fresnel, O. Sahni, S. Trebaol, L. Yi, Y. Jaouën et P. Besnard</i>	292
P112	Seed Laser diode in pulsed operation: limitations and reliability investigations <i>G. Le Galès, G. Marcello, S. Joly, G. Pedroza, A. Morisset, F. Laruelle et L. Bechou</i>	295
P113	High energy thulium chirped pulse amplifier in all-fiber format <i>D. Gaponov, L. Lavoute, J.-T. Gomes, P. Cadroas, S. Février, A. Hideur et N. Ducros</i>	298
P114	Ultrafast Amplifier Timing Jitter and Drift Characterization <i>A. Casanova, Q. D'Acremont, G. Santarelli, S. Dilhaire et A. Courjaud</i>	301

P115	Réseaux de guides couplés en Silicium <i>J.-M. Moison, C. Minot, X. Leroux, L. Vivien et N. Belabas</i>	304
P116	Segmentation dans des guides et reseaux de guides InP en arete <i>C. Minot, J.-M. Moison, E. Cambрил, S. Guilet et N. Belabas</i>	307
P117	Modélisation et caractérisation d'un laser à modes verrouillés fibré pour la génération très haute fréquence <i>V. Auroux, A. Fernandez et O. Llopis</i>	310
P118	Highly efficient nonlinear waveguides in LiNbO3 fabricated by a combination of Soft Proton Exchange (SPE) and E-beam writing. <i>M. Neradovskiy, D. Chezganov, L. Gimadeeva, E. Vlasov, V. Kvashnin, E. Kolchina, A. Akhmatkhanov, M. Chuvakova, D. Alikin, H. Tronche, F. Doutre, P. Baldi, V. Shur et M. De Micheli</i>	313
P119	Stabilisation de doubleurs de fréquence à fibre optique périodiquement polée <i>L. Lablonde, Y. Hernandez, S. Guillemet et C. Corbari</i>	315
P120	Fibres optiques multimatériaux a coeur vitrocéramique par le procédé powder in tube <i>D. Pomarede, J.L. Auguste, G. Humbert, S. Chenu, G. Delaizir, J.-R. Duclere, M. Allix, C. Genevois, E. Veron, P. Roy, P. Thomas et G. Matzen</i>	318
P121	Plasmonique nonlinéaire intégrée: modes asymétriques et transitions spatiales dans les guides nonlinéaires à fente <i>M. Elsayy et G. Renversez</i>	321
P122	Etude de la largeur de raie d'un laser à boîte quantique InAs/InP soumis à une force de rappel optique <i>H. Huang, K. Schires, P. Poole et F. Grillot</i>	324
P123	Dispersion engineering on silicon-germanium-on-silicon ridge waveguides for mid-infrared supercontinuum generation <i>M. Sinobad, D. Allieux, M. Calvo, R. Orobtchouk, J.-M. Fedeli, S. Boutami, C. Monat, A. Mitchell et C. Grillot</i>	327
P124	Fibre optique à maintien de polarisation fonctionnalisée avec une matrice vitreuse par l'exploitation de la technologie 'Poudre' <i>M. Kudinova, G. Humbert, J.-L. Auguste et G. Delaizir</i>	330

Posters des Journées Nationales Photonique Organique

P125	Effet Thermique Dans Les μ-OLED En Régime Impulsionnel <i>L. Zeng, A. Chime, M. Chakaroun, M.W. Lee, A. Fischer, H. Nkwawo et A. Boudrioua</i>	333
P126	Amélioration et extinction de l'électroluminescence des OLEDs par des nanoparticules plasmoniques d'argent aléatoirement évaporées dans l'hétéro-structure organique <i>A.T. Diallo, S. Khadir, M. Chakaroun, A. Fischer et A. Boudrioua</i>	335
P127	Utilisation de la diffusion de seconde harmonique pour sonder l'organisation interne de nanoparticules organiques à base de chromophores dipolaires <i>J. Daniel, F. Bondu, F. Adamietz, M. Blanchard-Desce et V. Rodriguez</i>	337

Posters des Rencontres pédagogiques

P128	Avantage de l'Expérience de Polarisation dans l'Enseignement des Propriétés d'Onde de la Lumière <i>K. Nguyen Hoang Dang</i>	339
P129	Apprentissage par projet : réalisation d'un vibromètre laser à effet doppler <i>C. Lapre, C. Eustache, M. Party, T. Daugey et F. Devaux</i>	340
P130	L'Optique et la lumière dans l'enseignement des Télécommunications <i>J.-C. Pissondes</i>	341
P131	Dispositif Pédagogique d'Holographie Numérique avec un Modulateur Spatial de Phase <i>M. Jacquot, M. Asmad Vergara, P. Sandoz, F. Courvoisier, R. Giust, L. Froelhy et J. Dudley</i>	342
P132	Arc en Ciel Chaotique <i>L. Larger, M. Jacquot, Y.K. Chembo et J. Dudley</i>	343
P133	Lightbox: le kit pédagogique <i>R. Dubessy, L. Longchambon et C. Daussy</i>	344
P216	Le mooc : la physique, vivez l'expérience !! <i>S. Chenais, S. Forget et C. Daussy</i>	345

Posters du club Horizons de l'optique

P217	Nanogravure douce induite par la composante magnétique du champ lumineux <i>T. Yatsui, T. Tsuboi, M. Yamagushi, K. Nobusada, S. Tojo, F. Stehlin, O. Soppera et D. Bloch</i>	346
P218	Moment cinétique non conventionnel de la lumière dans un faisceau Gaussien convergent <i>R. Mathevet et G. Rikken</i>	348
P219	Luminescence excitonique de nanoparticules de ZnO synthétisées par voies supercritiques: comparaison avec l'émission d'un cristal <i>V. Jubera, E. Ilin, S. Marre, M. Dumergue, P. Martin et C. Aymonier</i>	350
P220	Détection d'un signal temporel fantôme unique par multiplexage spatial de la mesure <i>F. Devaux, P.-A. Moreau, S. Denis et E. Lantz</i>	352
P221	Transformée de Fourier fractionnaire optique en temps réel <i>C. Schnebelin et H. Guillet De Chatelus</i>	354
P222	Integration of High Coherence High Power Broadly Tunable Single Frequency Semiconductor Lasers for NIR & MIR Applications <i>B. Chomet, L. Ferrières, V. Lecocq, M. Myara, G. Beaudoin, I. Sagnes, L. Cerutti, S. Denet et A. Garnache</i>	356
P223	Génération d'impulsions attosecondes portant du moment orbital angulaire <i>R. Généaux, C. Chappuis, A. Camper, O. Gobert, T. Auguste et T. Ruchon</i>	358
P224	Imagerie fantôme temporelle avec grandissement par projection d'ombre <i>P. Ryczkowski, M. Barbier, A. Friberg, J. Dudley et G. Genty</i>	360
P225	Experimental Evidence of Plasmonic Superradiance <i>P. Fauché, M. Comesana-Hermo, S. Ravaine, R. Vallée, P. Tamarat et B. Lounis</i>	362
P226	Super-résolution par imagerie de phase quantitative <i>P. Bon, S. Leveque-Fort, J. Wenger, B. Lounis et L. Cognet</i>	364
P227	Breaking the acoustic diffraction limit in photoacoustic imaging with multiple-speckle illumination <i>T. Chaigne, J. Gateau, M. Allain, O. Katz, S. Gigan, A. Sentenac et E. Bossy</i>	365
P228	Oscillateur Paramétrique Optique continu simplement résonant à 1.6μm à largeur de raie ultrafine <i>F. Bretenaker, C. Siour et A. Ly</i>	367
P229	Développement d'un procédé de micro-usinage laser pour le recyclage des optiques en silice du Laser MegaJoule. <i>T. Doualle, L. Gallais, S. Monneret, P. Cormont, S. Bouillet, A. Bourgeade, C. Ameil et L. Lamaignère</i>	369
P230	Filtres optiques interférentiels complexes <i>T. Begou, F. Lemarchand, M. Lequime et J. Lumeau</i>	371
P231	Micro-spectromètre compact, à haute résolution spectrale, intégré sur détecteur: premier spectre <i>T. Diard, F. De La Barrière, Y. Ferrec, N. Guérineau, S. Rommeluère, G. Martin et E. Le Coarer</i>	374
P232	Imagerie de phase quantitative appliquée à l'analyse de l'interaction laser matière dans les matériaux et composants optiques <i>L. Gallais et S. Monneret</i>	376
P233	Transparent bioceramics for bioactivity and medical applications <i>M. Prakasam, J. Locs et A. Largeteau</i>	378
P234	Etude comparative de vibromètres pour la détection de vibrations ultrasonores <i>C.M. Goloni, O. Jacquin, V. Girardeau, E. Lacot, O. Hugon et G. Temporão</i>	381
P235	Imagerie sans lentille appliquée au diagnostic anatomopathologique <i>S. Morel, L. Hervé, T. Bordy, O. Cioni, A. Delon, C. Fromentin, J.-M. Dinten et C. Allier</i>	383
P236	Optomagnets generation in metallic structures by spin-orbit coupling between photon and free electrons in structured fields. <i>Y. Lefier, U. Fischer et T. Grosjean</i>	385
P237	Laser-induced Correlative SHG and Fluorescence in a Silver-containing Phosphate Glass Under a Train of Femtosecond Laser Pulses <i>E. Smetanina, B. Chimier, Y. Petit, T. Cardinal, L. Canioni et G. Duchateau</i>	386
P238	Corrélations entre les figures de speckle transmises et réfléchies par un milieu fortement diffusant <i>N. Fayard, A. Goetschy, P. Réfrégier, R. Pierrat et R. Carminati</i>	388
P239	Développement d'un microscope polarimétrique de Mueller à balayage laser utilisant une swept source <i>A. Le Gratiet, M. Dubreuil, S. Rivet et Y. Le Grand</i>	390

P240	Plasmonique de Nanocubes Au par Microscopie de Photoémission d'Electrons, Excitation Sélective par Action de la Polarisation <i>S. Mitiche, S. Marguet et L. Douillard</i>	392
P241	Manipulation optique de quanta de flux uniques <i>W. Magrini, I. Veshchunov, S. Mironov, A. Godin, J.-B. Trebbia, A. Buzdin, P. Tamarat et B. Lounis</i>	394
P242	Inscription De Guides D'onde Par Irradiation Laser Femtoseconde dans des Verres de Phosphate de Zinc à l'Argent <i>A. Abou Khalil, J.-P. Bérubé, J.-C. Desmoulin, T. Cardinal, Y. Petit, R. Vallée et L. Canioni</i>	396
P243	Imagerie pompe-sonde ultra rapide avec ligne à délai acousto-optique <i>X. Audier, N. Balla et H. Rigneault</i>	398
P244	Réponse impulsionnelle et inférence bayésienne pour la calibration de pinces optiques via la lumière rétrodiffusée <i>F. Gillant, K. Perronet, J. Moreau, M. Richly, A. Alexandrou et N. Westbrook</i>	400
P245	Nanoantennes plasmoniques nonlinéaires : de la génération de porteurs chauds au rôle de la cristallinité <i>R. Méjard, S. Viarbitskaya, O. Demichel, A. Bouhelier et B. Cluzel</i>	401
P246	Modal expansions of Maxwell equations and their application to optics and opto-mechanics <i>J. Burgin et M. Perrin</i>	403
P247	Matrice d'interféromètres de Mirau micro-fabriqués comme composant d'un système OCT plein-champ multicanaux <i>N. Passilly, S. Perrin, L. Froehly, S. Bargiel, O. Gaiffe, J. Lullin, J. Albero et C. Gorecki</i>	405
P248	Généraliser les modèles de polarisabilité aux particules diélectriques <i>A. Devilez, R. Colom, B. Stout et N. Bonod</i>	407
P249	Apport de l'optique non-linéaire à l'imagerie infrarouge pour la détection de cibles à longue distance <i>R. Demur, A. Grisard, L. Morvan, E. Lallier, N. Treps et C. Fabre</i>	409
P250	Génération de second et de troisième harmonique d'oxydes nanométriques en suspension <i>J. Riporto, Y. Mugnier, C. Galez, L. Bonacina et R. Le Dantec</i>	411
P251	Light Sheet Microscopy for live imaging of compartmented cell systems <i>G. Recher, D. Strehle, K. Alessandri, M. Feyeux, B. Gurchenkov et P. Nassoy</i>	413
P252	Single-shot imaging through scattering layers via bispectrum analysis of speckle <i>T. Wu, O. Katz et S. Gigan</i>	415
P253	Etude des propriétés optiques de nanoluminophores obtenus par différentes voies de synthèse. <i>B. Mutelet, A. Garcia, Y. Petit et L. Canioni</i>	417
P254	Microscopie topographique diffractive temps-réel <i>J. Bailleul, B. Simon, M. Debailleul et O. Haeberlé</i>	419
P255	Superfluid light flow in a photorefractive crystal <i>M. Garsi, M. Bellec et C. Michel</i>	421
P256	Génération Multifréquence par Photomélangage avec une Tension Alternative <i>F.L. Constantin</i>	423
P257	Fluorescence of semiconductor nanocrystals coupled to optical Tamm cavities <i>F. Feng, W. Daney De Marcillac, X. Lafosse, S. Portalupi, M. Nasilowski, D. Dubertret, J.-M. Frigerio, C. Schwob, A. Maître, P. Senellart et L. Coolen</i>	425
P258	Nouvelle méthode de détermination d'indice de matériaux en couches minces <i>M. Lequime, D. Stojcevski, S. Nadj, C. Koc, C. Grèzes-Besset et J. Lumeau</i>	427
P259	Imagerie de modes de cristaux photoniques par génération de troisième harmonique <i>X. Checoury, Y. Zeng, I. Roland, Z. Han, M. El Kurdi, S. Sauvage, B. Gayral, C. Brimont, T. Guillet, F. Semond et P. Boucaud</i>	429
P260	Contrôle cohérent de l'absorption dans les milieux désordonnés <i>A. Goetschy, S.M. Popoff, S.F. Liew, S.W. Sheehan, C. Schmuttenmaer, Y. Bromberg, A.D. Stone et H. Cao</i>	431
P261	Propriétés optiques des auto-assemblages moléculaires sur graphène <i>S. Le Liepvre, L. Douillard, C. Fiorini, F. Charra, A.-J. Attias et P. Du</i>	433

Posters du Club Nanophotonique

P262	Microlentilles Basées sur la Diffraction par des Nano Objets Métalliques et Organiques <i>O. Ziane, S. Zaiba, A. Tellal et P. Baldeck</i>	435
P263	Quenching, Plasmonic, and Radiative Decays in Nanogap-based Antennas <i>R. Faggioli, J. Yang et P. Lalanne</i>	437
P264	Coupling of quasi-normal modes <i>K. Cognée, F. Koenderink et P. Lalanne</i>	439
P265	Photémission stimulée par des Plasmons de surface de réseaux et de nanoparticules métalliques : Expérience et Modélisation. <i>H. Jouin, M. Raynaud, G. Duchateau, G. Geoffroy, N. Fedorov et P. Martin</i>	441
P266	Couplage entre des émetteurs et des nanofils en argent pour réaliser le transfert d'énergie de fluorescence à grande distance au moyen de plasmons de surface <i>J. De Torres, P. Ferrand, G. Colas Des Francs et J. Wenger</i>	443
P267	Vibrations Acoustiques de Nanoparticules Bipyramidales : Vers des Nano-balances Multicritères <i>J. Burgin, B. Dacosta Fernandes, P. Langot, J. Oberlé, P. Massé, M. Tréguer-Delapierre, N. Vilar Vidal et S. Ravaine</i>	445
P268	Plasmon excitation of thin metallic films by a light emitted from an STM tip <i>M. Achlan et G. Raseev</i>	447
P269	Investigation sur les Procédés d'Usinage par Jet-Photonique en Bout de Fibres Optiques Façonnées <i>G. Chabrol, J. Zeligowski, P. Twardowski, Y. Takakura, P. Pfeiffer, J. Fontaine et S. Lecler</i>	449
P270	Optical response of arrays of Au hemispheres on transparent substrates <i>M. Kildemo, A. Baron, J. Banon, T. Brakstad et I. Simonsen</i>	452
P271	Dynamique électronique et transfert d'électron photo-induit dans des nanoparticules hybrides Ag-ZnO <i>J. Oberlé, J. Burgin, B. Dacosta Fernandes, P. Langot, J.-P. Delville, I. Shupyk et M.-H. Delville</i>	454
P272	Plasmonique de surface opalique : une approche combinée champ proche et champ lointain <i>A. Maître, C. Lethiec, G. Binard, T. Popescu, H. Frederich, P. Ngoc Hong, E. Yraola, C. Schwob, F. Charra, L. Coolen et L. Douillard</i>	456
P273	Méthodes de type élément fini pour la nanophotonique computationnelle <i>S. Lanteri, C. Scheid et J. Viquerat</i>	458

Posters du Colloque sur les Lasers et l'Optique Quantique (COLOQ'15)

P274	Application de l'intrication spatiale à l'imagerie fantôme temporelle <i>S. Denis, P.-A. Moreau, F. Devaux et E. Lantz</i>	460
P275	Générateur de fonctions optiques à 80 GHz <i>J. Fatome, K. Hammani, B. Kibler et C. Finot</i>	462
P276	Façonnage optique intra-cavité dans un laser impulsionnel à fibre <i>S. Boscolo, J. Peng et C. Finot</i>	464
P277	Oscillateur Paramétrique Optique continu simplement résonant à 1.6μm à largeur de raie ultrafine <i>F. Bretenaker, C. Siour et A. Ly</i>	466
P278	Laser picoseconde à fibre Yb à taux de répétition continûment accordable entre 11 et 18 GHz <i>A. Aubourg, J. Lhermite, S. Hocquet, E. Cormier et G. Santarelli</i>	468
P279	Vers une observation de l'absorption par un atome de l'émission thermique en champ proche <i>J.C. De Aquino Carvalho, A. Laliotis, P. Chaves De Souza Segundo, I. Maurin, M. Ducloy et D. Bloch</i>	470
P280	Contribution sub-Doppler en rétrofluorescence pour une vapeur atomique optiquement épaisse <i>J.C. De Aquino Carvalho, A. Laliotis, M. Chevrollier, M. Oria et D. Bloch</i>	472
P281	Generation and parametric amplification of broadband phase stabilized few cycle pulses at 2.9 μm <i>G. Archipovaite, S. Petit, J.C. Delagnes et E. Cormier</i>	474
P282	Métrie et étude des processus d'endommagement laser en régime sub-picoseconde dans les couches minces optiques <i>L. Gallais</i>	476
P283	Oscillateur opto-RF chaotique verrouillé en fréquence <i>A. Thorette, M. Romanelli, M. Brunel et M. Vallet</i>	478

P284	Architectures de liens optiques pour les futurs réseaux métrologiques <i>A. Bercy, N. Quintin, W.-K. Lee, F. Stefani, C. Chardonnet, G. Santarelli, O. Lopez, P.-E. Pottier et A. Amy-Klein</i>	480
P285	Caractérisation des phases non-linéaires et des couplages spatio-temporels des amplificateurs à dérive de fréquence par la méthode D-Scan. <i>A. Volte, J.C. Delagnes, S. Petit et E. Cormier</i>	483
P286	États comprimés à une longueur d'onde télécom, une approche entièrement guidée. <i>B. Fedrici, F. Kaiser, A. Zavatta, V. D'auria et S. Tanzilli</i>	485
P287	Double asservissement Pound-Drever-Hall sur un interféromètre de Michelson à fibre <i>F. Audo, J.-P. Coulon et F. Kéfélian</i>	487
P288	Laser à état solide bi-fréquence autorégulé en bruit d'intensité <i>K. Audo, A. El Amili et M. Alouini</i>	489
P289	Developpement d'un amplificateur à 946 nm à base de fibre cristalline Nd:YAG pompée directement dans le niveau émetteur <i>R. Baudoin, J.-T. Gomes, X. Délen, I. Martial, F. Balembois et P. Georges</i>	491
P290	Démonstration du piégeage cohérent d'atomes de césium avec un VECSEL bifréquence et bipolarisé <i>P. Dumont, S. Janicot, F. Tricot, D. Holleville, S. Guérandel, G. Baili, L. Morvan, D. Dolfi, G. Beaudoin, I. Sagnes, P. Georges et G. Lucas-Leclin</i>	493
P291	Un peigne de fréquences ultrastable et accordable pour la spectroscopie moyen-IR à très haute résolution <i>R. Santagata, B. Argence, D.B.A. Tran, O. Lopez, A. Goncharov, S. Tokunaga, D. Nicolodi, M. Abgrall, R. Le Targat, P.-E. Pottier, C. Chardonnet, C. Daussy, Y. Le Coq, B. Darquié et A. Amy-Klein</i>	495
P292	Caractérisation des Pertes Optiques dans une Cavité Fabry-Perot Micrométrique de Grande Finesse <i>R. Metzdorff, L. Neuhaus, S. Zerkani, S. Chua, T. Jacqmin, S. Deléglise, T. Briant, A. Heidmann et P.-F. Cohadon</i>	497
P293	Diffraction d'atomes d'Argon métastables lents sur nanoréseaux <i>F. Correia, N. Fabre, F. Perales, J. Baudon, M. Ducloy et G. Dutier</i>	499
P294	Génération de paires de photons intriqués aux longueurs d'ondes des télécoms <i>F. Mazeas, W. Zhang, M. Traetta, M. Bentivegna, F. Kaiser, D. Aktas, C.A. Ramos, L.A. Ngah, T. Lunghi, X. Le Roux, E. Cassan, D. Marris-Morini, L. Vivien, L. Labonté et S. Tanzilli</i>	501
P295	Direct optical interfacing of CVD diamond for deported NV- based sensing experiments. <i>L. Mayer et T. Debuisschert</i>	503
P296	Inégalités generalisées de spin squeezing avec des observables collectives arbitraires et des fluctuations du nombre de particules <i>I. Saideh, S. Felicetti, P. Milman, T. Coudreau et A. Keller</i>	504
P297	Fluctuations d'intensité de nanolasers à semi-conducteur couplés <i>M. Marconi, P. Hamel, A. Levenson et A. Yacomotti</i>	506
P298	Transfer de stabilité au moyen d'une cavité <i>A. Chaouche-Ramdane, P. Grüning, V. Roncin et F. Du-Burck</i>	508
P299	Caractérisation Spectrale de l'Émission de Paires de Photons dans une Fibre à Cœur Liquide <i>T. Harlé, M. Barbier, I. Zaquine et P. Delaye</i>	510
P300	Electrical Conductivity Measurements For Failure Aanalysis Of Laser Crystals Under High Pump Power Density <i>W. Bolanos, S. Joly, I. Manek-Hönniger, J.C. Delagnes, E. Cormier, L. Bechou et Y. Deshayes</i>	512
P301	distribution de clés quantiques multi-utilisateurs avec une source semi-conductrice <i>C. Autebert, J. Trapateau, A. Orioux, A. Lemaître, C. Gomez-Carbonnel, E. Diamanti, I. Zaquine et S. Ducci</i>	514
P302	Interférométrie atomique en cavité pour l'étude de perturbation du champ gravitationnel à basse fréquence. <i>G. Lefèvre, L. Amand, A. Bertoldi, B. Canuel, B. Fang, R. Geiger, D. Holleville, A. Landragin, N. Mielec, S. Pelisson, I. Riou et P. Bouyer</i>	517
P303	Neodymium MOPA fiber laser for strontium atom cooling. <i>S. Rota-Rodrigo, B. Canuel, A. Bertoldi, P. Bouyer, N. Traynor et G. Santarelli</i>	519
P304	Discriminer une Variation de Me/Mp à 1.5 μm <i>F.L. Constantin</i>	521
P305	Génération d'oscillations micro-ondes sur porteuse optique dans un système de cavités couplées <i>A. Armaroli, P. Féron et Y. Dumeige</i>	522
P306	Etude et réalisation d'une chaîne laser compacte adaptée à l'allumage d'une chambre de combustion <i>G. Amiard-Hudebine, G. Tison et E. Freysz</i>	524

P307	Contrôle de la durée de vie des photons d'une microcavité par effet de lumière lente <i>V. Huet, A. Rasoloniaina, P. Guillemé, P. Rochard, P. Féron, M. Mortier, A. Levenson, K. Bencheikh, A. Yacomotti et Y. Dumeige</i>	526
P308	Écoulements optofluidiques pilotés par chauffage laser <i>D. Riviere, H. Chraïbi, U. Delabre et J.-P. Delville</i>	528
P309	Single-pass quantum source of multimode squeezed states <i>L. La Volpe, S. De, V. Thiel, V. Parigi, C. Fabre et N. Treps</i>	530
P310	Trois lasers asservis en phase pour des processus multi-photoniques cohérents <i>M. Collombon, R. Khayatzadeh, M.R. Kamsap, G. Hagel, O. Morizot, J. Pedregosa-Gutierrez, M. Houssin, C. Champenois et M. Knoop</i>	532
P311	Influence des effets thermiques sur l'efficacité de génération de seconde harmonique à 488 nm d'un laser Yb fibré monomode, monofréquence à bas bruit. <i>R. Dubrasquet, J. Bouillet, N. Traynor, J.C. Delagnes et E. Cormier</i>	534
P312	LG-2DMOT, jet d'atomes froids canalisés et ses applications <i>A. Chopinaud, C. Cabrera-Gutierrez, J. Ruauadel, M. Jacquy, B. Viaris De Lesegno et L. Pruvost</i>	536
P313	Déformation conique induite par laser <i>A. Giro, R. Pascalie, J. Petit, H. Chraïbi, U. Delabre et J.-P. Delville</i>	538
P314	Étude d'un pointeur laser à photons jumeaux <i>C. Autebert, Y. Halioua, G. Maltese, A. Lemaître, C. Gomez-Carbonnel, M. Amanti, C. Sirtori et S. Ducci</i>	540
P315	Sources laser à 626nm et 313nm pour le refroidissement d'ions Be⁺. <i>A. Douillet, J. Heinrich, N. Sillitoe, T. Louvradoux, J.-P. Karr et L. Hilico</i>	542
P316	Polarization tomography of a resonantly-excited cavity-QED device. <i>P. Hilaire, C. Anton, C. Kessler, J. Demory, N. Somaschi, C. Gomez-Carbonnel, A. Lemaître, I. Sagnes, O. Krebs, D. Lanzillotti Kimura, P. Senellart et L. Lanco</i>	544
P317	Seeding of modulation instability in a fiber ring cavity <i>A. Bendahmane, J. Fatome, C. Finot, G. Millot et B. Kibler</i>	546
P318	Génération de trains de photons uniques de forte indiscernabilité à l'état solide. <i>G. Coppola</i>	548
P319	Soustraction de photon à partir d'un état de vide comprimé multimode <i>A. Dufour, C. Jacquard, Y.-S. Ra, C. Fabre, V. Parigi et N. Treps</i>	550
P320	Protocole d'informatique quantique avec des atomes froids <i>R. Romain, K. Krzyzanowska, M. Copley-May, C. Maccormick et S. Bergamini</i>	552
P321	Mesure de front d'onde d'impulsion terahertz <i>M. Brossard, H. Cahyadi, S. Ben Khemis, J. Degert, E. Freysz, T. Yasui et E. Abraham</i>	553
P322	Étude théorique des états de Rydberg de l'ion HeH⁺ en utilisant le modèle Halfium <i>I. Bouhali, S. Bezzaouia, M. Telmini et C. Jungen</i>	555
P323	Propagation et Transfert de biphotons dans des réseaux de guides couplés à 3 ou 4 guides <i>C. Minot, T. Lunghi, O. Alibart, S. Tanzilli et N. Belabas</i>	556
P324	Un ralentisseur Zeeman à aimants permanents et autres outils. <i>D. Ben Ali, C. De Rossi, M. De Goer, L. Longchambon, R. Dubessy, T. Badr, A. Perrin et H. Perrin</i>	558
P325	Route vers la cohérence de microlasers à semiconducteurs <i>D. Aktas, T. Wang, O. Alibart, G.L. Lippi, E. Picholle et S. Tanzilli</i>	560
P326	Augmenter la brillance des LED avec des concentrateurs luminescents <i>T. Gallinelli, A. Barbet, A. Paul, C. Blanchard, F. Balembois, J.-P. Blanchot, F. Druon, P. Georges, S. Chenais et S. Forget</i>	562

MICROLENTILLES BASEES SUR LA DIFFRACTION PAR DES NANO OBJETS METALLIQUES ET ORGANIQUES

O. ZIANE¹, S. ZAIBA^{1,2}, A. TELLAL¹, P. BALDECK³

¹ Laboratoire d'Electronique Quantique, université USTHB, 16111 Alger, Algérie

² Département de physique, Faculté des Sciences UMBB, 35000 Boumerdes, Algeria

³ Laboratoire de Chimie, UMR CNRS 5182, ENS de Lyon, 69364 Lyon, France

oziane64@hotmail.com

RÉSUMÉ

Nous présentons une étude théorique et expérimentale portant sur l'optimisation des caractéristiques optiques de microlentilles basées sur la diffraction en champ proche de nano objets métalliques et organiques. Nous montrons qu'un processus de focalisation de la lumière avec une résolution à la limite de la diffraction et une grande transmission dans la région de Fresnel peut être obtenu avec une paire de nanofils d'argent de 300 nm de diamètre et séparés par une distance de 2 μm . Des simulations montrent que la contribution plasmonique est négligeable dans de telles échelles et que les performances de telles microlentilles peuvent être améliorées en utilisant une paire de pyramides organiques avec une largeur de base à l'échelle de la longueur d'onde.

MOTS-CLEFS : Nano composants optiques, microlentille, diffraction en champ proche

1. INTRODUCTION

Les nouvelles techniques d'élaboration et les récents progrès en nanotechnologie ont permis de réaliser des capteurs, des senseurs et des sources lumineuses dans des états solides nano et micro structurés nécessitant des composants optiques dans les mêmes échelles pour guider, amplifier, focaliser et fragmenter la lumière. Les effets plasmoniques et de diffraction [1], induits par des films métalliques nano structurés, sont particulièrement utilisés pour la conception de ces nouveaux composants miniaturisés [2,3]. Dans cette étude, nous montrons que des structures, constituées de simple paires de nano objets, permettent de concevoir des microlentilles très performantes [4].

2. STRUCTURES FOCALISANTES

Les micro et nanostructures 2 et 3D sont réalisées en utilisant la technique d'écriture laser directe induisant des photo réductions ou photo polymérisations par absorption à deux photons émis par un laser Nd-YAG couplé à un microscope optique. Ces structures métalliques (fils d'argent de 300 nm de diamètre) et organiques (pyramides de 640 nm de largeur de base et 1 μm de hauteur) sont obtenues respectivement à partir de résines contenant des sels d'argent (AgNO_3) ou du poly -ethylene glycol diacrylate (PEGDA). Les figures de diffraction 3D sont obtenues en utilisant un microscope motorisé à large champ permettant l'acquisition d'empilements d'images. Les simulations réalisées utilisent un modèle scalaire basé sur l'intégrale de diffraction de Rayleigh-Sommerfeld qui ne prend pas en compte la contribution plasmonique [4] et un modèle vectoriel de résolution des équations de Maxwell par discrétisation spatiale en éléments finis.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

La figure 1 montre les figures expérimentales (a) et simulées par le modèle scalaire (b) issues des interférences constructives des ondes diffractées à $\lambda = 500 \text{ nm}$ par des paires de nanofils d'argent, parallèles et séparés par une distance D de 1, 2 et 4 μm . Des figures similaires sont obtenues pour les autres longueurs d'ondes visibles avec un léger effet dispersif. La similitude des

figures (a) et (b) montre que la contribution plasmonique est négligeable dans de telles échelles de focalisation. L'analyse des distributions d'intensité (c) montre que des caractéristiques optiques optimales sont obtenues pour $D = 2\mu\text{m}$ avec une distance focale et une profondeur de champ identiques et égales à $2\mu\text{m}$, une résolution latérale de $0,33\mu\text{m}$, inférieure à la résolution calculée à la limite de diffraction et une transmission d'intensité au point focal 2.2 fois plus grande que l'intensité incidente I_0 . Il est à noter que des multi focalisations sur un même plan peuvent être obtenues en utilisant une grille de nanofils séparés par $D = 2\mu\text{m}$. Dans ce cas, la résolution optimale est réalisée à l'échelle $2D$ dans le plan focal et la transmission en intensité aux points focaux est 2 fois plus importante que dans le cas d'une paire de nanofils.

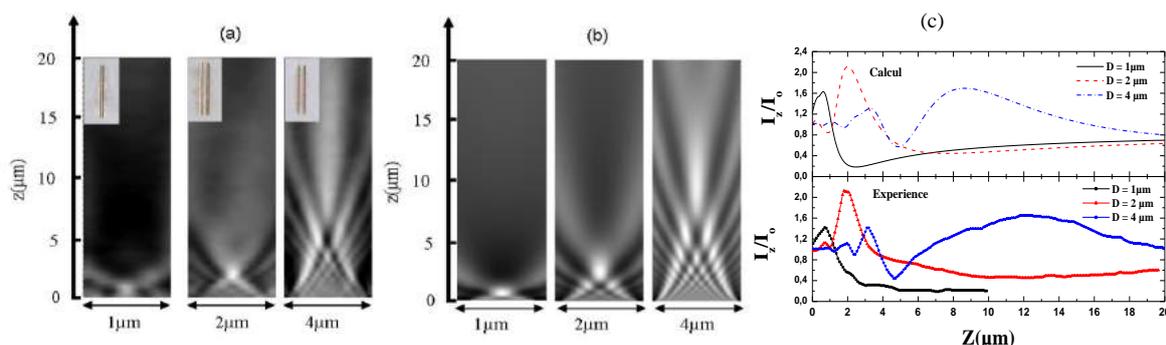


Fig. 1 : Figures de diffraction expérimentales (a) et calculées (b) pour des paires de nano fils d'argent séparés par $D = 1,2$ et $4\mu\text{m}$ et distributions d'intensités selon l'axe de propagation z pour les 3 structures (c).

La figure 2 montre les figures de diffraction pour une paire de pyramides en argent (a) et en polymère (b) séparées par une distance de $2\mu\text{m}$. Ces figures sont similaires à celles observées pour les nano fils avec une forte exaltation plasmonique visible près des objets métalliques. L'analyse des distributions d'intensité selon l'axe transversal (c) et l'axe de propagation (d) montre que les performances de la microlentille sont notablement améliorées pour la structure organique avec une distance focale de $1.50\mu\text{m}$, une résolution latérale de $0,34\mu\text{m}$ et une transmission 4,6 fois plus grande que l'intensité incidente I_0 .

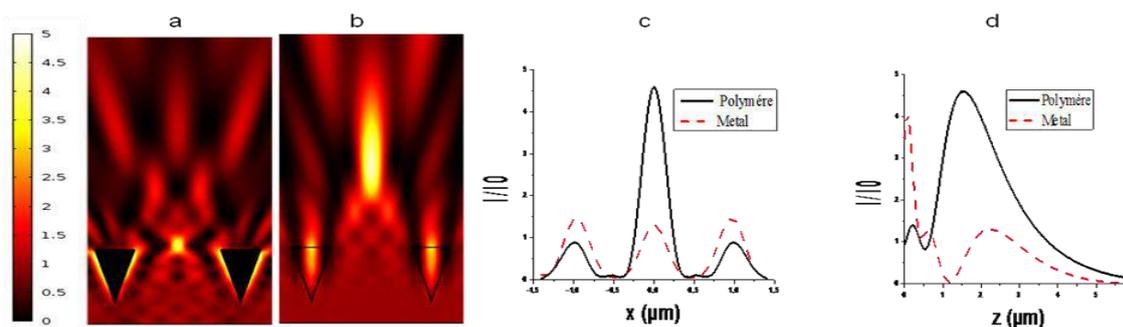


Fig. 2 : Figures de diffraction pour des paires de pyramides d'argent (a) et en polymère (b) et distributions d'intensités diffractées selon l'axe transversal x (c) et l'axe de propagation z (d)

RÉFÉRENCES

- [1] Y. Fu and X. Zhou, "Plasmonic lenses: a review," *Plasmonics* 5(3), 287–310 (2010).
- [2] L. Verslegers, B. Catrysse, Z. Yu, J. S. White, E. S. B. Brongersma, and S. M. L. Fan, "Planar lenses based on nanoscale slits arrays in metallic film," *Nano Lett.* 9(1), 235–238 (2009).
- [3] H. Gao, J. K. Hyun, M. H. Lee, J.-C. Yang, L. J. Lauhon, and T. W. Odom, "Broadband plasmonic microlenses based on patches of nanoholes," *Nano Lett.* 10(10), 4111–4116 (2010).
- [4] O. Ziane, S. Zaiba, T. Kouriba, J. Bosson, G. Vitrant, and P. L. Baldeck, "Cylindrical planar microlens based on diffraction of parallel metallic nanowires," *J. Opt. Soc. Am. B*, 29(12), 3277–3285 (2012).

Quenching, Plasmonic, and Radiative Decays in Nanogap-based Antennas

R. Faggiani*, J. Yang, P. Lalanne

Laboratoire Photonique, Numérique et Nanosciences (LP2N), UMR 5298, CNRS-IOGS-University of Bordeaux, 33400 Talence, France
*remi.faggiani@institutoptique.fr

Abstract - In this contribution, we show that nanogap-based antennas can provide large spontaneous emission rate enhancement and good extraction efficiency despite the close proximity between quantum emitters and metallic objects. We argue thanks to accurate closed-form expressions that quenching can be overcome by the strong decay into slow gap-plasmons modes supported by nanogaps. To support these theoretical predictions and help future designs, we provide a numerical analysis of nanocube-type antennas and propose a classification of nanoantennas based on two important figures of merit, the emission rate and the extraction efficiency.

It is generally accepted that sub-wavelength geometries increase the spontaneous emission rate of quantum emitters by orders of magnitude by concentrating light. As shown by numerical calculations and experimental measurements, it is also accepted that this enhancement can be achieved with relatively good efficiencies, $\sim 10\text{-}60\%$ depending on the geometry [1]. However the precise physical mechanisms that drive the emission of quantum emitters placed very close to metal surfaces in tiny gaps are not well understood. In particular, it is unclear from the literature why a good efficiency is achieved despite the proximity to the metal, where quenching should dominate. So far, it has been discussed only with scattered numerical calculations performed for specific gap thicknesses and metal dielectric constants [2,3].

In order to better engineer optical nanoantennas, it is important to first understand the different physical mechanisms at play when quantum emitters in nanogaps emit light in the immediate vicinity of metal surfaces and then draw a relationship between this basic situation and more complex problems of light emission and coupling with subwavelength architectures.

This is exactly the approach that is adopted here. With accurate and simple closed-form expressions for the quenching rate and the decay rate into gap plasmons, we disclose that the total spontaneous emission rate of quantum emitters in nanometer-thin gaps can largely overcome quenching, for specifically selected metallic and insulator materials, regardless of the gap size. Furthermore, to help further designs, we propose a classification of nanogap emitting devices based on two important figures of merit, the emission rate acceleration and the extraction efficiency, and further position a whole family of state-of-the-art devices based on nanogaps formed by nanocubes laying on metallic substrates in the classification [4].

Acknowledgment. R. F. acknowledges financial support from the French "Direction Générale de l'Armement" (DGA).

REFERENCES

- [1] Akselrod, G. M.; Argyropoulos, C.; Hoang, T. B.; Ciraci, C.; Fang, C.; Huang, J.; Smith, D. R.; Mikkelsen, M. H. Probing the mechanisms of large Purcell enhancement in plasmonic nanoantennas. *Nature Photon.*, **8**, 835-840 (2014)
- [2] Russell, K. J.; Liu, T.-L.; Cui, S.; Hu, E. L. Large spontaneous emission enhancement in plasmonic nanocavities. *Nature Photon.*, **6**, 459-462 (2012).
- [3] Jun, Y. C.; Kekatpure, R. D.; White, J. S.; Brongersma, M. L. Nonresonant enhancement of spontaneous emission in metal-dielectric-metal plasmon waveguide structures. *Phys. Rev. B*, **78**, 153111 (2008).
- [4] R. Faggiani, J. Yang, P. Lalanne, "Quenching, Plasmonic, and Radiative Decays in Nanogap Emitting Devices", *ACS Photonics*, **2**, 1739-1744 (2015).

COUPLING OF QUASI-NORMAL MODES

Kévin G. Cogne^{1,2}, A. Femius Koenderink², Philippe Lalanne¹,¹LP2N, Institut d'Optique d'Aquitaine, 33405 Talence, France²FOM Institute AMOLF, Science Park 104, 1098 XG Amsterdam, Netherlandskevin.cognee@institutoptique.fr

The quest for a theoretical framework that could describe nano-structures fabricated by assembling elementary nano-resonators (such as nano-antennas or nano-cavities) is blooming [1][2]. Some ensembles can be treated analytically, as for instance metallic nanosphere polymers [3] but there is, to our knowledge, no theory that could provide us with tools to design composite nanostructures for specific applications from any elementary blocks.

In [4], the authors derived an analytical formula that accurately predicts both the frequency shift and the broadening of localized plasmon resonances of a resonator A induced by small perturbing objects. This perturbation is described as a complex frequency shift $\Delta\tilde{\omega}_A$ of the quasi-normal (natural resonance) mode $\tilde{\mathbf{E}}_A$ with complex eigenfrequency $\tilde{\omega}_A$ (real and imaginary part respectively denoting resonance frequency and linewidth). In the present work, we take the perturbing object to be another resonator B, and we derive the following formula in the case where we only consider one quasi-normal mode (QNM) for each resonators

$$\Delta\tilde{\omega}_A = \tilde{\omega}_A \frac{(\iiint \tilde{\mathbf{E}}_B \cdot \Delta\epsilon_B \tilde{\mathbf{E}}_A dV)^2}{(\tilde{\omega}_A + \Delta\tilde{\omega}_A) - (\tilde{\omega}_B + \Delta\tilde{\omega}_B)} \quad (1)$$

where the integral runs over the volume of resonator B. A similar equation has to be written for B perturbed by A. The derivation requires a coupling coefficient derived in [5].

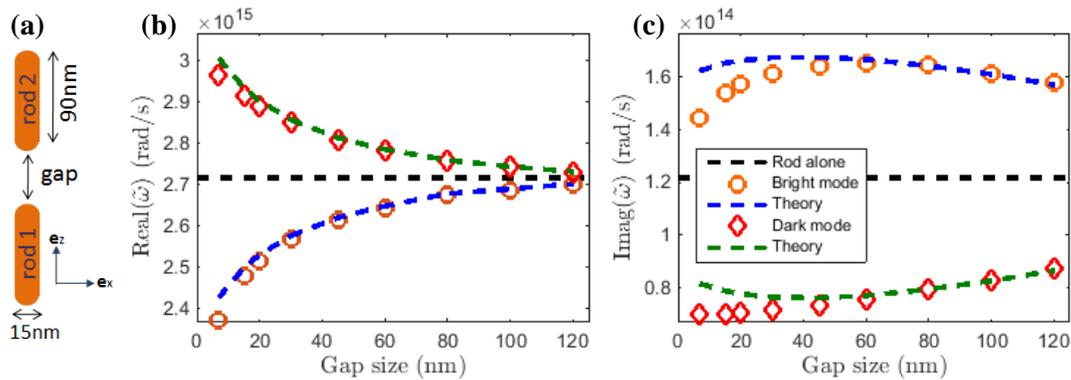


Figure 1. Resonance frequencies of a gold nanorod homo-dimer modes. a) geometry of the dimer composed of two identical gold nanorods (spherical apex, length = 90nm, radius = 15nm). When comparing with numerical simulations (circles and diamonds), we see that for gap separations greater than 30nm, Eq. (1)

(dashed lines) accurately predicts the resonance frequency shifts (b) and broadenings (c) of the bright (blue lines) and dark modes (green lines) of the dimer.

In Figure 1, we calculate the complex resonance frequency of the bright and dark modes of metallic dimers composed of two identical gold nanorods (spherical apex, length = 90nm, radius = 15nm, Drude model for gold) aligned along their axis for various separation gaps. Quantitative agreement is achieved between the perturbation formalism of Eq. (1), which solely relies on the knowledge of the QNM of every individual nanorod, and fully vectorial numerical simulations for the dimer.

Even though probably limited to a weak coupling regime, the present formalism could be extended to deal with more general cases, with more than two resonators, with dielectric or metallic resonators, with multi-resonance per resonator, and can thus become a powerful tool to study composite nanostructures.

REFERENCES

- [1]. F. Ruesink, H. M. Doeleman, R. Hendriks, A. F. Koenderink, and E. Verhagen, "Perturbing open cavities: Anomalous resonance frequency shifts in hybrid cavity-*nanoantenna* system", *Phys. Rev. Lett.* **115**, 203904 (2015)
- [2]. H. M. Doeleman, E. Verhagen, and A. F. Koenderink, "Large and tunable emission enhancement in hybrid antenna-cavity systems", *to be issued*
- [3]. N. J. Halas, S. Lal, W. S. Chang, S. Link, and P. Nordlander, "Plasmons in strongly coupled metallic nanostructures", *Chem. Rev.* **111**, 3913 (2011)
- [4]. J. Yang, H. Giessen, and P. Lalanne, "Simple Analytical Expression for the Peak-Frequency Shifts of Plasmonic Resonances for Sensing", *Nano Lett.* **15**, 3439 (2015)
- [5]. Q. Bai, M. Perrin, C. Sauvan, J. P. Hugonin, and P. Lalanne, Efficient, and Intuitive Method for the Analysis of Light Scattering by a Resonant Nanostructure, *Opt. Expr.* **21**, 27371 (2013).

PHOTOÉMISSION STIMULÉE PAR DES PLASMONS DE SURFACE DE RÉSEAUX ET DE NANOPARTICULES MÉTALLIQUES : EXPÉRIENCE ET MODÉLISATION

Hervé Jouin¹, Michèle Raynaud², Guillaume Duchateau¹, Ghita Geoffroy¹, Nikita Fedorov¹, Patrick Martin¹

¹ Laboratoire CELIA, UMR CNRS-Univ. Bordeaux-CEA 5107, Université Bordeaux, 33400 Talence, France

² CEA/DSM/IRAMIS/LSI, CNRS, Ecole Polytechnique, 91128 Palaiseau, France

herve.jouin@u-bordeaux.fr

RÉSUMÉ

ETUDE THÉORIQUE ET EXPÉRIMENTALE DE L'ÉMISSION ÉLECTRONIQUE DE SURFACES MÉTALLIQUES NANO-STRUCTURÉES STIMULÉE PAR DES PLASMONS EXCITÉS PAR DES IMPULSIONS LASER FEMTOSECONDE.

MOTS-CLEFS : *plasmons, lasers femto., réseaux métalliques, nanoparticules en réseau*

1. INTRODUCTION

Au cours de ces dernières années, un nombre croissant de travaux a été consacré à l'émission électronique de métaux stimulée par l'excitation de plasmons de surface sur des réseaux [1], des nanoparticules [2] ou des réseaux de nanoparticules [3] par des impulsions laser femtoseconde. En effet, comme le champ électrique associé au plasmon est localement plus intense que celui de l'impulsion laser excitatrice et qu'il est aussi inhomogène (décroissance exponentielle à l'extérieur du métal, en particulier), l'excitation d'un plasmon donne lieu à un effet photoélectrique stimulé pour lequel le nombre et l'énergie des électrons émis se trouve considérablement accru par rapport au cas de l'effet photoélectrique standard. Cet effet permet d'envisager la création de sources d'électrons intenses et brèves via de modestes intensités laser ($10^9 - 10^{11}$ W/cm²) c'est à dire bien au-dessous du seuil de dommage. Nos travaux expérimentaux et théoriques visent à atteindre une compréhension détaillée de ce processus qui est indispensable pour de futures applications.

2. DESCRIPTION DES APPROCHES EXPÉRIMENTALES ET THÉORIQUES

Les durées des impulsions laser utilisées expérimentalement sont de quelques dizaines de femtoseconde, les intensités dans la gamme : $10^8 - 10^{11}$ W/cm² et les longueurs d'onde sont de 800 nm, 400 nm ou 266 nm. Pour les cibles, nous avons utilisé des réseaux d'or, des réseaux de nanoparticules d'or et également comme référence un monocristal d'or. L'énergie cinétique des électrons issus de l'interaction est mesurée grâce à un analyseur hémisphérique CLAM IV.

Dans le cas des réseaux, nous avons par ailleurs développé un modèle [4] dans lequel le processus d'émission stimulée est représenté en deux étapes. Dans la première nous décrivons quantiquement la transition primaire des électrons depuis la bande de conduction vers le continuum du métal. Pour ce faire, nous avons d'abord utilisé une approche perturbative appelée « Jellium-Volkov » [5] et puis plus récemment la résolution numérique de l'équation de Schrödinger dépendante du temps pour une dimension d'espace (la coordonnée électronique perpendiculaire à la surface) [5-6]. Dans la deuxième étape, nous décrivons de façon classique le mouvement des électrons libérés dans le champ inhomogène du plasmon à l'extérieur du métal. Les conditions initiales de cette deuxième étape nous sont fournies par les calculs relatifs à la première en termes d'énergies, d'angles et d'instant d'éjections des électrons. Le facteur d'amplification $\eta = E_{SP}/E_L$ (où E_{SP} et E_L sont respectivement les amplitudes du champ électrique associé au plasmon et au laser) est le seul paramètre libre du modèle.

3. RÉSULTATS

Au niveau expérimental, le résultat le plus marquant est probablement le fait que des électrons de quelques centaines d'eV [7] ont été détectés quand un réseau de nanoparticules est irradié par des impulsions laser d'intensité $5 \cdot 10^{10} \text{ W/cm}^2$ (800 nm, 25 fs) tandis dans des conditions d'irradiation similaires, les électrons émis par un réseau possèdent au maximum des énergies cinétiques de quelques dizaines d'eV [1]. Ces énergies cinétiques élevées s'expliquent par l'effet pondéromoteur [1] mais très probablement aussi par la répulsion coulombienne à l'intérieur du nuage électronique émis [8]. Concernant les comparaisons modèle-expérience dans le cas des réseaux, nous avons constaté que quand on utilise l'approche 'Jellium-Volkov' pour décrire la première étape du processus [4], des valeurs du paramètre η de l'ordre de 120 sont nécessaires pour obtenir un bon accord entre les spectres mesurés et les calculs (cf. Figure). Toutefois ces valeurs sont très probablement surestimées car des calculs préliminaires utilisant la résolution numérique de l'équation de Schrödinger indiquent des valeurs de quelques dizaines pour η .

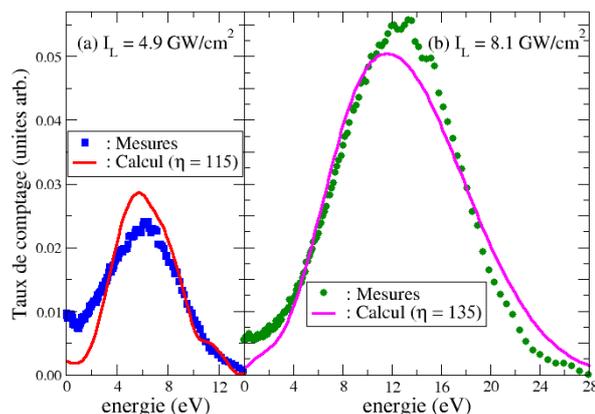


Fig. 1 : Spectres d'émission électronique d'un réseau d'or (150 traits/mm) irradié par des impulsions laser de $\lambda=800 \text{ nm}$, $\tau=58 \text{ fs}$. **(a)** : $I_L=4.9 \text{ GW/cm}^2$ et **(b)** : $I_L=8.1 \text{ GW/cm}^2$.

CONCLUSION

Expérimentalement, des mesures angulaires sont à l'étude tandis que sur le plan théorique notre objectif est d'étendre notre modèle au cas des nanoparticules en réseau. Une des difficultés réside dans la description de la structure électromagnétique du plasmon dans ce cas.

RÉFÉRENCES

- [1] J. Kupersztych, P. Monchicourt, and M. Raynaud, Phys. Rev. Lett., vol. 86, p. 5180, 2001.
- [2] G. Herink, D.R. Solli, M. Gulde, and C. Ropers, Nature, vol. 483, p. 190, 2012.
- [3] P. Dombi, A. Hörl, P. Rácz, I. Márton, A. Trüger, J.R. Krenn and U. Hohenester, Nano. Lett., vol. 13, p. 674, 2013.
- [4] H. Jouin, M. Raynaud, G. Duchateau, G. Geoffroy, A. Sadou and P. Martin, Phys. Rev. B, vol. 89, p. 195136, 2014.
- [5] M.N. Faraggi, M.S. Gravielle, and D.M. Mitnik, Phys. Rev. A, vol. 76, p. 012903, 2007.
- [6] S.V. Yalunin, M. Gulde and C. Ropers, Phys. Rev. B, vol. 84, p. 195426, 2011.
- [7] N. Fedorov, G. Geoffroy, G. Duchateau, L. Štolcová, J. Proška, F. Novotný, M. Domonkos, H. Jouin, P. Martin, and M. Raynaud, J. Phys. : Condens. Matter, soumis, 2016.
- [8] G. Petite, P. Agostini, R. Trainham, E. Mével, and P. Martin, Phys. Rev. B, vol. 45, p. 12210, 1992.

**COUPLAGE ENTRE DES ÉMETTEURS ET DES NANOFILS EN ARGENT POUR
RÉALISER LE TRANSFERT D'ÉNERGIE DE FLUORESCENCE À GRANDE DISTANCE
AU MOYEN DE PLASMONS DE SURFACE**

J. de Torres¹, P. Ferrand¹, G. Colas Des Francs² et J. Wenger¹

¹ CNRS, Aix-Marseille Université, Centrale Marseille, Institut Fresnel, UMR 7249, 13013
Marseille, France

² Université Bourgogne Franche-Comté, CNRS, Laboratoire
Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB), UMR 6303, 21078 Dijon, France

juan.detorres@fresnel.fr

RÉSUMÉ

Nous étudions l'efficacité du couplage entre un émetteur de fluorescence et un nanofil en argent et le transfert d'énergie entre deux émetteurs éloignés.

MOTS-CLEFS : *plasmonique ; nanofil ; transfert d'énergie fluorescente.*

1. INTRODUCTION

Le développement des circuits plasmoniques requiert un couplage efficace entre les émetteurs quantiques et les guides d'onde. La maximisation simultanée des paramètres qui ont une influence dans la qualité du circuit plasmonique représente un défi expérimental majeur, ces paramètres sont la longueur de propagation du plasmon de surface (L_{SPP}), l'efficacité de couplage vers le mode plasmon (β) et le facteur de Purcell (F_P). Une réponse à cette question fournira aussi la clé pour permettre le transfert d'énergie entre des émetteurs quantiques à longue distance.

2. METHODOLOGIE

Nous utilisons un microscope confocal à deux faisceaux où l'excitation et la détection peuvent être contrôlées indépendamment pour scanner et étudier en détail les interactions entre des nanoparticules fluorescentes et des plasmons de surface induits sur un nanofil en argent et monocristallin de ~ 115 nm de diamètre et $7 \mu\text{m}$ de longueur. Nous avons observé l'excitation de nanoparticules fluorescentes par des plasmons de surface induits sur un nanofil et le couplage de l'émission de fluorescence en modes plasmon.

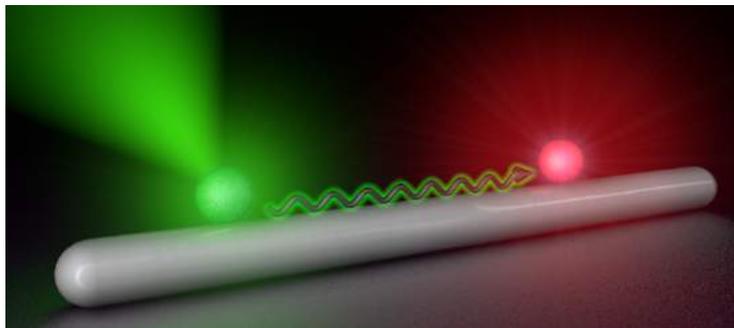


Fig. 1 : Nanofil en argent avec un donneur (vert) et un accepteur (rouge). Illustration du transfert d'énergie au moyen de plasmons de surface

CONCLUSION

Nos résultats montrent clairement l'intérêt d'exciter les particules fluorescentes via des plasmons de surface pour maximiser l'interaction lumière-matière et atteindre des efficacités de couplage de 44 % en même temps que des longueurs de propagation plasmon de 4.1 μm et des réductions de temps de vie d'un facteur 24, en bon accord avec des simulations numériques. Le produit de ces trois paramètres normalisé par la longueur d'onde ($FOM = \beta F_p L_{SPP} / \lambda$) a été proposé comme figure de mérite pour quantifier la capacité d'effectuer un transfert d'énergie à longue distance de façon efficace. Nous mesurons pour notre longueur d'onde de travail une figure de mérite de 70, largement supérieure aux réalisations précédentes qui donnent des valeurs entre 4 et 10. En outre, grâce à cette performance améliorée, nous avons fait la démonstration d'une expérience de transfert d'énergie de fluorescence à grande distance au moyen de plasmons de surface et mesuré une efficacité FRET de 17 % pour une distance donneur-accepteur de 1.3 μm . Notre microscope confocal à deux faisceaux offre une grande versatilité pour l'imagerie et permet simultanément l'acquisition de la photodynamique des émetteurs. La combinaison de ces deux caractéristiques est prometteuse pour des applications plasmoniques pour l'optique à l'échelle nanométrique, la conception de biocapteurs et l'optique quantique.

RÉFÉRENCES

- [1] De Torres, J.; Ferrand, P.; Colas des Francs, G.; Wenger, J. Coupling Emitters and Silver Nanowires to Achieve Long-Range Plasmon-Mediated Fluorescence Energy Transfer. ACS Nano 2016. DOI: 10.1021/acsnano.6b00287

VIBRATIONS ACOUSTIQUES DE NANOPARTICULES BIPYRAMIDALES : VERS DES NANO-BALANCES MULTICRITERES

Julien Burgin¹, Benoit Dacosta Fernandes¹, Pierre Langot¹, Jean Oberlé¹, Pascal Massé²,
Mona Tréguer-Delapierre², Noelia Vilar-Vidal³, Serge Ravaine³

¹ Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine UMR CNRS 5798, Université de Bordeaux, 33405 Talence, France

² Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux UPR CNRS 9048, Université de Bordeaux, 33600 Pessac, France

³ Centre de Recherche Paul Pascal UPR CNRS 8461, Université de Bordeaux, 33600 Pessac, France

julien.burgin@u-bordeaux.fr

RÉSUMÉ

La mesure optique des vibrations acoustiques des nanoparticules métalliques présente des perspectives prometteuses dans le domaine de la détection de masse et de la caractérisation d'interfaces.

MOTS-CLEFS : nanoparticules, plasmonique, vibrations acoustiques

Lorsque la taille d'un objet diminue, ses propriétés vibrationnelles et optiques sont modifiées par rapport au milieu massif. A l'échelle nanométrique, les conditions limites imposées par la surface affectent les phonons de longueur d'onde supérieure ou comparable à la taille du nano-objet. Les modes de basse fréquence sont donc affectés par la forme et la taille du nano-objet. Les propriétés optiques des métaux sont également impactées par la réduction de taille, qui a pour effet de faire apparaître des résonances optiques dans le domaine visible : les résonances plasmon de surface [1]. Ces résonances (en absorption et en diffusion) dépendent de la composition, de la forme et de la taille des nano-objets. Des mesures optiques résolues en temps des vibrations acoustiques basse fréquence de nano-objets ont pu être menées en raison de la grande sensibilité des résonances plasmon de surface aux variations de forme et de volume du nano-objet, induites par les vibrations acoustiques [2].

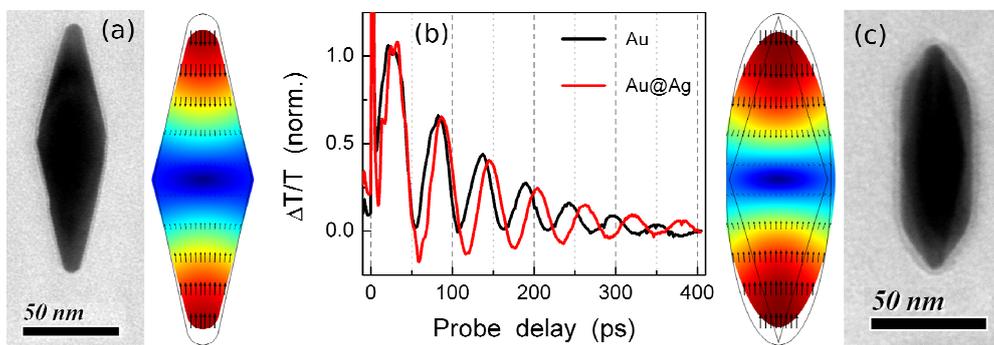


Fig. 1 : Images TEM et coupe longitudinale du mode de vibration fondamental d'une bipyramide cœur Au (a) et cœur/coquille Au/Ag (c). (b) : Variations relatives de transmission mesurées dans les deux types de particules présentées en (a) et (c).

Dans les expériences résolues en temps que nous avons menées, une première impulsion femtoseconde vient exciter les nano-objets. L'énergie absorbée par le gaz d'électrons est redistribuée aux phonons puis à l'environnement. Lors de cette relaxation, des vibrations acoustiques sont initiées et modulent la réponse optique des nanoparticules [2]. Une seconde impulsion, retardée, vient alors sonder l'état vibrationnel du système : les modulations relatives de l'intensité du faisceau transmis traduisent directement l'état vibrationnel de la nanoparticule.

Dans cette étude, nous présentons des résultats obtenus sur des nanoparticules d'or de forme bipyramidale obtenues par voie chimique [3]. Leurs dimensions sont comprises entre 40 et 140 nm (longueur) et entre 20 et 40 nm (largeur) avec un rayon de courbure de l'ordre de 5 nm. Les vibrations observées sont représentées sur la figure et comportent plusieurs modes de vibrations. La comparaison des résultats expérimentaux avec des simulations numériques par éléments finis a permis d'associer les vibrations à trois modes, le mode extensionnel fondamental, son premier harmonique et le mode radial fondamental. La connaissance de ces modes peut nous donner des informations importantes sur la morphologie et la composition des nano-objets. Nous avons ensuite étudié les vibrations de nanoparticules cœur-coquille basées sur le même cœur d'or sur lesquelles nous avons fait croître un faible dépôt d'argent. L'étude des variations des périodes et des amplitudes des modes de vibration suite à ce dépôt nous a permis d'estimer que la quantité d'argent minimale détectable était de l'ordre de 40 attogrammes [3].

Cette étude montre que l'utilisation des vibrations acoustiques des nanoparticules métalliques est une voie intéressante dans le domaine de la détection de faibles masses car elle permet un diagnostic multicritères (fréquence et amplitude de plusieurs modes) contrairement aux techniques classiques basées sur le suivi d'une seule fréquence.

Nous présenterons également, en guise de perspective, des résultats obtenus sur des nanoparticules cœur/coquille argent/silice qui illustrent le fait que la mesure de ces vibrations acoustiques permet de caractériser la nature du contact mécanique à l'interface entre cœur et coquille, information cruciale pour certains développements technologiques, mais qui n'est pas accessible par microscopie électronique à transmission.

RÉFÉRENCES

- [1] L. Zhao, K. L. Kelly, G. C. Schatz, *The Journal of Physical Chemistry B*, *The extinction spectra of silver nanoparticle arrays: influence of array structure on plasmon resonance wavelength and widths*, *J. Phys. Chem. B* **2003**, 107, 7343-7350
- [2] A. Crut, P. Maioli, N. Del Fatti, F. Vallée, *Acoustic vibrations of metal nano-objects: time-domain investigations*, *Physics Reports* **2015**, 549, 1-43
- [3] B. Dacosta Fernandes, M. Spuch-Calvar, H. Baida, M. Tréguer, J. Oberlé, P. Langot, J. Burgin, *Acoustic Vibrations of Au Nano-Bipyramids and their Modification under Ag Deposition : a Perspective for the Development of Nanobalances*, *ACS Nano* **2013**, 7, 7630-7639

PLASMON EXCITATION OF THIN METALLIC FILMS BY THE LIGHT EMITTED FROM AN STM TIP

Moustafa Achlan and Georges Raseev

Institut de Sciences Moléculaire d'Orsay, Univ. Paris-Sud 11, Bât.210, F-91405 Orsay, France
moustafa.achlan@u-psud.fr

Abstract

We model the surface plasmon resonance in a $n(\geq 3)$ multilayer thin film excited by a point source of light, in our case an STM tip. We calculate and compare to the experiment the intensity of the transmitted light through a $n(\geq 3)$ multilayer system in the momentum and coordinate spaces.

Key words: *surface plasmon resonances, point source of photon, multilayer metal-insulator thin films*

1 INTRODUCTION

Surface plasmon resonance (SPR) localized at an interfaces are possible candidates for nanocircuits using electromagnetic waves. These resonances were discovered more than half a century ago by Ritchie [1] in the case of a fast electron beam hitting a metallic interface. Latter it has been demonstrated, the SPR are generated by low energy electron and photon impact on a surface. Point source photon generated by an STM tip can locally excite a plasmonic nanocircuit. This work presents a model of the SPR excitation by the light emitted by an STM tip $n(\geq 3)$ multilayer system.

2 MODEL

The emitted light from the STM is represented by an oscillating dipole itself modeled by a spherical wave. To take advantage of the geometrical optics and Fresnel relations this spherical wave is expanded in plane waves series using the Sommerfeld expansion. This plane waves expansion can be divided in propagative and evanescent waves contributions. The evanescent waves contribution is significant at nanometric STM-surface distances. The Fresnel transmission coefficients of the two interfaces (air-gold-glass system for example) are calculated using transfer formalism of Abèles-Bethune [2]. Such an electric field associated to an oscillating dipole have been derived by many authors (see e.g refs. [3; 4]). We calculate the transmitted light intensity or the Poyting vector in the momentum and coordinate spaces and we compared it to other calculations and to the experiment.

3 RESULTS

The intensity of the transmitted light in the glass for the momentum and coordinate spaces is calculated for an air-gold-glass system. The calculation has been performed for :

1. Thickness of the gold multilayer of 0, 5, 20, 50 nm;
2. Dipole position of 1 nm and 1000 nm, for a gold thickness of 50 nm;
3. Wavelength of 550, 600 and 700 nm, for a gold thickness of 50 nm and a dipole located at 1 nm above the surface ;

The results are in agreement with the published experimental and calculated data. Particularly for a gold layer thickness of 50 nm the SPR appear for an incident angle of 41.1°

4 CONCLUSION

The intensity of the transmitted light for a air-gold-glass multilayer system excited by light emitted by an STM tip is calculated. In agreement with the experiments and modeling the results in the momentum and coordinate space show a SPR appearing at about 41.1° . Parallel to the future multilayer experimental works, we will theoretically search for the conditions of maximal enhancement of the SPR in the $n>3$ multilayer systems.

References

- [1] R. H. Ritchie, Plasma losses by fast electrons in thin films, *Phys. Rev.* 106 (1957) 874–881.
- [2] D.S.Bethune, Optical harmonic generation and mixing in multilayer media: analysis using optical transfer matrix techniques, *J.Opt.Soc.Am.B* 6 (5) (1989) 910–916.
- [3] L.Novotny, Allowed and forbidden light in near-field optics.i. a single dipolar light source, *J.Opt.Soc.Am.A* 14 (1997) 91–104.
- [4] W.Lukosz, R.E.Kunz, Light emission by magnetic and electric dipoles close to a plane interface.i. total radiated power, *J.Opt.soc.Am* 67 (1977) 1607–1615.

INVESTIGATION SUR LES PROCÉDES D'USINAGE PAR JET-PHOTONIQUE EN BOUT DE FIBRES OPTIQUES FAÇONNÉES

Grégoire R. Chabrol¹, Julien Zelgowski², Patrice Twardowski², Yoshi Takakura², Pierre Pfeiffer², Joël Fontaine³, Sylvain Lecler²

¹ Laboratoire ICube UMR ECAM F-67412 Illkirch France

² Laboratoire ICube, Université de Strasbourg UMR CNRS F-67412 Illkirch France

³ Laboratoire ICube, INSA Strasbourg UMR CNRS F-67000 Strasbourg France

g.chabrol@ecam-strasbourg.eu

RÉSUMÉ

Nous présentons des travaux d'usinage par laser utilisant le phénomène de jet photonique avec une fibre optique. La concentration de la lumière en champ proche en sortie du bout de fibre façonnée permet de focaliser la lumière en un jet photonique. Ce faisceau propagatif, faiblement divergent, ayant une largeur à mi-hauteur inférieure à la longueur d'onde peut avoir une densité de puissance concentrée jusqu'à plus de 200 fois. Grâce à ces propriétés, l'usinage direct avec des lasers de moindre puissance en sortie de fibre a été étudié sur du silicium ainsi que la réalisation de structures sub-longueur d'onde sur de la résine photosensible par insolation. Par ablation directe, des structures de 700 nm de diamètre sont obtenues sur silicium avec un laser de longueur d'onde 1,030 μm . La modélisation et la compréhension physique du phénomène sont également abordées.

MOTS-CLEFS : *jet photonique, usinage laser, fibre optique, insolation*

1. INTRODUCTION

Le phénomène de diffusion en champ lointain quand la lumière interagit avec une bille diélectrique de quelques microns est bien connu. Un aspect moins fréquemment étudié est qu'en champ proche, la même lumière peut-être très fortement concentrée [1]. Une densité de puissance concentrée plus de 200 fois peut être atteinte dans les cas les plus favorables. Ce faisceau n'obéit pas aux lois habituelles de l'optique géométrique. Ce faisceau propagatif, faiblement divergent et ayant une largeur à mi-hauteur inférieure à la longueur d'onde est appelé "jet photonique".

La présente étude fait appel aux techniques d'usinage laser par jet photonique pour démontrer l'usinage direct sur silicium et métaux ainsi que la structuration sub-longueur d'onde de résine photosensible SU8.

2. PROCEDURE EXPERIMENTALE

L'optimisation de l'embout des fibres optiques utilisées dans cette étude est issue de la modélisation 2D par méthode éléments-finis du jet photonique en bout de fibre. L'application pour la gravure directe et celle de l'insolation de résine se distinguent à la fois par l'utilisation d'un laser et d'une fibre façonnée différente.

Pour la gravure direct sur silicium et métaux, des fibres 100/140 en silice ont été façonnées par Lovalite par une méthode de thermoformage afin d'obtenir une longueur de pointe de 33 μm ayant une forme décrite par une courbe de Bézier rationnelle avec un poids de Bézier de 0,450. Le poids de Bézier décrit mathématiquement la courbure de la pointe de la fibre. Par exemple, un Bézier de 0,707 correspond à un embout quasi-elliptique. Un Bézier de 0 correspond à une pointe triangulaire. Un laser proche infrarouge (1030 nm) est injecté dans les fibres. La durée de l'impulsion est de 100 ns et le taux de répétition 35 kHz. L'embout façonné de la fibre est positionné au-dessus de l'échantillon au moyen de micro-tables motorisées.

L'échantillon usiné est un wafer de silicium monocristallin avec sa couche de passivation. 35 impulsions sont envoyées à chaque position. En diminuant la distance entre la pointe de la fibre et l'échantillon, ainsi que la puissance du laser, l'énergie minimum nécessaire pour l'ablation au point focal du jet photonique a été identifiée.

Dans le cas de l'insolation de la résine photosensible SU8 2025, une fibre SM450 a été également façonnée par la société Lovalite pour obtenir une longueur d'embout de $1.2 \mu\text{m}$ et un poids de Bézier de 0,2 donnant un point focal de largeur à mi-hauteur de λ , avec une longueur de Rayleigh de 2λ .

La résine SU8 a été diluée afin d'atteindre, une fois polymérisée, une couche de $4\mu\text{m}$ par spin coating sur une lame de microscope, mesurée grâce un profilomètre mécanique contact DEKTAK 150 BRUKER. Le positionnement de l'échantillon au-dessous de la fibre est fait avec un NanoCube® XYZ Piezo Stage. Un laser Obis CW de Coherent avec 30 mW en sortie fibré, émettant à 514 nm est connecté à un coupleur en Y pour mesurer le retour du signal par photodiode et insoler la résine.

La caractérisation des ablations et insolutions après développement a été réalisée sur, deux microscopes interférométriques à lumière blanche, un Zygo NewView 7200 et un Leitz-Linnik.

3. RESULTATS

La modélisation du jet photonique en bout de fibre peut être observée sur la figure 1 a) pour la fibre permettant l'ablation directe sur silicium et figure 1 b) pour la fibre permettant la photopolymérisation de la SU8.

Pour l'ablation directe, à la distance focale du jet photonique, la taille de gravure dépend de l'énergie des impulsions du laser. Avec une accumulation de 35 impulsions de $64 \mu\text{J}$, un spot de diamètre (685 ± 5) nm, plus petit que la longueur d'onde utilisée, avec une profondeur de 480 nm a été obtenu.

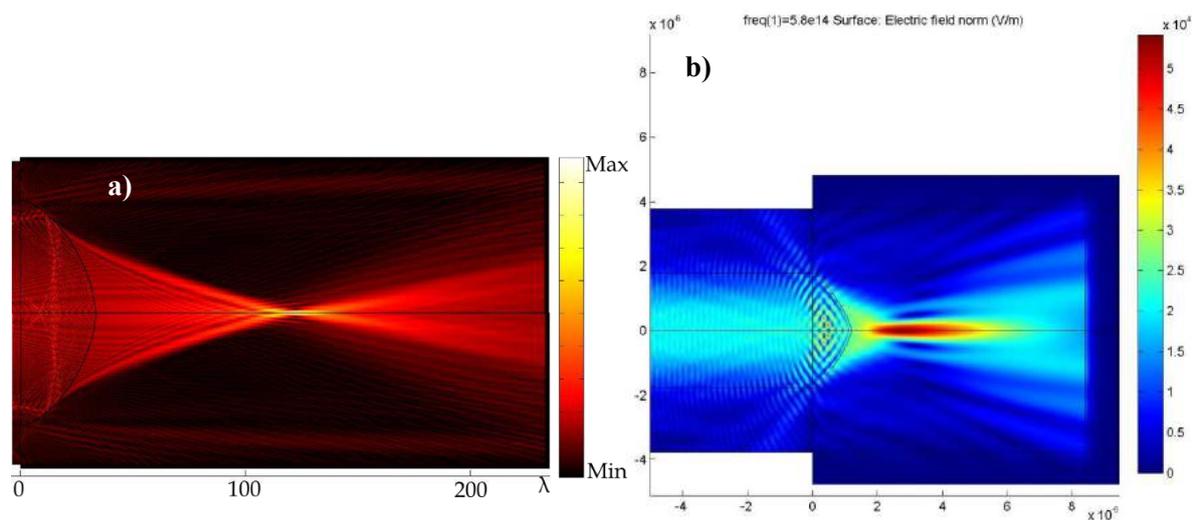


Figure 1 : Modélisation éléments-finis de l'embout de fibre pour a) l'ablation du silicium, b) l'insolation de résine SU8.

L'ablation de structures plus complexes mène à une taille de gravure autour du micron. La figure 2 montre des lignes dont la taille de gravure atteint $2 \mu\text{m}$ de large.



Figure 2 : Gravure sur silicium. Largeur de gravure de 2 μm .

4. DISCUSSION & CONCLUSION

La différence entre la mesure et la simulation s'explique principalement par la réponse du matériau. Elle est également due d'une part à la difficulté de mesurer la distance entre l'embout de fibre et l'échantillon, et d'autre part à la différence entre la forme voulue et obtenue de l'embout. En effet, il est très difficile de prévoir la déformation par thermoformage du bout de fibre.

Les résultats encourageants de cette étude prouvent la faisabilité de l'usinage laser par jet photonique en sortie de fibre optique. La suite de cette étude portera sur l'optimisation de la modélisation du jet photonique et sur la réalisation par prototypage rapide de composants optiques diffractifs [2] sub-longueur d'onde.-Il sera ensuite possible d'évoluer vers les structures 2D et 3D sub-longueurs d'onde du type métasurfaces et métamatériaux.

REFERENCES.

- [1] S. Lecler et al., Properties of a three-dimensional photonic jet, *Opt. Lett.* 30, 26-41-2643 (2005)
- [2] G. Chabrol , A. Ciceron , P. Twardowski , P. Pfeiffer , M. Flury , F. Mermet , S. Lecler -"Investigation of diffractive optical element femtosecond laser machining" - *Applied Surface Science* , page 79 - 2016

Optical response of arrays of Au hemispheres on transparent substrates

Morten Kildemo^{1,2}, Alexandre Baron², Jean Philippe Banon¹, Thomas Brakstad¹ and Ingve Simonsen¹

¹ Department of Physics; NTNU;7491 Trondheim; Norway

² Université de Bordeaux, CNRS, CRPP-UPR8641, 115 Avenue Schweitzer, 33600 Pessac, France

Morten.Kildemo@ntnu.no

RÉSUMÉ

A highly organized square array of gold semi-spheroids (30/50 nm radii) deposited on UV-transparent glass with a lattice parameter of 210 nm reveals a surprisingly rich optical response. We study this response with a near-infrared-visible-ultraviolet spectroscopic Mueller Matrix Ellipsometer as recently reported [1] (see Fig. 1). By full azimuthal rotation of the sample, we observe all the Rayleigh/Wood anomalies corresponding to grazing diffracted waves. Brakstad et al. provide an explanation of how the measurements nearly map out the first, second and third Brillouin zones as evidenced in Fig. 1 [1]. Strong resonances were observed for co-polarization, near the high symmetry points, and the general symmetry for co-polarization is 45°. The scarcely studied polarization-conversion is found to have a 90° symmetry, and becomes particularly important at grazing incidence. The cross-polarization follows (or is partially bounded by) the Rayleigh lines.

MOTS-CLEFS : POLARIZATION COUPLING, MUELLER MATRIX, PLASMONIC PHOTONIC CRYSTAL, MODELLING OPTICAL RESPONSE

RESULTS

In this submission we mainly focus on the classical problem of modelling the approximately uniaxial (“block diagonal”) ellipsometric response of these Au metallic particles on substrates showing a Localized Surface Plasmon Resonance (LSPR). The *Bedeaux Vlieger (BV) formalism* is compared with full-wave numerical simulations using the commercial software *COMSOL Multiphysics* and with *direct inversion* for the effective (substrate dependent) dielectric function. The patterns consist in hemispherical Au particles (80, 100 nm diameter) in a regular square pattern (125, 210 nm in lattice constant) on glass. All patterns were produced using Focused Ion Beam milling of a thin Au film. The hemispherical particles allows in principal for an exact solution through the use of elliptical wavefunctions in the BV formalism. It is found that for a regular 2D lattice, the BV formalism can extract reasonable parameters related to particle dimensions, as long as the Rayleigh/Wood anomalies are well above the Localized Surface Plasmon Resonance (LSPR) in energy. However, the weak polarization conversion/coupling around the LSPR and the small dispersion of the LSPR with respect to the azimuthal rotation of the substrate cannot be modelled within the BV formalism. The Finite Element Method used in COMSOL is evaluated as one of many numerical tools to analyze the current ellipsometric spectra. Finally, the most common Effective Medium Approximations are found, as expected, to strongly deviate from the effective dielectric function extracted from the direct inversion, and the parameters are not found to convey physical information.

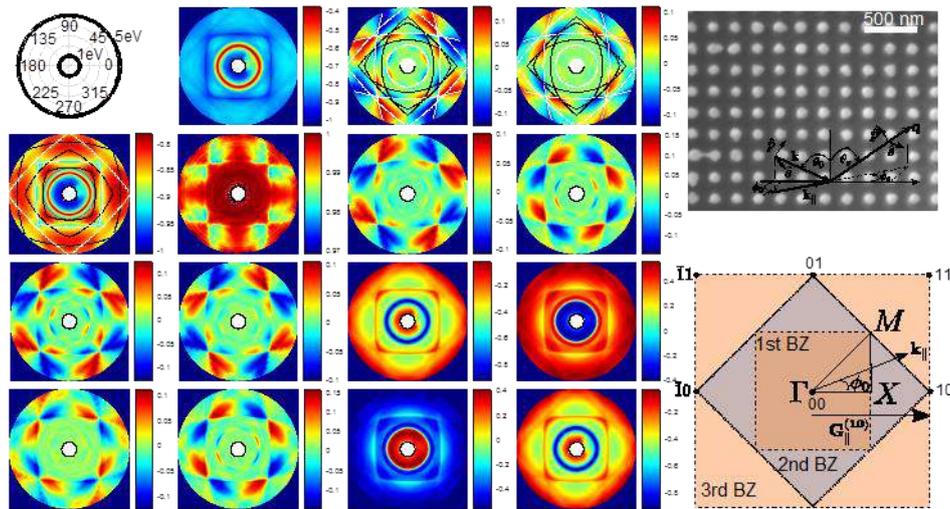


Fig. 1 : Left Figure, contour plots of the elements of the normalized Mueller matrix (m_{ij} , $i,j=1..4$) of the square array of hemispherical (laterally isotropic) Au particles, upper right inset, (measured for $\theta_0 = \theta_s = 55^\circ$ (where θ_0/θ_s denote the polar incidence/scattering angles). The photon energy and the azimuthal rotation angle (ϕ_0) of the incident light represent the radius and the angle in these polar plots, respectively. The inner circle of the plots corresponds to the photon energy 0.73 eV, while the outer corresponds to 5.90 eV. The Rayleigh-lines for the first BZ (see lower right Figure), the 2nd BZ in air (white lines), and in the glass substrate (black lines) have been superimposed the m_{21} element. In the m_{13} and m_{14} elements, the extended Rayleigh-lines for air (white lines) and glass (black lines) that were calculated for a 90° symmetry are additionally superimposed, in addition to the LSPR resonance at 2.1 eV (white circles) as estimated from the quasi-static approximation. To improve visibility, the amplitudes of the elements m_{21} and m_{22} were reduced for $E < 2.5$ eV. The collation of Figures is from Figures 1-3 in Ref. [1] (open access).

CONCLUSIONS

The current experimental data set appears as extremely useful for testing the accuracy and limitations of a range of computational electromagnetic methods such as the Bedeaux Vliet formalism and e.g. the full wave method COMSOL, as presented here. Similarly, in future studies this dataset can be envisaged to similarly evaluate the appropriateness and accuracy of the Finite Difference Time Domain method, the Rigorous Coupled Wave Analysis and implementations based on the reduced Rayleigh equations.

RÉFÉRENCES

- [1] T. Brakstad, M. Kildemo, Z. Ghadyani and I. Simonsen (2015). "Dispersion of polarization coupling, localized and collective plasmon modes in a metallic photonic crystal mapped by Mueller Matrix Ellipsometry." *Optics Express* 23(17): 22800-22815.

DYNAMIQUE ÉLECTRONIQUE ET TRANSFERT D'ÉLECTRON PHOTO-INDUIT DANS DES NANOPARTICULES HYBRIDES AG-ZNO

Jean Oberlé¹, Julien Burgin¹, Benoit Dacosta Fernandes¹, Pierre Langot¹, Jean-Pierre Delville¹, Ivan Shupyk^{1,2}, Marie-Hélène Delville²

¹ Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine UMR CNRS 5798, Université de Bordeaux, 33405 Talence, France

² Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux UPR CNRS 9048, Université de Bordeaux, 33600 Pessac, France

jean.oberle@u-bordeaux.fr

RÉSUMÉ

L'étude de la dynamique électronique de nanoparticules hybrides Ag-ZnO nous a permis de mettre en évidence l'injection d'un électron chaud du métal vers le semiconducteur.

MOTS-CLEFS : *nanoparticules, nanohybrides, plasmonique*

Les nanoparticules hybrides métal-semiconducteur suscitent un vif intérêt en raison de la variété des nouvelles propriétés électroniques et optiques issues du rapprochement ou de la mise en contact d'une entité métallique plasmonique avec un semiconducteur, avec ou sans confinement quantique. La maîtrise de la composition, de la taille et de la morphologie de ces nano-objets est à l'origine de la grande modularité de leurs propriétés. La compréhension des propriétés électroniques issues des interactions entre les différents matériaux est à la base du développement de nouvelles applications dans le domaine de la conversion lumière/énergie et de la catalyse. Ainsi, les mécanismes de séparation et de transfert de charge liés à l'existence d'une nano-jonction peuvent donner lieu à une injection photo-induite d'un électron du semi-conducteur vers le métal, ou l'inverse, en fonction des caractéristiques propres des matériaux constitutifs et de leur contact [1-5].

Dans ce travail, nous avons étudié par spectroscopie optique pompe/sonde ultrarapide la dynamique de relaxation électronique de nanoparticules hybrides Ag-ZnO formées d'une nanoparticule d'argent sphérique en contact direct avec un nano-bâtonnet d'oxyde de zinc. La synthèse de ces nanoparticules de type Janus a été obtenue par une technique originale de photo-déposition induite par laser dans un écoulement micro-fluidique continu. Les mesures optiques résolues en temps ont été réalisées en régime de faible perturbation sur différents échantillons en solution aqueuse.

L'analyse des résultats, obtenus à différentes longueurs d'onde d'excitation et de sonde, en résonance ou non avec la partie métallique et/ou la partie semiconductrice, a mis en évidence l'effet du couplage entre les deux parties sur la dynamique de relaxation électronique. La comparaison des résultats avec les comportements individuels de chacune des parties du nano-hybride (nano-bâtonnets de ZnO et nanoparticules d'argent) nous a notamment révélé l'existence d'un transfert d'électron de la particule d'argent vers le ZnO suite à une excitation optique infrarouge. Ce processus inattendu s'explique par l'injection d'un électron chaud créé par l'absorption d'un photon infrarouge dont l'énergie est suffisante pour traverser la barrière associée à la jonction ZnO-Ag [6].

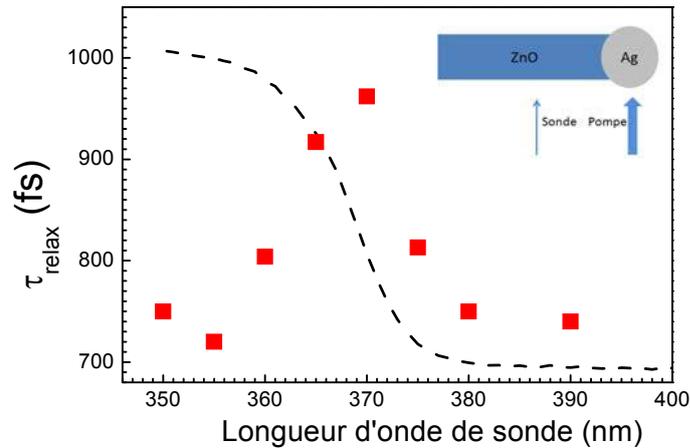


Fig.1 : Évolution du temps de relaxation τ_{relax} extrait des résultats des expériences pompe-sonde réalisées dans une configuration *pompe*(ω)/*sonde*(2ω) où la longueur d'onde de la « pompe » est le double de celle de la « sonde ». (Dans cette configuration, l'absence d'un couplage entre les deux parties du nano-hybride se traduirait par une dynamique de relaxation identique à celle des nanoparticules d'argent seules, c'est-à-dire principalement gouvernée par la relaxation électron-phonon de l'ordre de 750 fs, et indépendante de la longueur d'onde dans la plage représentée). Le trait en pointillé situe la variation de l'absorption des nanobâtonnets de ZnO

RÉFÉRENCES

- [1] R. Jiang, B. Li, C. Fang, and J. Wang, *Metal/Semiconductor Hybrid Nanostructures for Plasmon-Enhanced Applications*, *Adv. Mater* **2014**, 26, 5274–5309.
- [2] C. Clavero, *Plasmon-induced hot-electron generation at nanoparticle-metal-oxide interfaces for photovoltaic and photocatalytic devices*, *Nature Photonics* **2014**, 8, 95-103.
- [3] E. Shaviv, O. Schubert, M. Alves-Santos, G. Goldoni, R. Di Felice, F. Vallée, N. Del Fatti, U. Banin and C. Sönnichsen, "*Absorption Properties of Metal–Semiconductor Hybrid Nanoparticles*", *ACS Nano* **2011**, 5 (6), 4712-4719.
- [4] A. O. Govorov, G. W. Bryant, W. Zhang, T. Skeini, J. Lee, N. A. Kotov, J. M. Slocik and R. R. Naik, "*Exciton–Plasmon Interaction and Hybrid Excitons in Semiconductor–Metal Nanoparticle Assemblies*", *Nano Letters* **2006**, 6 (5), 984-994.
- [5] Y. Zheng, L. Zheng, Y. Zhan, X. Lin, Q. Zheng and K. Wei, "*Ag/ZnO Heterostructure Nanocrystals: Synthesis, Characterization, and Photocatalysis*", *Inorganic Chemistry* **2007**, 46 (17), 6980-6986.
- [6] L. J. Brillson and Y. Lu, "*ZnO Schottky barriers and Ohmic contacts*", *Journal of Applied Physics* **2011**, 109 (12), 121301.

PLASMONIQUE DE SURFACE OPALIQUE : UNE APPROCHE COMBINÉE CHAMP PROCHE ET CHAMP LOINTAIN

A. Maître¹, C. Lethiec¹, G. Binard¹, T. Popescu², H. Frederich¹, Phan Ngoc Hong¹, E. Yraola^{1,3}, C. Schwob¹, F. Charra², L. Coolen¹, L. Douillard²

¹ INSP, CNRS7588, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, F-75252 Paris cedex 05

² SPEC, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay, CE Saclay Bât. 466 F-91191 Gif sur Yvette

³ Dpto. Física de Materiales, Universidad Autónoma de Madrid, 28049-Madrid, Spain

agnes.maitre@insp.upmc.fr

RÉSUMÉ

Les opales métallisées combinent un arrangement périodique de billes et des singularités géométriques entre elles, permettant d'exciter des plasmons localisés et propagatifs.

MOTS-CLEFS : *plasmons; opales; spectroscopie ; microscopie d'électrons photo-émis.*

1. INTRODUCTION

Le contrôle de l'interaction lumière matière nécessite une ingénierie de la densité d'état électronique. Les cristaux photoniques permettent de maximiser le facteur de qualité Q de cavités résonantes et donc fines spectralement alors que les systèmes plasmoniques permettent de confiner spatialement la lumière sur des volumes V très petits et sur une large gamme spectrale. Pour des plasmons propagatifs, le confinement a lieu à l'interface entre le diélectrique et le métal alors que pour des plasmons localisés le confinement a lieu à l'échelle de la nanoparticule considérée. Les opales métallisées sont des cristaux plasmoniques qui permettent d'exciter aussi bien des plasmons propagatifs que localisés. Nous étudions ici le couplage aux plasmons sur une large gamme spectrale à la fois en champ lointain et en champ proche.

2. ECHANTILLONS

Nous réalisons par auto-organisation des opales, qui forment un arrangement périodique de billes de silice. Elles sont ensuite recouvertes d'une couche optiquement épaisse d'or ce qui permet d'obtenir un réseau hexagonal métallique à l'interface air- métal. Ce réseau nous permet d'exciter des plasmons polaritons de surface (SPP) alors que les singularités entre les billes permettent l'excitation de plasmons localisés (LSP). Le niveau de désordre de l'échantillon peut être contrôlé en jouant sur la dispersion en taille des billes et sur les conditions de synthèse des opales.

3. COUPLAGE RESONANT

Dans un premier temps, le couplage aux modes plasmoniques est mis en évidence par des mesures de réflectivité spéculaire [1]. Un faisceau de lumière blanche polarisé est incident sur l'échantillon sous un certain angle et le spectre du faisceau spéculaire réfléchi est enregistré. Le spectre réfléchi présente à certaines longueurs d'onde des creux de réflectivité pouvant atteindre 100% [1,2]. On a alors un couplage maximum, résonant, entre le faisceau incident et un mode plasmon propagatif pour lesquels une relation d'accord de phase est assurée : les vecteurs d'onde, $k_{//}$ projection du vecteur d'onde du faisceau incident sur la surface et k_{SPP} , vérifient alors la relation

$$k_{//} = G + k_{SPP} \quad (1)$$

Dans (1), G est le vecteur d'onde propre du réseau réciproque.

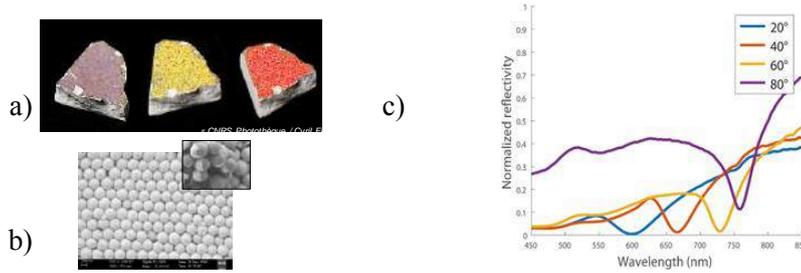


Fig. 1 : a) Cristal plasmonique éclairé par une source blanche pour différentes incidences b) image de microscopie électronique c) spectres en réflectivité spéculaire à différents angles d'une opale métallisée

4. COUPLAGE NON RESONANT

Dans un second temps, des analyses en PEEM (Photo Excited Electron Microscopy) sont réalisées [3]. Un laser femto seconde excite des plasmons sur l'échantillon. La densité d'état électronique, modulée par la présence ou non de plasmons, est alors imagée par microscopie électronique. Dans cette expérience, l'incidence du laser est fixe mais le laser est accordable en longueur d'onde : le couplage à des modes plasmoniques propagatifs se fait alors hors conditions de résonance. Le battement existant entre le faisceau laser et le mode plasmonique propagatif excité fait apparaître, si la densité de SPP est suffisante, des franges d'interférence perpendiculaires à la direction de propagation du laser (fig 2a). Les mesures de PEEM mettent aussi en évidence des points chauds associés à des plasmons localisés. Ces surintensités de champ voient leur nombre et leur intensité varier en fonction de la longueur d'onde incidente. Des expériences en LEEM (Low electron emission microscopy) qui donnent accès à la topographie de l'échantillon, montrent que ces points chauds se situent à la jonction entre billes (fig2b). Les expériences de PEEM mettent en évidence un couplage entre les modes plasmoniques propagatifs et localisés.

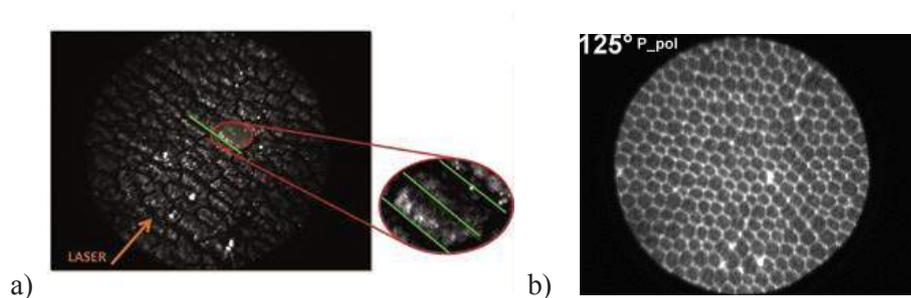


Fig. 2 : a) Image PEEM du cristal excité en polarisation P, b) superposition d'images PEEM et LEEM.

CONCLUSION

Ces deux expériences, complémentaires, réflectivité spéculaire et PEEM, mettent en avant la versatilité de ces systèmes hybrides qui permettent le couplage résonant ou non de plusieurs modes plasmoniques : propagatifs et localisés. Les points chauds et le couplage entre modes plasmoniques peuvent être exploités en nanophotonique dans des applications nécessitant une fort champ localisés (spectroscopie Raman, exaltation de la fluorescence, optique non linéaire).

RÉFÉRENCES

- [1] H. Frederich, F. Wen, J. Laverdant, L. Coolen, C. Schwob, A. Maître, *Optics Express* **19**, 24424(2011). P. Kaiser, E. A. J. Marcatili, and S. E. Miller, "A New Optical Fiber," *Bell. Syst. Tech. J.*, vol. 52, pp. 265–269, 1973.
- [2] H. Frederich, F. Wen, J. Laverdant, W. Daney de Marcillac, C. Schwob, L. Coolen, A. Maître, *Plasmonics* **9**, pp 917-924 (2014)
- [3] C. Lethiec, G. Binard, T. Popescu, H. Frederich, P. N. Hong, E. Yraola, C. Schwob, F. Charra, L. Coolen, L. Douillard, A. Maître, submitted, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01299810>

MÉTHODES DE TYPE ÉLÉMENT FINI POUR LA NANOPHOTONIQUE COMPUTATIONNELLE

Stéphane Lanteri¹, Claire Scheid^{1,2} et Jonathan Viquerat¹

¹ Inria Sophia Antipolis-Méditerranée, France

² Laboratoire J.A. Dieudonné, Université de Nice-Sophia Antipolis, France

Stephane.Lanteri@inria.fr

RÉSUMÉ

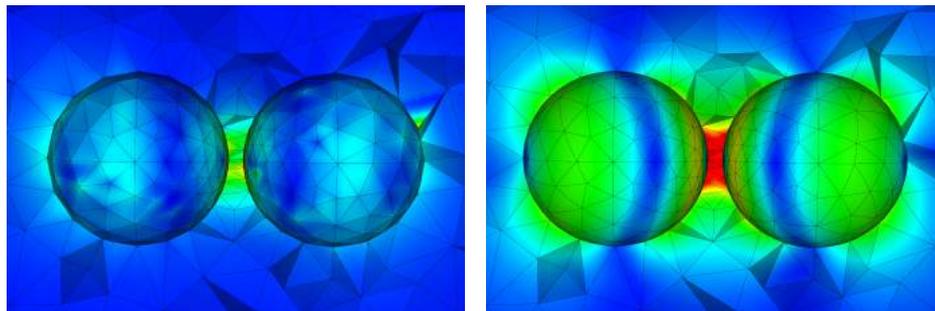
La simulation sur ordinateur tient une place importante dans l'étude des problèmes d'interaction lumière/matière aux échelles nanométriques. On présente ici nos travaux récents visant au développement d'outils numériques innovants, de type élément fini, dédiés à la nanophotonique computationnelle.

MOTS-CLEFS : *nanophotonique; plasmonique; modélisation numérique; méthode élément fini*

La nanophotonique computationnelle est le recours à la modélisation et la simulation numérique pour étudier les problèmes d'interaction lumière/matière aux échelles nanométriques. Les objectifs principaux portent sur la compréhension des phénomènes physiques qui caractérisent ces problèmes d'une part, et sur le développement de nouvelles structures photoniques pour réaliser des fonctions optiques innovantes d'autre part. Ainsi, la nanophotonique computationnelle concerne en premier lieu (mais pas seulement) la problématique de résolution des équations de Maxwell temporelles modélisant la propagation d'ondes électromagnétiques, couplées à des lois de comportement plus ou moins complexes de la matière (milieux linéaires ou non-linéaires, possiblement dispersifs) aux fréquences optiques. Les applications visées en nanophotonique présentent des caractéristiques qui sont aussi des défis pour la modélisation numérique : la complexité géométrique (les structures mises en jeu sont rarement de forme simple i.e., rectilignes ou planaires), l'hétérogénéité des milieux de propagation, la variabilité des échelles d'espace et de temps (caractère multiéchelle).

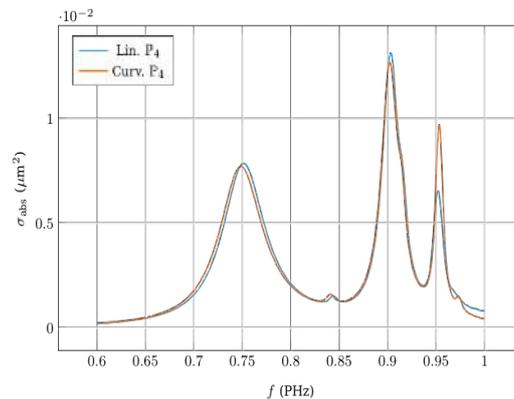
La stratégie de résolution numérique la plus adoptée dans ce contexte repose sur la méthode des différences finies en domaine temporel [1] - méthode FDTD pour *Finite Difference Time Domain* - qui permet de résoudre des problèmes de propagation plus ou moins complexes. Très largement utilisée dans le domaine de la compatibilité électromagnétique, la méthode FDTD est aussi exploitée pour des applications de plus en plus variées et en particulier en nanophotonique. Cependant cette méthode présente aussi certaines limitations qui rendent délicate son application aux problèmes tridimensionnels réalistes mettant en jeu des configurations géométriques et physiques complexes qui apparaissent très souvent en nanophotonique : sa précision est limitée au second ordre et elle n'est pas adaptée à la prise en compte de grilles cartésiennes non uniformes. Différentes stratégies ont été proposées pour corriger ces faiblesses mais au détriment de la simplicité de mise en œuvre (notamment en trois dimensions de space) et de l'efficacité computationnelle. D'autres méthodes numériques alternatives ont également été proposées ces dix dernières années pour dépasser les limitations de la méthode FDTD. Parmi celles-ci, la méthode Galerkin discontinue [2]-[3] - méthode DGTD pour *Discontinuous Galerkin Time Domain* - s'est progressivement imposée ces dix dernières années comme une voie prometteuse en vue d'obtenir une méthode de résolution d'ordre arbitrairement élevé et adaptée à la discrétisation de géométries irrégulières. Cette méthode est assez similaire aux méthodes d'éléments finis classiques, la principale différence étant la relaxation de la continuité globale de l'approximation. Cette particularité ouvre la voie vers plusieurs caractéristiques méthodologiques permettant d'améliorer la précision de l'approximation et d'autoriser plus de flexibilité dans le processus de discrétisation de configurations géométriques complexes tout en favorisant une certaine efficacité computationnelle.

Nous présenterons nos travaux récents visant à la mise au point de méthodes de type DGTD pour la nanophotonique/plasmonique [4]. Ces travaux s'appuient sur une expérience acquise depuis 2006 en lien avec l'étude de méthodes DGTD pour l'électromagnétisme numérique en visant des applications classiques dans le domaine des micro-ondes. Ils s'inscrivent dans le cadre d'une initiative dont l'objectif est le développement d'une suite logicielle dédiée à l'étude de phénomènes d'interaction onde/matière nanostructurée. Une illustration numérique des possibilités offertes par ce type de méthode est montrée sur la figure 1. On a ici réalisé une simulation de l'hybridation plasmonique de deux nanosphères d'or. On compare la précision d'une méthode DGTD reposant sur une approximation d'ordre élevée des composantes du champ électromagnétique (interpolation du 4ème ordre) sur un maillage tétraédrique relativement grossier constitué d'éléments à faces planaires (figure 1(a)) ou courbes (figure 1(b)), l'objectif étant de traiter avec précision à la fois la géométrie sphérique et le nanogap entre les deux particules.



(a) Maillage tétraédrique affine.

(b) Maillage tétraédrique curviligne.



(c) Section efficace d'absorption.

FIGURE 1 : Couplage plasmonique entre deux nanosphères d'or.

RÉFÉRENCES

- [1] A. Taflove and S. Hagness, *Computational electrodynamics : the finite-difference time-domain method - 3rd ed.* Artech House Publishers, 2005.
- [2] J. Hesthaven and T. Warburton, "Nodal high-order methods on unstructured grids. I. Time-domain solution of Maxwell's equations," *J. Comput. Phys.*, vol. 181, no. 1, pp. 186–221, 2002.
- [3] L. Fezoui, S. Lanteri, S. Lohrengel, and S. Piperno, "Convergence and stability of a discontinuous Galerkin time-domain method for the 3D heterogeneous Maxwell equations on unstructured meshes," *ESAIM : Math. Model. Numer. Anal.*, vol. 39, no. 6, pp. 1149–1176, 2005.
- [4] J. Viquerat, "Simulation of electromagnetic waves propagation in nano-optics with a high-order discontinuous Galerkin time-domain method," Ph.D. dissertation, University of Nice-Sophia Antipolis, 2015. [Online]. Available : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01272010>