

## Vague D Campagne d'évaluation 2017 – 2018

Unité de recherche

Dossier d'autoévaluation

Nom de l'unité :	Laboratoire de Physique des Lasers
Acronyme :	LPL
Champ de recherche de rattachement :	ST2 Physique
Nom du directeur pour le contrat en cours :	Olivier Gorceix
Nom du directeur pour le contrat à venir :	Olivier Gorceix

### Type de demande :

Renouvellement à l'identique

### Établissements et organismes de rattachement :

Liste des établissements et organismes tutelles de l'unité de recherche pour le contrat en cours et pour le prochain contrat (tutelles).

Contrat en cours :		Prochain contrat :
- CNRS		- CNRS
- Université Paris13		- Université Paris 13

### Choix de l'évaluation interdisciplinaire de l'unité de recherche ou de l'équipe interne :

Oui

Non

## Table des matières

### Partie A – Bilan et Projet du LPL

1. Présentation de l'unité	
- Introduction et organigramme	4
- Effectifs et moyens de l'unité	7
- Services communs	10
2. Politique scientifique	11
3. Formation à et par la recherche	12
4. Vulgarisation et Valorisation	13
5. Positionnement, visibilité de l'unité, collaborations nationales et internationales	14
6. Produits de la recherche et activités de recherche	
- Données chiffrées	16
- Sélection des produits et activités de recherche	17
7. Faits marquants	18
8. Organisation et vie de l'unité	20
- Pilotage	
- Aspects budgétaires	
- Animation	
- Organisation interne de la recherche	
- Parité, intégrité et éthique	
- Protection et sécurité	
9. Analyse SWOT de l'unité dans son entièreté	23
10. Projet scientifique à cinq ans	26

### Partie B – Bilan et Projet des axes

Axe Gaz Quantiques	30
Axe Métrologie, Molécules et Tests Fondamentaux	36
Axe Atomes aux interfaces	43
Axe Photonique Organique et Nanostructures	49
Axe Lasers pour le vivant	60

### Annexes

#### Annexe 1 : Lettre de mission

Sans objet car il n'a pas été adressé de lettre de mission au directeur en début de contrat.

## Annexe 2 : Equipements, plateformes

Sans objet car il n'y a pas à proprement parler d'équipements ni de plateformes au LPL mais plutôt des dispositifs expérimentaux parfois d'une grande complexité.

## Annexe 3 : Organigramme de la recherche 67

## Annexe 4 : 68

*Les sélections de produits et les matrices SWOT sont données par axe.*

*Annexe 4.1 : Axe Gaz Quantiques*

*Annexe 4.2 : Axe Métrologie, Molécules et Tests Fondamentaux*

*Annexe 4.3 : Axe Atomes aux interfaces*

*Annexe 4.4 : Axe Photonique Organique et Nanostructures*

*Annexe 4.5 : Axe Lasers pour le vivant*

## Annexe 5 : Règlement intérieur 87

## Annexe 6 : Informations administratives 97

### Signification de quelques acronymes et sigles

#### Equipes du LPL

- ▶ GQM Gaz Quantiques Magnétiques
- ▶ BEC Condensats de Bose-Einstein
- ▶ MMT ou MMTF Métrologie, Molécules et Tests Fondamentaux
- ▶ OIA Optique et Interférométrie Atomiques
- ▶ SAI Spectroscopie Aux Interfaces
- ▶ PON Photonique Organique et Nanostructures
- ▶ BMS BioMolécules et Spectroscopie
- ▶ OMA Optiques des Milieux Aléatoires

#### Partenariats

- ▶ CEFIPRA - Centre Franco-Indien pour la Promotion de la Recherche Avancée
- ▶ C(PN)2 - Centrale de Proximité en Nanosciences de Paris Nord - salle blanche de l'UP13
- ▶ DIM Domaine d'Intérêt Majeur de la région Ile de France
- ▶ FIRST-TF - Labex Facilities for Innovation, Research, Services, Training in Time & Frequency
- ▶ IFRAF - Nano-K DIM - Institut Francilien de Recherche sur les Atomes Froids
- ▶ INCA - Institut National du Cancer
- ▶ REFIMEVE+ - Equipex REseau Fibré METrologique à Vocation Européenne
- ▶ SEAM - Labex Science and Engineering for Advanced Materials
- ▶ SIRTEQ - Domaine d'Intérêt Majeur de la région Ile de France en Science et Ingénierie des Techniques Quantiques

#### Divers

- ▶ IISE - Institut Interdisciplinaire des Sciences Expérimentales de l'UP13
- ▶ ED - Ecole Doctorale
- ▶ LSPM - Laboratoire des Sciences et des Procédés des Matériaux

## DOSSIER D'AUTOÉVALUATION

### PARTIE A – BILAN ET PROJET DU LABORATOIRE

#### 1. Présentation de l'unité

##### Introduction

Le Laboratoire de Physique des Lasers est l'unité mixte de recherche UMR 7538 du CNRS et de l'Université Paris 13 (UP13). Après avis unanime du conseil de laboratoire réuni le 7 juin 2017, nous demandons le renouvellement de ce statut. Le LPL est associé au CNRS depuis 1974. Son association a été renouvelée jusqu'à la mise en place des UMR. Le LPL est reconnu UMR depuis 1997 et a été renouvelé à chaque nouveau contrat depuis cette date. Le LPL est hébergé par l'Institut Galilée - Université Paris 13 (UP13/USPC) sur le campus de Villetaneuse ; l'intégralité de ses locaux, soit plus de 2250 m<sup>2</sup> sont situés 99 avenue Jean-Baptiste Clément, 93430 Villetaneuse.

Nous étudions les processus d'interaction entre la lumière et la matière. Nous concevons et réalisons des expériences au meilleur niveau international dans des domaines allant de la physique fondamentale à la recherche appliquée. Parmi les éléments fédérateurs figurent l'utilisation des propriétés exceptionnelles de l'outil laser aussi bien pour réaliser des tests de physique fondamentale que pour développer des méthodes d'imagerie biomédicale. Les thématiques du LPL couvrent un spectre allant de la physique quantique jusqu'aux interfaces avec la chimie, la biologie et les nanotechnologies. La diversité des compétences des membres de l'unité et leurs complémentarités permettent de mener à bien des projets visant à élargir le champ des connaissances mais aussi des projets qui relèvent de l'ingénierie photonique.

A l'occasion du contrat en cours 2013-2018, nous avons restructuré l'organigramme de l'unité. Partant d'un travail initié dès 2012 et de l'analyse en profondeur de nos activités, les huit équipes « historiques » de l'unité ont été inscrites dans cinq axes fédérateurs. Ces axes sont les suivants : « gaz quantiques », « métrologie, molécules et tests fondamentaux », « atomes aux interfaces », « photonique et nanostructures » et « lasers pour le vivant ». La structuration en équipes est maintenue car elle permet un fonctionnement harmonieux et efficace quant aux aspects opérationnels aussi bien concernant le quotidien de la recherche que les aspects de gestion des ressources budgétaires, humaines et matérielles. Un organigramme fourni en annexe permet de visualiser ces structurations qui n'ont rien d'étanches puisque des interactions et des projets inter-axes et inter-équipes sont à l'œuvre en permanence comme nous le verrons un peu plus loin.

Les activités du LPL bénéficient grandement du support de quatre ateliers (électronique, mécanique, informatique, optique) et du service de gestion/secrétariat. Ces services seront présentés au paragraphe « effectifs et moyens ».

Les membres de LPL participent activement au fonctionnement de la communauté scientifique et universitaire par leur présence dans plusieurs comités de pilotage (COPIL) et bureaux de réseaux, LABEX, EQUIPEX et d'instances telles que le Comité National du CNRS (CoNRS), le comité scientifique de l'INP, la commission recherche du Conseil Académique de l'Université Paris 13 (UP13), pour ne citer que quelques exemples. Des membres du LPL participent activement à des comités scientifiques et d'organisation de colloques nationaux et internationaux. Nombre de nos publications sont co-signées par des chercheurs de laboratoires étrangers avec lesquels des collaborations fructueuses ont été nouées.

De nombreux membres du LPL exercent des responsabilités importantes dans les filières d'enseignement de notre établissement aussi bien au niveau licence qu'au niveau master et doctorat. Le Laboratoire a poursuivi ses efforts en matière de formation à et par la recherche en étant le pivot du master de physique de l'UP13, en participant à l'enseignement de plusieurs masters franciliens et d'écoles pré-doctorales. Le LPL accueille environ 20 doctorants et de nombreux stagiaires de DUT, L3, M1, M2 et élèves ingénieurs. Pendant la période de référence, 4 HDR et 35 thèses ont été soutenues.

Comme nous le développerons dans ce rapport, les membres du LPL s'investissent fortement dans les activités de diffusion de la culture scientifique en direction du grand public, des scolaires, collégiens et lycéens.

Le LPL ne possède pas de centre de ressources technologiques ouvert à des partenaires mais il bénéficie d'un accès privilégié à la Centrale de Proximité en Nanotechnologies de Paris Nord (C(PN)2 ou encore « salle blanche de l'UP13). La C(PN)2 dont le responsable Alexis Fischer est enseignant-chercheur au LPL, est depuis son inauguration en mars 2011 une plateforme labellisée par le CNRS dans laquelle deux des axes de l'unité réalisent des travaux en lien avec l'avancement de leurs projets : l'axe Photonique et l'axe Atomes aux Interfaces. La C(PN)2 fait partie du réseau RENATECH+.

Par ailleurs, le LPL porte le projet EQUIPEX REFIMEVE+ (REseau Fibré MEtrologique à Vocation Européenne) qui vise à mettre en place un réseau de transfert d'une fréquence optique ultra-stable par fibre optique d'abord à l'échelle nationale puis internationale. Ce projet de distribution d'un signal d'horloge ultra-stable à destination d'utilisateurs académiques, institutionnels et d'entreprises, est le seul Equipex de l'UP13. Il est financé dans le cadre du PIA et ses aspects scientifiques sont présentés dans le cadre des activités de l'axe Métrologie du LPL.

Un organigramme fonctionnel du laboratoire est fourni à la page suivante alors qu'un organigramme détaillant l'organisation de la recherche est donné en **annexe 3**.

L'équipe de direction est assistée de plusieurs chargés de missions transversales :

- Un correspondant communication, Benoît Darquié, CR, qui a succédé en 2016 à Sébastien Forget, MCF, s'occupe de la diffusion des informations tant en interne qu'en externe. En collaboration avec Marc Barbier, IE UP13, et avec le DU, il assure la mise à jour des informations publiées sur le site web du LPL. Il est le correspondant des responsables de la communication à l'Institut Galilée, à l'UP13, à l'INP et à la délégation régionale. Il assure la mise à jour régulière des plaquettes et autres documents de présentation de l'unité (posters, vidéos, encarts, ...). Il assure ainsi une publicité efficace autour des publications et résultats « phares » de l'unité ;
- Un responsable des séminaires, Sébastien Chenais, MCF, qui a succédé à Bruno Laburthe, CR, en 2016, assure la logistique et la publicité des séminaires du laboratoire. En réponse aux demandes et suggestions, il invite de collègues extérieurs ou sollicite des membres du LPL pour des séminaires internes. Il organise typiquement entre 20 et 25 séminaires par an.
- Sébastien Chenais est également responsable de la bibliothèque de l'unité qui dispose de plusieurs centaines d'ouvrages scientifiques. Il commande régulièrement de nouveaux ouvrages en réponse à des demandes d'achat de collègues ;
- L'équipe d'assistants de prévention sera présentée un peu plus loin dans ce rapport ;
- Etienne Maréchal, Ingénieur de Recherche CNRS, est le correspondant formation de l'unité et il assure également le suivi des services techniques du LPL. A ces titres, il est invité aux réunions du Conseil de Direction ;
- Oussama Mhibik, Ingénieur de recherche UP13, est notre correspondant valorisation. Il supervise les activités du laboratoire dans ce domaine depuis son recrutement en 2013 ;
- Aurélien Perrin, CR, est le correspondant Europe de l'unité auprès du CNRS et Jean-Michel Tualle, CR, aide la direction dans la constitution et le suivi des dossiers « Pr-MCF visiteurs » ;
- Marc Barbier, Ingénieur d'Etudes UP13, responsable du service informatique, joue également le rôle de chargé de la sécurité des systèmes d'information.

Organigramme du Laboratoire de Physique des Lasers - Juillet 2017



Laboratoire de physique des lasers

5 Axes de recherche

DIRECTION ET GOUVERNANCE

**Directeur**  
O.Gorceix (PR)

**Administratrice**  
S.Guezennec (AI)

**Conseil de Laboratoire**

**Conseil de direction**

SERVICES COMMUNS

**Gestion**  
C.Grangier (TCS), M.Medina (TCN)

**Informatique**  
M.Barbier (IGE), S.Simonazzi (T50%)

**Support aux activités du LPL dans la salle blanche de l'UP13**  
D.Kocic (AI)

**Mécanique**  
A.Kaladjian (AI)

**Electronique**  
F.Wiotte (IE), H.Mouhamad (AI)  
L.Malinge (TCN), G.Simon (TCE 40%)

**Optique**  
T. Billeton (IE)

<p><b>Lasers pour le vivant</b></p> <p><b>B.Manil (Pr), J.-M.Tualle (CR)</b> C.Desfrancois (DR), D.Effori (MC) F.Lecomte (MC), V.Lorent (Pr) N.Nieuwjaer (MC), E.Tinet (MC)</p>	<p><b>Gaz Quantiques</b></p> <p><b>B. Laburthe-Tolra (CR), H. Perrin (CR)</b> T. Badr (IR), R.Dubessy (MC) O.Gorceix (Pr), L.Longchambon (MC) E. Maréchal (IR), P.Pedri (MC) A.Perrin (CR), L.Vernac (MC) M.Robert de Saint-Vincent (CR)</p>
<p><b>Photonique Organique et Nanostructures</b></p> <p><b>A.Boudrioua (Pr), S.Chénais (MC)</b> M.Chakaroun (MC), A.Fischer (Pr) S.Forget (MC), M.Lee (MC) O.Mhibik (IR), L.Museur (Pr)</p>	<p><b>Métrologie, Molécules et Tests Fondamentaux</b></p> <p><b>A.Amy-Klein (Pr), C.Chardonnet (DR)</b> Ch.Bordé (DR Em), B.Darquié (CR) C.Daussy (MC), F.Du Burck (Pr) O.Lopez (IR), V. Roncin (MC) S.Tokunaga (MC)</p>
<p><b>Atomes aux Interfaces</b></p> <p><b>D.Bloch (DR), G.Dutier (MC)</b> J.Baudon (PR H), M.Ducloy (DR Em) N.Fabre (MC), A.Lalot (MC) C.Mainos (MC), I.Maurin (MC) F.Perales (MC)</p>	

MISSIONS TRANSVERSALES

**Communication**  
B.Darquié (CR)

**Séminaires**  
S.Chénais (MC)

**Diffusion des connaissances**  
C.Daussy (MC), S.Forget (MC)

**Bibliothèque/revues**  
S.Chénais (MC), F.Lecomte (MC)

**Sécurité**  
T.Badr (IR), S.Guezennec (AI)  
A.Kaladjian (AI), N.Nieuwjaer (MC)

**Formation et suivi des services techniques**  
E.Maréchal (IR)

**Valorisation**  
O.Mhibik (IR)

**Europe et international**  
A. Perrin (CR), J.-M.Tualle (CR)

Seuls figurent ici les membres permanents



**Effectifs et moyens de l'unité**

**Effectifs**

Les effectifs de l'unité sont globalement assez stables comparés à ceux de la fin de l'année 2012, date de rédaction du précédent rapport d'auto-évaluation. Le LPL est constitué d'environ 80 personnes dont 11 chercheurs CNRS dont 2 émérites, 30 enseignants-chercheurs dont 9 Pr et 21 MC, 15 personnels techniques dont 4 IR, environ 25 doctorants, post-doctorants, ATER, CDD ... En se limitant aux permanents, la période 2013-2017 a vu trois départs en retraite Martine Alsters (gestionnaire UP13), Marie-Pascale Gorza (MCF) et Alain Siove (DR) et trois mobilités sortantes Gilles Grégoire (DR), Brahim Kasmi (technicien mécanicien CNRS) et Paul-Eric Pottie (IR CNRS). Ces départs ont été compensés par les recrutements de Loic Malinge (technicien CNRS en électronique), Oussama Mhibik (Ingénieur de recherche UP13 chargé de la valorisation), Martin Robert de Saint-Vincent (CR), Sean Tokunaga (MCF) et des mobilités entrantes Carole Grangier (technicienne gestionnaire CNRS), Maryse Medina (technicienne gestionnaire UP13), Thomas Badr (Ingénieur de Recherche CNRS) et Stéphane Simonazzi (adjoint UP13 à temps partiel pour notre service informatique). Entre le 1° janvier 2013 et le 15 mai 2017, date à laquelle est effectuée ce pointage, le nombre de post-doctorants, ATER et CDD d'au moins un an, est en légère augmentation passant de 7 à 9. Le nombre de doctorants est en légère baisse passant de 21 à 18 mais ces chiffres évoluent au gré des soutenances et recrutements au fil de l'eau. Concernant spécifiquement les ITA/BIATSS, le nombre de permanents est passé de 12,4 à 14,8 (en tenant compte des agents à temps partiel et/ou ayant deux affectations). Cette évolution est favorable mais ne change que très peu les moyens humains car le nombre de non-permanents ITA/BIATSS est passé, dans le même temps, de 3 à 1.

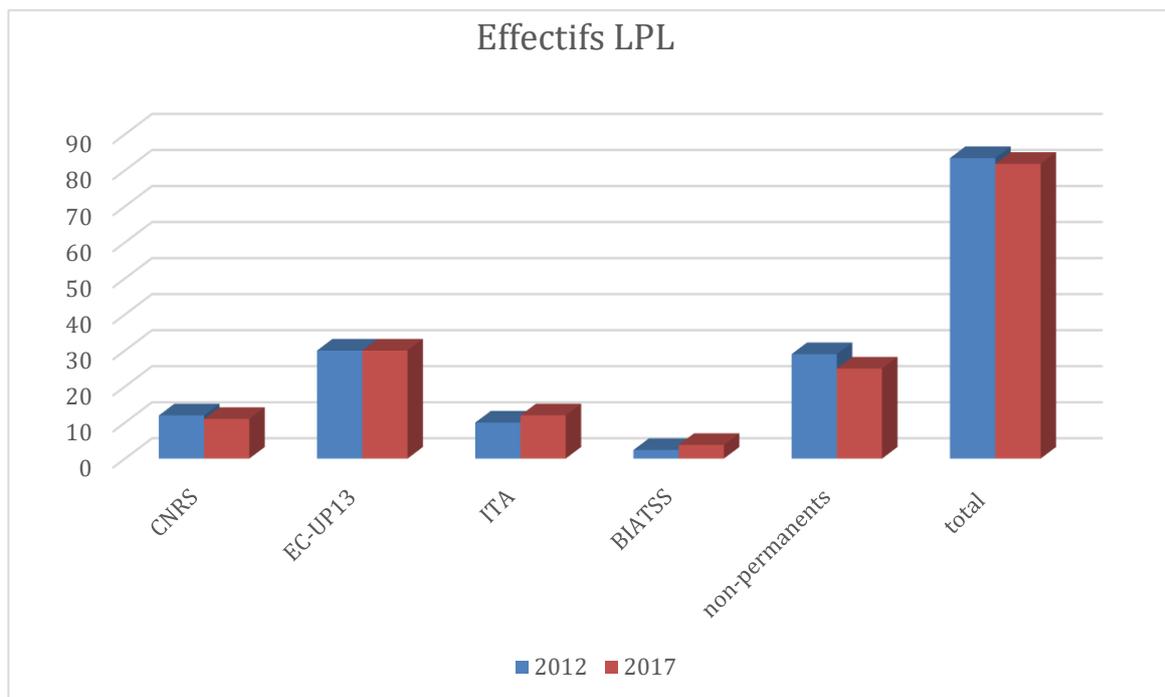


Figure 1. Histogramme de distribution des effectifs du laboratoire en début(bleu) et fin (rouge) de la période de référence

Le LPL compte 18 HDR et/ou docteurs d'état dont 6 MCF et 2 CR. Le LPL n'a recruté qu'un seul MCF et aucun Pr au cours des 5 dernières années ce qui se traduit par un glissement de la pyramide des âges. L'âge moyen des permanents chercheurs, enseignants-chercheurs et ingénieurs de recherche (hors émérites) est passé de 43,1 ans au 1° janvier 2013 à 46,6 ans au 1° janvier 2018. Des recrutements d'enseignants-chercheurs au nombre de cinq sont souhaitables au cours du prochain contrat alors qu'un seul départ en retraite est prévu.

Le LPL recrute en moyenne 5 à 6 doctorants par an ; ce chiffre est stable et correspond au nombre moyen de soutenances. Notons au passage que l'École Doctorale Galilée (ED146) accorde trois allocations par an au LPL et que les financements des autres doctorants sont assurés par d'autres sources (ANR, Labex, CNRS, CEFIPRA, cotutelle, ...). La moyenne des thèses financées sur contrat est de 42 mois.

Aux membres permanents et semi-permanents, doctorants, post-doctorants et contractuels, s'ajoutent les stagiaires et les visiteurs étrangers. Le LPL accueille plus de vingt stagiaires de niveau Licence et Master et plus de vingt visiteurs étrangers chaque année. Parmi ceux-ci, nous apprécions particulièrement les huit à dix mois de « Pr-MCF visiteurs » dont le LPL bénéficie de la part de l'UP13. Ces invitations permettent de maintenir et d'initier des collaborations fructueuses et aussi d'améliorer encore notre visibilité au niveau international.

**Moyens financiers**

Concernant les moyens financiers de l'unité, nous souhaitons faire remarquer les points suivants :

- a) le poids des financements spécifiques sur projet est très important et ne cesse d'augmenter en valeur absolue et en proportion ;
- b) le total des financements sur projets subit de fortes fluctuations d'une année sur l'autre.

Notre budget annuel moyenné sur les 5 exercices de 2012 à 2016 s'élève à 1,17 M€ mais il a varié entre 0,6 et 1,7 millions d'euros selon les exercices budgétaires. Dans ces budgets annuels, nous incluons les salaires de post-doctorants et le financement d'un demi contrat doctoral (celui d'A Bercy via le LABEX FIRST-TF) mais nous n'avons pas inclus le CDD de Samir Aiteur (ASI mécanicien financé par l'UP13), ni les sommes allouées au fonctionnement, à l'équipement et aux RH de la salle blanche, ni la bourse CIFRE, ni les moyens liés au contrat OSEO, ni les moyens liés à l'Equipex Refimeve+. Les fortes disparités d'une année sur l'autre proviennent des aléas, succès ou échecs des projets déposés, des reports, des dates de notification et d'exécution des contrats. On notera qu'en moyenne les 3/4 de nos moyens pour la recherche (hors salaires des permanents et infrastructure) proviennent de succès à des appels d'offre variés (ANR, INCA, LABEX FIRST-TF, DIM C'Nano/Nano-K/IFRAF, USPC, Institut Interdisciplinaire en Sciences Expérimentales, BQR UP13, contrats européens EMPIR, GRAM, PEPS, ...). Toujours en moyenne, la dotation de base vaut 287 k€ (107 du CNRS et 180 de l'UP13) alors que les contrats et autres crédits exceptionnels apportent 916 k€.

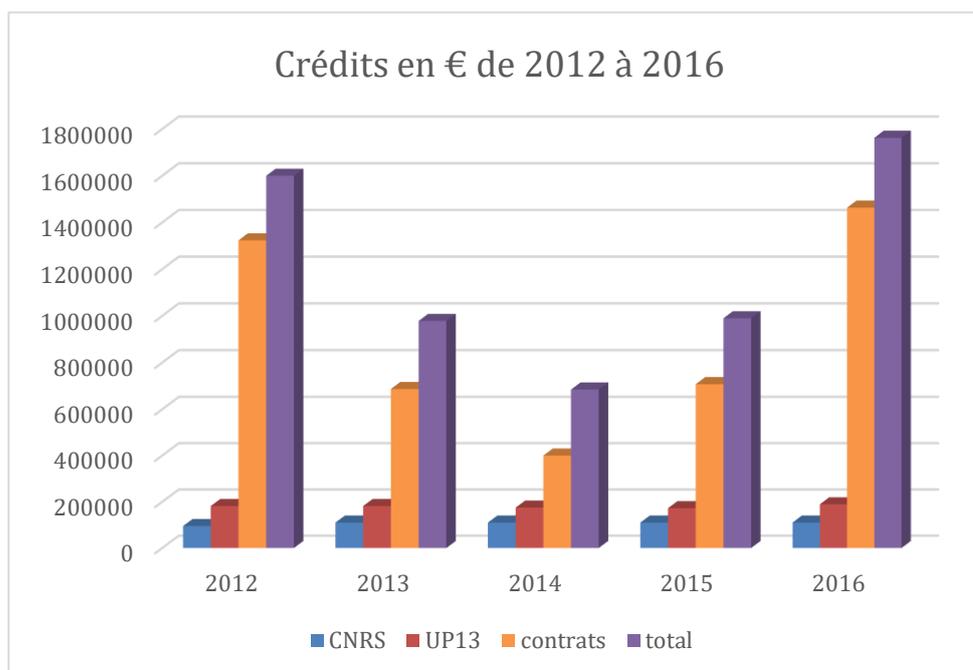


Figure 2. Crédits annuels de l'unité : dotation de base CNRS (bleu), récurrent UP13 (rouge), financements sur contrats (orange) et total (violet).

Si l'on étudie les ressources financières du LPL sur plusieurs contrats quadriennaux et quinquennaux, on obtient le tableau et l'histogramme suivants :

Sommes en k€	2004-2007	2008-2011	2012-2016
dotation de base CNRS	122	109	107
dotation de base UP13	158	167	180
crédits spécifiques	469	697	916
Total	749	973	1203

Tableau 1. Crédits totaux sur les trois derniers contrats.

L'augmentation des moyens que l'on constate d'un contrat au suivant (+30% et +24%) est satisfaisante en particulier pour les équipes qui en bénéficient le plus. Cependant, notons que la répartition entre équipes est très inégale et que l'augmentation de la part des crédits spécifiques de 63% à 72% puis à 75,5% dans le total pose un problème de marge de manœuvre réelle quant au pilotage scientifique par la direction et par les instances internes (Conseil de Laboratoire CL et Conseil de Direction CD).

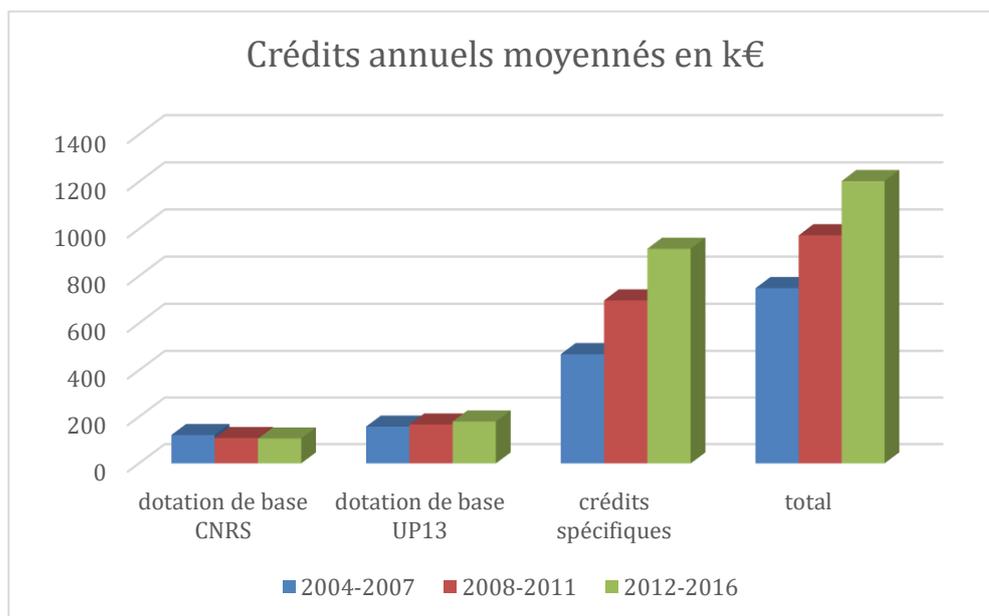


Figure 3. Evolution des moyens financiers cumulés de l'unité sur les trois derniers contrats.

Il y a une quinzaine d'années la dotation de base du laboratoire par le CNRS était proche de 125 k€ HT. Elle a ensuite baissé aux environs de 115 k€ pour chuter à 95 k€ en 2012. Soit une baisse de 25% entre 2007 et 2012. La légère remontée à 110 k€ de 2013 à 2017, n'a pas ramené la dotation de base au niveau de la période 2004-2007 surtout compte tenu de l'inflation. Plusieurs augmentations de la dotation de l'Université Paris 13 entre 2009 et 2016 portant la dotation de moins de 150 k€ à 180 k€ HT, ont pu compenser la baisse des dotations du CNRS et maintenir le niveau total des financements récurrents de l'unité. Ainsi, depuis plusieurs années, la part de l'Université Paris 13 dans notre dotation de base est nettement supérieure à celle du CNRS (d'environ 60 à 80 k€ HT). Depuis 2004, les effectifs du laboratoire ont progressé de plus de 15 % et le coût de la vie a également subi une hausse substantielle. Le montant des crédits récurrents du CNRS est donc en euros et en périmètre RH constants très inférieur à ce qu'il était il y a douze ou treize ans. De plus, en 2017, la dotation de l'UP13 a été revue à la baisse de 10% passant de 180 k€ en 2016 à 162k€ sans que nous ayons de visibilité sur les années à venir. Comme dans la plupart des unités, cela fait craindre qu'à force de voir les crédits récurrents à un niveau aussi limité, le LPL ne devienne qu'un hôtel à projets. Pour certaines équipes, les ressources viennent très majoritairement de contrats ou de participations à des LABEX. Le rôle de la direction et du

conseil de l'unité en matière de pilotage de la recherche s'en trouve fortement réduit. Les crédits récurrents ne représentent plus qu'un peu moins du quart du budget du LPL. Sur cette enveloppe, la direction réserve 50 k€ pour un appel d'offre interne et 30% pour le fonctionnement du laboratoire. Le reste est réparti entre les équipes au prorata des effectifs selon une règle établie depuis plus de dix ans et qui n'est pas remise en cause (voir page 20 pour le détail de cette règle). Dans le cadre de l'appel d'offre interne que nous lançons chaque année en février-mars, il a été par exemple possible au cours de ce contrat de soutenir une nouvelle opération de recherche portant sur la spectroscopie par réflexion sélective de molécules. Ce projet fédère des compétences des « Interfaces » et « Métrologie ». Il a également été possible de financer la mise aux normes de la salle de chimie du LPL.

Compte tenu du volume limité des crédits récurrents et de la baisse intervenue en 2017 de la dotation UP13, il est de plus en plus difficile de maintenir la réserve de 50 k€ pour l'appel d'offre interne au LPL dédié à des équipements mutualisés ou à l'émergence de projets en lien avec nos objectifs stratégiques, dans la mesure où il faut provisionner également les charges communes du laboratoire (services communs, travaux de maintenance et de mises aux normes, abonnements, ...).

### Services communs

La présence de services qui fonctionnent bien en support à l'activité de recherche est d'une des forces principales du LPL et constitue un vecteur de cohésion. Ainsi, le service de gestion prend en charge de toutes les questions financières, de gestion des ressources humaines, de logistique et de communication tant interne qu'externe. Il est constitué de trois personnes : Solen Guezennec, administratrice de l'unité, Assistante Ingénieure CNRS, Carole Grangier, Technicienne CNRS et Maryse Medina, technicienne UP13. Nous sommes satisfaits d'avoir pu parvenir au cours du contrat qui se termine à stabiliser de façon pérenne le service de gestion avec les arrivées de Carole Grangier en qualité de gestionnaire financière (2014) et de Maryse Medina en qualité de secrétaire gestionnaire (2013). Pour donner une idée des volumes, le service a traité en 2016 plus de 1800 commandes, environ 200 missions et a géré les dossiers d'accueil de plus de vingt visiteurs étrangers. Ces volumes augmentent régulièrement d'une année à la suivante et le travail du service augmente en conséquence. De plus, la diversité des sources de financement entraîne une diversité des procédures, outils logiciels et réglementations et de là un alourdissement des tâches du service. La stabilisation de ce service par rapport à la situation connue avant 2012 est un fait marquant du dernier contrat. Au poste clef d'administratrice, Solen Guezennec est un atout majeur pour le bon fonctionnement du laboratoire dans un contexte d'alourdissement des tâches administratives, de mouvements de personnels ITA/BIATSS, d'évolution des systèmes d'information et de gestion (comme le passage à la GBPC), et de modification des procédures administratives.

L'atelier d'électronique a pour mission d'apporter des solutions aux équipes dans un domaine crucial pour l'avancement des projets de recherche de l'unité. Il est constitué de quatre membres permanents : Fabrice Wiotte, Ingénieur d'études CNRS, Haniffa Mouhamad, Assistant Ingénieur CNRS, Loïc Malinge, Technicien CNRS, et Germaine Simon, Technicienne UP13 (présente au LPL à 40% de son temps). Le service d'électronique analyse, étudie et réalise des dispositifs associés aux instruments laser, à la commande des expériences et à l'acquisition des résultats de mesure. Il assure également les tâches de maintenance des dispositifs expérimentaux relevant de son champ de compétence. Les demandes des équipes sont en constante augmentation depuis dix ans et nous nous félicitons pour répondre à ces demandes d'avoir pu recruter un technicien CNRS via un concours externe en 2016. Le service a développé des compétences pointues en matière de génération de signal et noué des collaborations nationales dans le cadre du LABEX FIRST-TF, de l'EQUIPEX REFIMEVE+ et du réseau national des électroniciens. F Wiotte est co-signataire de plusieurs articles de l'axe métrologie ; il participe activement au réseau national des électroniciens du CNRS et il a monté avec des collègues du Syrte (Paris) et de Besançon un réseau de compétences baptisé CAN (Communauté Autour du Numérique) dans le cadre du LABEX FIRST-TF et mis en place un wiki. Plusieurs réussites du laboratoire ont réellement été rendues possibles par le support très efficace du service électronique en particulier en lien avec l'évolution des besoins en électronique numérique.

L'atelier de mécanique dispose de huit machines-outils et d'une machine à commande numérique 4 axes pour réaliser des travaux de haute précision répondant aux demandes des équipes et faisant suite aux études de faisabilité et de conception. L'atelier assure le suivi et la mise en place des pièces fabriquées. L'atelier délivre également des pièces à des équipes hors LPL comme par exemple au LSPM pour un travail ayant donné lieu en 2017 à une publication co-signée par notre responsable d'atelier Albert Kaladjian, Assistant Ingénieur CNRS. Le service de mécanique est composé de l'AI responsable et d'un Assistant Ingénieur UP13 en CDD, Samir Aiteur, présent depuis quatre ans au LPL - deux ans comme apprenti en BTS et deux ans en CDD. La composition du service de mécanique est un sujet de préoccupation compte tenu de l'importance de ce service pour les expériences menées au laboratoire. Nous demandons pour 2018 l'ouverture d'un concours externe afin de pérenniser un agent au niveau AI et remédier à cette instabilité au

niveau RH qui est d'autant plus préoccupante que les demandes des équipes sont importantes. Dans cette perspective, nous prévoyons de recruter un apprenti en licence professionnelle pour l'année 2017-2018.

L'atelier d'optique est une spécificité importante de notre unité. Notre ingénieur d'études opticien, Thierry Billeton, est le seul membre de cet atelier ; il réalise des surfaces polies avec une précision de planéité de  $\lambda/20$  pour des lames, des lentilles, des prismes, ... afin de répondre aux besoins des équipes. Il dispense également ses compétences en matière de polissage de matériaux « exotiques » à l'échelle nationale du réseau des opticiens et dans le cadre d'une collaboration ayant donné lieu à une publication co-signée par T Billeton en 2015 dans une RICL.

Le service informatique assure des tâches importantes pour le bon fonctionnement de l'unité dont la maintenance du parc informatique de l'unité tant sur le plan matériel que logiciel. Il apporte également son conseil et son aide quant à la gestion, la programmation et/ou le pilotage d'expériences ainsi que la maintenance du site web du LPL et des réseaux. Ce service est constitué de son responsable Marc Barbier, Ingénieur d'Etudes UP13, assisté de Stéphane Simonazzi, adjoint UP13 à temps partiel 40%. Ce dernier a rejoint le LPL au cours du contrat en cours en remplacement partiel de Dejan Kocic, Assistant Ingénieur CNRS, dont les missions ont été redéployées pour assurer le soutien des activités de recherche du LPL à la salle blanche du campus. Le prochain départ en retraite (2018) du responsable de ce service, Marc Barbier, est un sujet de préoccupation majeur et nous demanderons le recrutement d'un agent UP13 pour son remplacement pendant le prochain contrat.

Les entretiens annuels des agents ITA et BIATSS permettent l'élaboration du plan de formation de l'unité (PFU) qui est mis en place par Etienne Maréchal, responsable des services communs, et ce PFU est validé en Conseil de Laboratoire.

## 2. Politique scientifique

Depuis sa création, l'ambition principale du LPL est la création de nouvelles connaissances dans le domaine de la recherche académique en physique et en sciences pour l'ingénieur. L'activité de recherche du LPL est principalement expérimentale même si la modélisation et la simulation numérique sont en soutien de la plupart de nos projets. Notre recherche se développe autour du thème fédérateur de la physique des interactions entre la lumière et la matière selon les cinq axes déjà mentionnés en introduction:

- la physique des gaz quantiques formés d'atomes ultra-froids,
- la spectroscopie à ultra-haute résolution débouchant sur la métrologie temps-fréquence avec ses applications aux tests fondamentaux des lois de la physique mais également à des applications pratiques,
- l'étude des interactions atomes-surfaces via des techniques de spectroscopie laser ou d'interférométrie atomique,
- la photonique organique alliant des études de physico-chimie des matériaux et des méthodes issues des nanosciences,
- les applications de l'outil laser aux sciences du vivant avec des activités de spectroscopie de bio-molécules, de modélisation et d'innovation dans le domaine de l'imagerie médicale.

D'un point de vue fonctionnel, le laboratoire est organisé en huit équipes de recherche. Cette structuration est issue de l'histoire des équipes et un travail de réflexion autour de regroupements possibles a été initié dès 2012. Cette évolution vers des axes plus lisibles et plus cohérents en termes des thématiques scientifiques, ceux listés ci-dessus, a été réalisée au cours du contrat actuel. Nous donnons ici, sous forme de mots-clés, une rapide présentation des thématiques souvent voisines et complémentaires de ces équipes. Dans la partie B du rapport, les chapitres décrivant les axes donnent de plus amples informations sur leurs travaux et projets respectifs.

-Equipe Gaz quantiques magnétiques (GQM) - Axe « gaz quantiques »

Atomes ultra-froids de chrome. Atomes ultra-froids de strontium. Condensat de Bose-Einstein. Mer de Fermi. Interactions dipolaires. Magnétisme quantique. Etats quantiques fortement corrélés.

- Equipe Condensats de Bose-Einstein (BEC) - Axe « gaz quantiques »

Condensation de Bose-Einstein du rubidium. Etude des gaz quantiques en dimensions restreintes et/ou annulaires. Application à l'analyse de leurs propriétés de superfluidité. Pucés à atomes de sodium.

-Equipe et Axe Métrologie, Molécules et Tests Fondamentaux (MMTF) - souvent appelé plus loin axe « métrologie » dans un souci de concision

Spectroscopie moléculaire à ultra-haute résolution de l'infrarouge au visible. Non-conservation de la parité dans les molécules. Transfert d'une référence de fréquence par lien optique. Développements théoriques en interférométrie atomique et moléculaire. Détermination optique de la constante de Boltzmann. Lasers visibles et infra-rouges (IR) à faible bruit. Développement de peignes de fréquence compacts.

- Equipe Optique et Interférométrie Atomiques (OIA) - Axe « atomes aux interfaces »

Cohérences quantiques d'ondes de matière. Jets d'atomes métastables de gaz rares. Optique atomique à échelle nanométrique. Interactions de van der Waals élastique et inélastique avec des surfaces micro- et nano-structurées.

- Equipe Spectroscopie Atomique aux Interfaces (SAI) - Axe « atomes aux interfaces »

Spectroscopie atomique au voisinage d'une surface. Etude de l'interaction de van der Waals entre un atome et une surface. Effet d'un vide à température non nulle. Confinement sub-micrométrique dans des opales et dans des cellules de faible épaisseur. Nano-optique. Interaction entre un atome et un champ de Laguerre-Gauss. Transitions "quasi-interdites" et propriétés de chiralité.

- Equipe et Axe Photonique Organique et Nanostructures (PON) - souvent appelé plus loin axe « photonique » dans un souci de concision

Sources lumineuses organiques et hybrides. Lasers organiques et diodes électroluminescentes organiques (OLs et OLEDs). Optimisation de ces sources au moyen de microcavités et de cristaux photoniques. Matériaux hybrides photosensibles.

- Equipe Biomolécules et Spectroscopie (BMS) - Axe « lasers pour le vivant »

Complexes biomoléculaires. Spectroscopie infra-rouge. Source de biomolécules sous vide. Spectrométrie de masse. Désorption laser sur micro-gouttelettes. Modélisation biomoléculaire. Reconnaissance moléculaire spécifique. Calculs de chimie quantique et modèles de champs de forces.

- Optique des Milieux Aléatoires (OMA) - Axe « lasers pour le vivant »

Étude fondamentale de la propagation de la lumière dans des milieux diffusants complexes. Mise au point de méthodes de diagnostic médical. Imagerie médicale. Applications des méthodes de fluorescence dans le domaine bio-agricole et bio-alimentaire.

Au cours du contrat 2013-2017, plusieurs membres de l'unité ont changé d'équipe ou de service. Vincent Lorent, Pr, a effectué une reconversion thématique de la physique des gaz quantiques à la biochimie. Après un séjour d'un an au Kavli Institute de Delft (Pays-Bas), il est passé de l'équipe BEC à l'équipe BMS. Nathalie Fabre, MCF à l'IUT de Villeteuse, est passée de l'équipe PON-axe 2 à l'équipe OIA dans laquelle elle met en pratique ses compétences « salle blanche » dans le cadre des projets de diffraction d'atomes lents sur des nanostructures qui sont en cours de fabrication à la C(PN)2. Dejan Kocic, AI CNRS, a vu ses missions redéfinies du service d'informatique au soutien des activités du LPL en salle blanche. Dans la même période, plusieurs équipes ont changé de responsable : Bruno Laburthe, CR, a pris la responsabilité de l'équipe Gaz Quantiques Dipolaires (devenue Gaz Quantiques Magnétiques en 2016) suite à la prise de direction du LPL par Olivier Gorceix, Pr. Le départ de Gilles Grégoire, DR, pour l'ISMO (Orsay) a conduit à la prise de responsabilité de l'équipe BMS par Bruno Manil, Pr. Les évolutions de l'équipe OMA vers le traitement des images a conduit à la prise de responsabilité par Jean-Michel Tualle, CR.

### 3. Formation à et par la recherche

Les enseignants-chercheurs et les chercheurs du LPL ont une forte implication dans l'enseignement aux niveaux Licence, Master et Doctorat. Ainsi :

- Frédéric du Burck a été le responsable du master de physique de l'UP13 au cours du contrat qui se termine. Il a été assisté par Paolo Pedri qui a assuré la responsabilité des études du M1 et de la plateforme de e-learning (depuis 2014) et par Gabriel Dutier qui a été responsable de la spécialité Photonique et Nanotechnologies du M2.
- Vincent Lorent a été directeur de l'école doctorale Galilée (ED146) jusqu'en 2015 et il est depuis 2015 directeur adjoint de l'Institut Galilée en charge des masters.

Plusieurs membres du LPL participent aux enseignements de masters franciliens hors Villetaneuse, comme le master LUMI (Lumière, Matière, Interactions porté par l'UPMC, l'ESPCI et l'université Paris 13) et le master LOM Laser, Optique Matière de Paris Saclay. Hélène Perrin a été co-organisatrice de trois écoles internationales pré-doctorales aux Houches - écoles dans lesquelles elle et Bruno Laburthe ont dispensé des cours de niveau 1<sup>o</sup> année de doctorat.

Le laboratoire accueille chaque année plus de vingt stagiaires de licence, master et école d'ingénieurs et nous recrutons en moyenne cinq nouveaux doctorants. Les doctorants sont majoritairement financés par des contrats doctoraux de l'école doctorale Galilée (3 par an) ; un de nos doctorants est financé par l'école doctorale Médicament, Toxicologie, Chimie, Imageries (MTCI) ; les autres financements proviennent de LABEX, de cotutelles, de Campus France, de projets ANR ou encore pour un étudiant de la fondation CEFIPRA (collaboration franco-indienne) et pour une étudiante d'une bourse CIFRE. Derrière les financements hors ED se cachent des difficultés et tracasseries administratives non négligeables car les financements hors contrats doctoraux ED et hors Labex sont en général partiels (allant de 50% à 70% du montant standard fixé par les ED) et du fait que les bénéficiaires proviennent souvent de pays situés hors zone Schengen. Malgré cela, nous nous félicitons de pouvoir accueillir ces doctorants et participer ainsi au rayonnement de l'unité et de nos tutelles. Quel que soit le financement dont dispose le doctorant, son ED a mis en place pour la première fois en 2017 la procédure dite des comités de suivi ; ceux-ci se réuniront pour les doctorants inscrits en deuxième année entre juin et septembre. Même si cela retourne plutôt des chapitres « gouvernance », « animation » et « pilotage », mentionnons ici la mise en place partielle du « fléchage » des contrats doctoraux au sein du laboratoire et l'organisation annuelle d'une journée des doctorants de l'unité au cours de laquelle les étudiants en première et en seconde année, présentent leurs travaux aux membres de l'unité.

#### 4. Vulgarisation et valorisation

Le Laboratoire participe tout au long de l'année à de multiples événements de diffusion de la science auprès du grand public. Afin de structurer ces actions, des membres du LPL et en particulier Christophe Daussy, MCF, ont créé en 2014 l'association « Atouts Sciences » (affiliée à l'Institut Galilée/Université Paris 13). Les actions portées par cette association reposent sur des présentations d'expériences scientifiques, des conférences/débats, des interventions dans les médias (articles et émissions TV), l'animation de stands, ou encore des visites du Laboratoire de Physique des Lasers, à destination des élèves depuis la maternelle jusqu'aux classes préparatoires. Pour plus d'informations, on pourra consulter le site de l'association : [www.atouts-sciences.org](http://www.atouts-sciences.org)

En 2015, à l'occasion de l'année Internationale de la Lumière, un kit pédagogique, « La LightBox », a été conçu et distribué à 200 exemplaires à des enseignants du secondaire et à des structures associatives. Dans le cadre de cette année de la lumière, le LPL a été invité à présenter ses actions et ses expériences pédagogiques à la 4<sup>ème</sup> conférence internationale « Frontiers of Physics » et à la conférence annuelle Atomic, Molecular and Optical Physics à l'Université de Jazan et à l'Université de Al-Jouf (Arabie Saoudite). Un membre du LPL a participé au comité de pilotage international et a été chargé d'animer un groupe de travail international (Ibn al Haytham International Working Group) sous l'égide de l'UNESCO.

En 2016, nous avons été invités à animer un cycle de conférences/ateliers pédagogiques autour du kit « LightBox » à Université Alioune Diop de Bambey (Sénégal).

En 2017, cinq membres du laboratoire ont créé le premier MOOC de l'Université Paris 13. Destiné aux lycéens et au grand public, ce MOOC est intitulé « La Physique : Vivez l'expérience ! ».

Depuis 2016, l'ensemble de ces actions est soutenu par le Labex First-TF et le financement d'un contrat de moniteur sur une mission de la diffusion et de médiation scientifique. Nous entendons poursuivre, amplifier et diversifier ces actions (voir plus loin).

Afin de coordonner, nos activités en matière de valorisation et de partenariat avec l'industrie, nous avons recruté Oussama Mhibik en 2013 en qualité d'Ingénieur de Recherche UP13. Il partage son temps entre cette mission et des activités de recherche dans l'axe Photonique. Concernant les brevets, des membres de l'unité sont inventeurs de sept brevets « vivants » et deux nouveaux brevets sont en cours de dépôt.

Depuis 2012, cinq brevets ont été déposés. La répartition entre axes est la suivante : trois pour l'axe photonique, et un chacun pour les axes « lasers pour le vivant » et « métrologie ». L'axe photonique a breveté le concept de laser organique à capsules jetables, un dispositif laser utilisant des concentrateurs et un procédé de nano-structuration par photolithographie. L'axe « lasers pour le vivant » poursuit sa démarche de valorisation des méthodes d'imagerie biomédicale. Dans l'axe « métrologie », Frédéric Du Burck est co-inventeur avec deux collègues du SYRTE d'un brevet portant sur la génération de faisceaux optiques puissants et stables en fréquence.

L'axe « métrologie » est impliqué dans des accords de transfert de savoir-faire vers les sociétés Muquans et Syrlinks et ceci dans le cadre de l'Equipex Refimeve+ (Réseau Fibré Métrologique à Vocation Européenne) porté par le LPL et l'UP13 et il développe un partenariat avec le GIP RENATER. Par ailleurs, ses activités en vue de réaliser des peignes de fréquence compacts se développent en partenariat avec la société III V Lab.

L'axe photonique a bénéficié d'une bourse CIFRE avec la société 3S Photonics dans le cadre d'un programme OSEO vertical obtenu en 2013. L'axe « laser pour le vivant » développe des programmes de recherche avec des hôpitaux et des sociétés impliquées dans le contrôle de la qualité bioalimentaire (contrats ANR collaboratifs). Plusieurs équipes ont bénéficié de soutien via des appels d'offre Valorisation du Labex SEAM et de DIM Nano-K ou encore d'un financement PEPS du CNRS.

L'équipe OMA a obtenu deux contrats ANR sur des projets valorisables : un contrat de type PRCE dans le domaine du contrôle qualité dans le bioalimentaire et l'agronomie (projet Diagnosis avec le CEA et l'entreprise Force A) et le contrat LiOS dans le domaine des technologies pour la santé avec le CHU de Toulouse, le CEA LETI et l'entreprise Actia automotive.

## 5. Positionnement national et international - Visibilité de l'unité

La place du laboratoire dans le paysage de la physique quantique, atomique, moléculaire, de la métrologie et dans celui de la photonique et de ses applications aux sciences du vivant, ainsi que son rayonnement national et international se sont encore affermis. La production scientifique s'est améliorée tant en quantité qu'en qualité. Les chercheurs du LPL ont été invités dans des conférences prestigieuses et plusieurs articles constituent déjà des références dans leurs domaines. Plusieurs collègues siègent dans des comités scientifiques et d'organisation de colloques et conférences nationales et internationales. Ainsi, le laboratoire a pris en charge l'organisation à Villetaneuse du Congrès général de la Société Française d'Optique, le comité étant présidé par Azzedine Boudrioua. Hélène Perrin a été « co-chair » avec Michèle Leduc et Philippe Grangier de la prestigieuse International Conference on Atomic Physics qui a accueilli à Palaiseau en juillet 2012 un millier de participants. Martial Ducloy a été General Chair (avec Sergei Bagayev) de la conférence internationale en optique quantique et non-linéaire ICONO/LAT qui a réuni à Moscou en 2013 plus de mille participants. Azzedine Boudrioua a organisé une conférence internationale à Paris dans le cadre de l'année internationale de la lumière (2015), conférence à l'UNESCO intitulée « the islamic golden age of science for today's knowledge-based society ». Martial Ducloy et Azzedine Boudrioua ont été membres du comité de pilotage de l'Année Internationale de la Lumière IYL sous l'égide de l'UNESCO. Jean-Michel Tualle a été co-organisateur avec un collègue de l'ESPCI des colloques OptDiag 2012, 2014 et 2016 qui se sont tenus à Paris. Charles Desfrançois et Gilles Grégoire ont été respectivement membres du comité scientifique et d'organisation du colloque international IBBI (isolated biomolecules and biomolecular interactions) organisé à Porquerolles en 2014.

Pendant la période de référence, le LPL a bénéficié (comme porteur ou comme partenaire) de 15 financements ANR dont 6 en cours, de 2 contrats INSERM/INCA et de nombreux projets financés par des LABEX et DIM, ce qui contribue compte tenu du caractère le plus souvent collaboratif de ces projets à la visibilité nationale de nos équipes.

Plusieurs membres du laboratoire ont occupé et occupent encore des fonctions importantes dans la communauté scientifique et universitaire. Voici une courte sélection de ces responsabilités :

- Charles Desfrançois a été vice-président recherche (vpcs) de l'UP13 de 2011 à 2014 (pour rappel, il a dirigé le LPL jusqu'à fin 2012). Il a ensuite été Directeur Scientifique d'USPC (Sorbonne Paris Cité) de 2015 à 2016.
- Charles Desfrançois est depuis 2016 membre élu et membre du bureau de la section 4 du comité national (CoNRS).
- Christian Chardonnet est chef du département des Grandes Infrastructures de Recherche à la Direction Générale pour la Recherche et l'Innovation du MENESR.
- Christian Chardonnet est également le responsable de l'Equipex REFIMEVE+ porté par l'UP13.
- Vincent Lorent a été directeur de l'Ecole Doctorale Galilée jusqu'en 2015.
- Gilles Grégoire a été responsable du GDR 3533 « Edifices moléculaires ».
- Hélène Perrin a été membre du comité national du CNRS en section 4 ; elle est membre du conseil scientifique de l'INP et du scientific council on quantum technology au MENESR.

Le LPL est associé au LABEX SEAM (Science and Engineering for Advanced Materials) porté par le laboratoire LSPM de l'UP13 dans le cadre d'USPC. Alexis Fischer et Olivier Gorceix sont membres du comité de pilotage de ce labex.

Le LPL est un des cinq laboratoires du premier cercle du LABEX FIRST-TF (Facilities for Innovation, Research, Services, Training in Time and Frequency) porté par le CNRS et dirigé par Noël Dimarq du LNE-SYRTE. Anne Amy, Pr, et Frédéric Du Burck, PR, sont membres du bureau de ce LABEX.

Le LPL porte pour l'UP13 l'Equipex REFIMEVE+ dirigé par Christian Chardonnet.

Alexis Fischer est responsable de la salle blanche du campus de Villeteuse.

L'axe « métrologie » participe à la visibilité excellente de l'unité en matière de métrologie par l'obtention de plusieurs contrats européens EMPIR/EURAMET et nationaux via le programme GRAM (Gravitation, Références, Astronomie, Métrologie).

Parmi les activités en lien avec les sociétés savantes, on notera que Martial Ducloy, DR Emérite, a été président de la Société Française de Physique jusqu'en 2012, vice-président jusqu'en 2013 et qu'il a été chair du forum « Physics and Society » de la société européenne de physique EOS jusqu'en 2013. On notera également parmi d'autres responsabilités qu'Azzedine Boudrioua a été trésorier de la Société Française d'Optique (SFO) jusqu'en 2012 et qu'il y co-préside le club Fibres Optiques. Il préside le club Photonique Organique de la SFO. Il est également vice-président de la Société Algérienne d'Optique et Photonique. Sébastien Chenais est membre du conseil d'administration de la SFO.

Toujours dans le cadre des activités au service du pilotage académique, Bruno Manil, Pr, est directeur de l'Institut Interdisciplinaire en Sciences Expérimentales (IISE), structure fédérative de l'Université Paris 13. Anne Amy est présidente du département de physique de l'Institut Galilée (IG) après avoir été responsable de la formation des ingénieurs en télécommunication de l'IG, responsabilité assurée depuis par Luc Museur. Sébastien Forget est membre élu suppléant au CNU en section 30. Azzedine Boudrioua est membre élu de la commission recherche du CAC de l'UP13 et il préside la commission disciplinaire de l'établissement.

Afin d'améliorer encore notre visibilité en ciblant plus particulièrement les étudiants de master et les doctorants en France et à l'étranger, nous (le DU, les chargés de communication du LPL et les services en charge de la communication de l'Institut Galilée-IG) avons rénové les plaquettes du laboratoire et supervisé la réalisation d'une séquence vidéo de présentation qui est désormais en ligne sur le site de l'UP13.

Le LPL compte en ses rangs un membre l'Académie des Sciences, Christian Bordé, DR émérite et deux membres de l'Académie des technologies, Sigrid Avrillier, Pr honoraire, et Christian Bordé. Martial Ducloy, DR émérite, est membre de l'Académie des Sciences de Russie. Mentionnons également la promotion au rang d'Officier de l'ordre du mérite de S Avrillier en 2015.

Le prix de thèse 2014 du DIM Nano-K a été décerné à Karina Merloti pour ses travaux portant sur la superfluidité dans un condensat de rubidium. Anthony Bercy a reçu deux fois (en 2013 et 2014) le prix de la Student Competition du congrès European Frequency and Time Forum.

L'article Oussama Mhibik et al., publié dans Applied Physics Letters, a fait partie des « 2016's most read articles » présentés par l'American Institute of Physics ; il est le plus cité de la section photonique de la revue APL.

De nombreux collègues sont sollicités pour expertiser des articles soumis aux revues les plus prestigieuses de notre domaine (Science, Nature, Phys. Rev. Lett., ...) et pour rédiger des rapports sur des réponses aux appels d'offre internationaux, nationaux, régionaux, etc... et pour être membres de comité d'évaluation AERES, de comités d'experts ou encore de comités éditoriaux de revues scientifiques. Ainsi, Martial Ducloy a présidé en 2014 le comité d'évaluation HCERES de l'Institut d'Optique Graduate School (trois sites de formation et deux laboratoires LCFIO et LP2N).

Les chapitres rendant compte des activités par axe fourniront une liste plus détaillée de toutes ces activités.

### Collaborations nationales et internationales

Ici encore, il ne sera fourni qu'une sélection arbitraire et non exhaustive centrée sur les collaborations les plus fécondes en termes de résultats scientifiques marquants sur la période de référence.

Le LPL a reçu une reconnaissance académique certaine vu les réussites aux appels à projets du PIA (programme d'investissement d'avenir). En particulier, les axes « photonique » et « atomes aux interfaces » sont associés au LABEX SEAM porté par l'UP13. Deux projets PIA ont suscité et alimenté des collaborations nationales et internationales : le LABEX FIRST-TF et l'EQUIPEX REFIMEVE+. Dans les deux cas, c'est l'axe « métrologie » qui est le plus concerné puisque ces deux projets ont pour cœur la métrologie temps-fréquence et ses applications interdisciplinaires.

Le portage de l'EQUIPEX REFIMEVE+ et l'appartenance au premier cercle du LABEX FIRST-TF génèrent de très nombreuses collaborations pour l'axe métrologie. Bien entendu, les collaborations avec des collègues du LNE-SYRTE sont les plus nombreuses et les plus fécondes. La collaboration avec l'équipe de Ed Hinds et Michael Tarbutt à l'Imperial College (London) mérite une mention spéciale compte tenu de la portée des résultats obtenus et le caractère institutionnel donné par le soutien de la Royal Society. De même, les travaux menés avec le PTB (Braunschweig-Allemagne) et le NPL (Grande-Bretagne), respectivement bureaux nationaux de métrologie allemand et anglais, méritent d'être cités ici et ils le seront encore au paragraphe relatif aux faits marquants.

L'axe « gaz quantiques » a su prolonger des collaborations internationales fécondes et en initier de nouvelles. L'équipe BEC a ainsi poursuivi ses travaux théoriques avec le groupe de Maxim Olshani de l'Université du Massachusetts et avec Barry Garraway de l'Université de Brighton. L'équipe GQM a quant à elle poursuivi ses travaux avec Johnny Huckans de l'Université de Pennsylvanie à Bloomsburg (USA) et elle a initié une collaboration avec des théoriciens polonais, Mariusz Gajda (Varsovie) et Mirosław Brewczyk (Białystok). Deux collaborations avec des équipes indiennes ont obtenu un soutien du CEFRIpra (Centre Franco-Indien pour la Promotion de la Recherche Avancée) et des séjours croisés sont désormais réguliers dans ce cadre.

Les équipes de l'axe « atomes aux interfaces » entretiennent des collaborations internationales efficaces caractérisées par des séjours entrants et sortants et de nombreuses publications conjointes. Ainsi, des contrats bilatéraux d'échanges existent entre l'équipe SAI et des collègues brésiliens (COFECUB), uruguayens (ECOS-Sud) et japonais (PHC Sakura). Martial Ducloy est régulièrement invité pour des séjours de plusieurs semaines à la Nanyang Technological University NTU de Singapour ; des publications de grande qualité sont le fruit de cette collaboration avec le groupe de David Wilkowski. Un contrat CAPES/COFECUB (porté au LPL) s'est terminé en 2015 avec des collègues de Recife (et du LKB côté français). L'organisme brésilien CAPES finance pour quatre années le travail doctoral de Joao Carlo Aquino Carvalho dans le cadre du programme Ciencias sem Fronteiras. L'équipe OIA a une collaboration active avec Mohamed Boustimi de l'Université de La Mecque.

Concernant l'axe « Photonique », les collaborations sont particulièrement nombreuses et fécondes ; il est impossible ici d'en donner une liste complète et on se limitera à quelques collaborations internationales. Notons également les collaborations « de site » issues des partenariats avec les laboratoires MPQ, ITODYS et MSC de l'Université Paris Diderot, partenariats dans le cadre du LABEX SEAM porté par l'UP13/USPC et bien entendu celles « locales » avec le LSPM et le CSPBAT. A l'international, l'équipe d'A Boudrioua a une collaboration très forte avec l'Ecole Polytechnique d'Alger et cette collaboration donne lieu à de nombreux articles, à des séjours croisés et à des échanges d'étudiants. La collaboration de Sébastien Chenais avec l'University of Central Florida (CREOL, Orlando, USA) a donné lieu à des résultats spectaculaires dans le domaine du laser organique. Luc Mureau a poursuivi ses travaux de nano-structuration de matériaux inorganiques dans le cadre de collaborations avec le laboratoire FORTH à Heraklion (collaborations soutenues par trois contrats européens LaserLab). Une collaboration de Min Lee et Azzedine Boudrioua avec Taïwan fait l'objet d'un PICS (2016-2020) avec la National University of Technology.

Dans l'axe « lasers pour le vivant », l'équipe BMS a une collaboration particulièrement féconde en termes de travaux communs et de résultats avec l'ISMO (Orsay) mais elle développe aussi des collaborations avec l'Institut Kavli (Delft) et l'Université de Pérouse dans le cadre de la reconversion de Vincent Lorent vers la biochimie (1 ACL). Faisant suite à une collaboration avec l'IEF (Orsay), l'équipe OMA a renforcé sa collaboration avec l'équipe de François Ramaz à l'Institut Langevin (Paris) pour ses projets d'imagerie médicale acousto-optique. Une originalité du projet est le développement d'un circuit intégré dédié à l'analyse de la modulation des figures de tavelures. Cette collaboration et le projet associé ont permis la publication de 2 ACL, l'obtention de trois contrats (CNRS défi Imag'in, ANR et Plan Cancer) et le dépôt en cours d'un brevet.

Le Laboratoire bénéficie chaque année d'environ huit mois de « Professeur et Maître de Conférences visiteurs » par l'UP13 et de plusieurs mois de chercheur invité via le CNRS. Ces supports sont très précieux pour maintenir des collaborations existantes et en initier de nouvelles ; nous faisons du reste remonter nos demandes classées en conseil de laboratoire avec la volonté de « mixer » les deux types de collaborations : nouvelles ou déjà établies.

## 6. Produits de la recherche et activités de recherche

### Données chiffrées

Les membres du laboratoire participent activement à la production de connaissance et sont auteurs d'un nombre important de publications, communications et rapports. Pour donner des nombres, nous avons consulté la base de données Reuters Web of Science (WoS) complétée en considérant les produits des membres arrivés en cours de contrat (ST, MRSV, OM) à partir de la date de leur installation en qualité de membre permanent.

D'après les extractions du 24 août 2017 sur la période 2012-2017, web of Science donne pour le LPL :

229 publications; h-index 20.

Le laboratoire est globalement sur ses performances « habituelles » de l'ordre de 30 articles dans des revues internationales à comité de lecture RICL et une douzaine de proceedings par an. On peut noter une progression de 8% dans le nombre de publications (articles et proceedings) comptabilisées par web of science si l'on compare les quinquennats 2012-2016 et 2007-2011, respectivement 213 et 197. Ces performances bibliométriques ne sont peut-être pas dans la fourchette haute de notre discipline mais notre unité compte peu de théoriciens et développe peu d'activités de caractérisation, deux domaines pourvoyeurs de publications et communications. De plus, nous constatons que le nombre d'articles publiés dans des revues à fort impact est satisfaisant et en progression par rapport aux contrats précédents. Ainsi, sur la période de référence, nous comptons : 10 articles dans des revues du groupe Nature dont 1 Nature Photonics (2-year impact factor IF= 31.2), 1 Nature Physics (IF 18.8), 2 Nature Communications (IF 11.3), 1 Nature (IF 38.1, il s'agit d'un « editorial material » de la rubrique News and Views). Nos équipes ont produit 7 articles à Physical Review Letters (IF 7.6).

Le tableau ci-dessous rempli à partir des données fournies par les équipes donne une idée de la répartition entre axes des produits de notre activité. Si la comparaison aux données extraites de WoS n'est pas rigoureusement exacte, cela tient essentiellement à la prise en compte des proceedings dans telle ou telle catégorie. Par ailleurs, la comptabilité des conférences invitées et des communications orales devient impossible à faire de façon rigoureuse compte tenu de la multiplication des colloques et conférences et de leur diversité (conférence internationale « prestigieuse » et réunion de travail d'un réseau national). Nous avons choisi comme plusieurs équipes de sommer les deux rubriques dans ce tableau.

<b>PRODUITS LPL</b>							<b>total LPL</b>
<b>Jan 2012- Juin 2017</b>							
	<i>Axe 1</i>	<i>Axe 2</i>	<i>Axe 3</i>	<i>Axe 4</i>	<i>Axe 5</i>	<i>Hors axe</i>	
<i>Articles RICL</i>	26	43	26	72	14	3	184
<i>Articles de revues</i>	5	4		1	1		11
<i>Articles dans des revues techniques</i>	1			8	5		14
<i>Proceedings</i>	4	27	2	8			41
<i>Ouvrages</i>	1			2			3
<i>Chapitres d'ouvrage</i>	1		1	2			4
							<i>Total 257 soit ~45/an</i>
<i>Conférences invitées et communications et orales</i>	43	72	40	46	17		<i>Total 218 soit ~40/an</i>
<i>Produits grand public</i>	5	15	2				26
<i>Brevets</i>		1		3	1		5
<i>MOOC</i>						1	1
<i>Nombre d'années post-doc, ATER et CDD</i>	7	14	1,25	4	3		29,25
<i>HDR</i>	1		1	2			4
<i>Thèses</i>	6	4	3	8	4		25 soit ~5/an

Tableau 2. Produits de l'activité de recherche sur la période de référence [2012-Juin 2017] ventilés par axe.

## Sélection des produits et des activités de recherche

En annexe de ce dossier d'autoévaluation, nous joignons une « Sélection des produits et des activités » (annexes 4.n). Les axes ont dressé la liste d'un nombre limité des produits et des activités qu'ils ont jugés les plus significatifs.

La base de données WoS permet de faire ressortir quelques articles « prestigieux » sur la période de référence. Ainsi, en se limitant aux articles cités plus de 50 fois, on notera dans l'extraction du 24 août 2017 :

-pour l'axe Photonique, l'article de revue sur les lasers organiques S. Chenais et S. Forget, Polymer International, vol 61, 390 (2012), article est déjà cité plus de 130 fois ;

-pour l'axe Métrologie, les articles relatifs au lien fibré : O Lopez et al. Optics Express Vol 20, 23518 (2012) cité 74 fois et l'article O. Lopez et al, Applied Physics B vol 110, 3 (2013) cité 57 fois ;

-pour l'axe Gaz Quantiques, l'article A. de Paz et al, Physical Review Letters Vol 111,185305 (2013) cité 67 fois.

## 7. Faits marquants

### Faits marquants relatifs à des transversalités ou à l'unité dans son ensemble

Le laboratoire a bénéficié d'une bonne réussite dans ses réponses aux appels à projets en particulier auprès de l'ANR avec quinze projets financés sur la période de référence. Parmi ces quinze projets, neuf ont été obtenus depuis 2012 et, toujours parmi les quinze, dix sont portés par le LPL.

L'organisation du Congrès général de la Société Française d'Optique (plus de 400 participants) à Villetaneuse sous la direction d'Azzedine Boudrioua en 2013 a permis d'augmenter la visibilité du LPL et de l'UP13 dans le paysage de la recherche française en optique. En termes de visibilité nationale et internationale, la présence d'Hélène Perrin parmi les trois co-organisateurs de la conférence ICAP à Palaiseau mérite également une mention particulière.

Trois enseignants-chercheurs du LPL, Ch Daussy, S Forget et S Chenais, aidés de plusieurs autres collègues, mènent à bien la réalisation d'un MOOC, financé après succès d'une réponse à un appel d'offre de la COMUE-USPC ; l'ouverture de ce MOOC est prévue pour l'automne 2017.

### Faits marquants par axes

Dans cette présentation générale, il n'est pas possible de rendre justice à tous les travaux menés ni de mentionner les très nombreux résultats de haute qualité obtenus par les équipes du LPL. Le lecteur trouvera dans les pages des axes des informations plus détaillées et cette partie présente une brève sélection.

### Axe Gaz Quantiques

L'activité scientifique des équipes de l'axe Gaz Quantiques s'est maintenue au meilleur niveau international comme en atteste leurs bibliométries avec des publications dans les meilleures revues de la thématique (Nature Physics, Physical Review Letters, ...), des collaborations internationales de haut niveau et la présence de membres de l'axe dans des comités d'organisation de congrès prestigieux et de conseils scientifiques de diverses instances. Ainsi, Hélène Perrin a été co-organisatrice de la Conférence Internationale de Physique Atomique ICAP 2012 qui a réuni plus de 1000 participants à Palaiseau et elle est membre du conseil scientifique de l'Institut National de Physique du CNRS.

Les projets de cet axe ont la particularité de se développer sur des échelles de temps longues et d'exiger des moyens financiers et humains élevés. Ainsi le projet « Chrome » lancé en 2003 a atteint sa maturité à partir de 2007 et ce projet est resté lors du dernier contrat particulièrement dynamique (cinq articles à Physical Review Letters - PRL). Citons deux résultats au meilleur niveau de la recherche en physique quantique : - dans le domaine de la simulation du magnétisme, la première mise en évidence d'interactions dipolaires magnétiques entre atomes situés sur des sites distincts d'un réseau (article à PRL en 2013 déjà cité plus de 60 fois) ; - la première réalisation mondiale d'un gaz dégénéré formé d'atomes fermioniques dipolaires de chrome 53. Le projet Rubidium a démontré l'intérêt de sa spécialité, l'utilisation de potentiels de piégeage adiabatique à base d'habillage radiofréquence pour l'analyse de la

superfluidité en dimension réduite. L'équipe BEC a également démontré la puissance de l'analyse des images de gaz atomiques piégés par modes principaux pour l'étude des propriétés de ces gaz (cf la publication à NJP). L'obtention d'un nuage d'atomes froids de sodium dans un piège magnéto-optique constitue une première étape prometteuse du projet porté par Aurélien Perrin.

### Axe Métrologie, Molécules et Tests Fondamentaux

Ce thème est caractérisé par une production scientifique au plus haut niveau. Des avancées exceptionnelles ont été menées à bien sur plusieurs projets. En particulier, dans la continuité d'expériences menées depuis une dizaine d'années en collaboration avec le laboratoire LNE-SYRTE de l'Observatoire de Paris, une première mondiale a été réalisée avec la première comparaison via un lien par fibre optique de 1400 km de deux horloges optiques situées respectivement au PTB (laboratoire national de métrologie) à Braunschweig en Allemagne, et à Paris. Cette expérience a été rendue possible grâce aux techniques développées par l'équipe du LPL et elle a conduit à plusieurs publications dont une à Nature Communications. L'équipe est fortement impliquée dans le programme Equipex Refimeve dont elle assure le bon développement et le portage. L'équipe a obtenu également un résultat retentissant publié à Nature Photonics en transférant les qualités métrologiques d'un laser CO<sub>2</sub> peu accordables à un laser plus versatile le laser à cascade quantique ; ce résultat ouvre de grandes perspectives dans le domaine des applications de la spectroscopie moléculaire dans l'infra-rouge moyen (contrôle industriel, analyse de la pollution, ...). Le projet de mise en évidence d'un effet de non-conservation de la parité dans des molécules chirales a connu des avancées significatives et il a acté des collaborations nouvelles. En lien avec la redéfinition des unités de mesure du Système International par le comité international des poids et mesures, l'équipe a réalisé des progrès marquants en vue de la détermination optique de la constante de Boltzmann en mesurant avec une précision relative meilleure que quelques ppm la largeur Doppler de l'absorption linéaire d'un échantillon d'ammoniac à 0 °C. Concernant le projet porté par Frédéric du Burck et Vincent Roncin initié en cours de contrat, l'étude du potentiel des lasers auto-impulsionnels pour la réalisation de peignes de fréquence compacts métrologiques constitue une nouvelle opportunité de recherche à des visées applicatives et a déjà conduit à la publication de deux articles.

### Axe Atomes aux Interfaces

L'équipe Spectroscopie Aux Interfaces (SAI) a mené à bien des études de nano-thermie ; elle a mis en évidence et étudié la dépendance en température de l'interaction dite de Casimir-Polder entre un atome et une surface (article publié à Nature Communications en 2014). Elle a également réalisé des expériences de spectroscopie mettant en jeu des atomes proches d'une structure d'opale. Ces expériences ont démontré l'apparition d'une signature sub-Doppler originale dont l'interprétation complète nécessitera des développements théoriques et expérimentaux. La collaboration initiée récemment avec l'Université de Tokyo et l'Institut des Matériaux de Mulhouse IS2M a déjà produit des résultats dans le domaine de la nano-gravure photo-induite et a donné lieu à une publication dans la revue Light en 2016 (IF 14.1). Enfin, la première obtention de signaux de réflexion sélective moléculaire dans le cadre d'une collaboration inter-équipes (SAI et MMTF), a fait l'objet d'une communication orale à la conférence CLEO/EQEC à Munich en mai 2017 ce qui est remarquable pour un projet qui a démarré très récemment.

L'équipe Optique et Interférométrie Atomiques (OIA) a réalisé une refonte en profondeur de son dispositif expérimental. Elle dispose désormais d'un outil unique au monde : une source d'atomes métastables d'argon en jet issu d'un piège magnéto-optique. Ce jet atomique est accordable en vitesse moyenne entre 10 et 150 m/s avec une dispersion relative des vitesses pouvant atteindre 0,1%. Ces caractéristiques exceptionnelles peuvent être utilisées pour réaliser une sonde atomique afin d'analyser des nanostructures ou pour réaliser des études de physique fondamentale. L'équipe OIA a caractérisé cette source d'atomes lents de vitesse bien définie et elle a démontré ses potentialités en réalisant la diffraction de l'onde atomique par un réseau de fentes de dimensions nanométriques.

### Axe Photonique Organique et Nanostructures

L'axe Photonique du LPL comprend quatre sous-axes avec la thématique fédératrice de l'amélioration des performances de dispositifs et composants photoniques utilisant des matériaux organiques. Le sous-axe Laser Organique Solide (LAOS) a poursuivi ses recherches sur la voie qu'il a initiée du laser organique en cavité verticale à émission de surface (VECSOL). Par adjonction d'une cavité externe fermée par un réseau de Bragg en volume, l'équipe a obtenu un laser organique dont l'émission présente une largeur de finesse spectrale surpassant de trois ordres de grandeur l'état

de l'art dans le domaine. Ce résultat obtenu en collaboration avec le CREOL à l'University of Central Florida a été publié dans *Light* (revue du groupe Nature, IF = 14). Le sous-axe « OLED en microcavité » a poursuivi ses recherches sur la plasmonique moléculaire et a obtenu des résultats remarquables démontrant l'augmentation de l'émission d'OLED par utilisation de nanostructures argentiques fonctionnalisées. Ces nanostructures sont conçues et réalisées à la salle blanche du campus de Villetaneuse. Le troisième sous-axe concerne l'optique non-linéaire ; en collaboration avec des collègues algériens, un OPO (oscillateur paramétrique optique) de haute performance a été mis en place avec à son cœur un cristal de type 2D PPLT. La quatrième voie de recherche de l'axe photonique se développe en étroite collaboration avec des collègues du LSPM dans le cadre de l'étude et de l'optimisation des propriétés photo-physiques de matériaux hybrides inorganiques-polymères organiques. L'équipe a démontré un procédé innovant et très prometteur pour la synthèse de matériaux hybrides micro-structurés en combinant des techniques de chimie à haute pression et une irradiation laser. Ce procédé est décrit dans une publication à *Scientific Reports* (revue du groupe Nature). Trois brevets ont été déposés depuis 2012 par les membres de l'axe photonique.

### Axe Lasers pour le Vivant

L'équipe BioMolécules et Spectroscopie (BMS) jouit d'une réputation internationale dans son domaine de recherche. L'équipe produit des biomolécules sous vide et les analyse dans des conditions à la fois bien contrôlées et se rapprochant de celles de la « vraie vie ». Dans la période 2012-2017, l'équipe BioMolécules et Spectroscopie (BMS) a procédé à une refonte de l'intégralité de son dispositif expérimental ce qui ne l'a pas empêché de maintenir une production scientifique de haut niveau comme en témoigne par exemple l'article publié début 2017 à PCCP, article présentant les spectres vibrationnels de biomolécules dont certains dérivés interviennent dans des mécanismes d'endommagement. L'équipe BMS a co-organisé le congrès IBBI 2014 (Isolated Biomolecules and Biomolecules Interactions) à Porquerolles.

L'équipe Optique en Milieux Aléatoires poursuit ses travaux dans le domaine des applications de l'optique au biomédical. Elle a poursuivi son évolution vers le traitement automatique des images en réalisant en collaboration avec une équipe de l'Institut Langevin un circuit intégré dédié à l'analyse des corrélations temporelles du speckle (publication à *Optics Letters* en 2015). Un protocole innovant d'imagerie acousto-optique a été démontré en collaboration avec une équipe de l'Institut Langevin (Paris), protocole permettant d'obtenir une résolution spatiale avec une onde ultrasonore continue. L'équipe OMA a obtenu pendant la période de référence trois financements ANR et déposé un brevet (un second est en cours de dépôt).

## 8. Organisation et vie de l'unité

### Pilotage, animation, organisation de l'unité

#### Pilotage

Le pilotage de l'unité est assuré par l'équipe de direction aidée par plusieurs chargés de mission (voir l'organigramme) mais par également deux instances : le conseil de laboratoire et le conseil de direction. L'équipe de direction est constituée du directeur (OG) et de l'administratrice (SG). Cette équipe a fait preuve de sa complémentarité et le Conseil de Laboratoire a donné un avis favorable à ce qu'elle poursuive son action lors de sa réunion du 27 février 2017.

Le Conseil de Laboratoire (CL) a été renouvelé en 2014. Il est constitué de neuf membres élus et deux membres nommés ainsi que l'équipe de direction. Au conseil, figurent deux représentants des doctorants et post-doctorants, deux ITA/BIATSS et sept C ou EC. Le CL est consulté comme prévu par les statuts pour avis à l'occasion des évaluations de l'unité, quant à la direction de l'unité, pour valider le Plan de Formation PFU et pour les questions d'hygiène et sécurité. Il est informé et consulté pour toute décision stratégique mais aussi lorsque des arbitrages doivent être établis comme c'est le cas pour l'appel d'offre interne pour les réponses à appels à projets BQR et pour les demandes de contrats doctoraux auprès de l'ED Galilée. Le Conseil de Laboratoire se réunit environ cinq fois par an.

Le Conseil de Direction (CD) que l'on pourrait aussi bien qualifier de Conseil Scientifique est constitué des responsables d'équipe, de l'équipe de direction, du responsable du suivi des services techniques et si l'ordre du jour le réclame d'un ou plusieurs des chargés de mission. Il joue un rôle exécutif et se réunit entre huit et dix fois par an pour aborder des questions de stratégie, les aspects opérationnels et constitue également une instance de discussion

scientifique. En effet, les responsables d'équipe présentent au cours de ses réunions leurs projets respectifs et ces présentations sont suivies d'échanges stimulants qui permettent d'orienter les arbitrages et classements par exemple dans le cas de l'appel d'offre interne, des demandes BQR, des contrats doctoraux, des crédits exceptionnels CNRS dans le cadre du dialogue, de la définition de profils de poste (hélas trop peu nombreux !). Au cours du contrat qui s'achève, des réunions conjointes du CL et du CD ont été instituées (hors des phases de vote qui se déroulent en CL uniquement).

Au cas par cas, un groupe de travail peut être constitué et se réunir plusieurs fois pour analyser comment optimiser le soutien ou les évolutions d'une thématique de recherche existante ou encore comment lancer une nouvelle thématique transversale.

Une ou deux assemblées générales sont convoquées chaque année ; elles donnent l'occasion de faire un point sur la vie de l'unité, les moyens financiers et les ressources humaines. Enfin, les missions transversales présentées sur l'organigramme de l'unité sont assurées par des chargés de mission qui sont pour la plupart les correspondants CNRS pour ces missions.

### Aspects budgétaires

Pour ce qui est de la répartition des crédits récurrents UP13 et CNRS, 30% sont réservés dès notification en début d'exercice pour le fonctionnement général du laboratoire y compris des frais d'infrastructures qui ne sont pas pris en charge par notre hébergeur. De plus, 50 k€ sont réservés pour constituer l'enveloppe d'un appel d'offre interne (voir plus bas). Le reste des crédits récurrents est distribué aux équipes au prorata des effectifs selon une règle établie depuis plus de dix ans et qui est approuvée par l'ensemble des responsables d'équipe. Pour le décompte des effectifs, les chercheurs, les enseignants-chercheurs, les ingénieurs de recherche, les post-doctorants et les doctorants comptent pour une unité, les ATER pour une demi-unité. Les doctorants ne sont plus comptabilisés si la thèse se prolonge au-delà des trois années réglementaires. Pour les post-doctorants, il est tenu compte des dates d'installation. Les émérites ne sont comptés que pour la durée de leur premier éméritat. Lorsque cela est nécessaire, par exemple pour les chargés de mission hors unité, il est tenu compte de la quotité de présence au laboratoire. Enfin, le nombre de non-permanents d'une équipe est plafonné au nombre de permanents.

Pour ce qui est des contrats et autres financements spécifiques, le laboratoire n'effectue aucun prélèvement sur les financements de personnel et de mission mais il prélève 5% sur le montant attribué au laboratoire et 10% sur les frais généraux (overheads) des contrats européens. Ceci permet d'établir un fonds que nous utilisons d'une part pour les travaux de maintenance immobilière (réfection de locaux, réparation diverses comme celles récurrentes des portes et des volets), des travaux de mise aux normes de faible coût et pour abonder à notre appel d'offre interne. Cette procédure mise en place depuis de nombreuses années n'est pas remise en cause et nous entendons la maintenir lors du prochain contrat.

### Animation

Environ 25 séminaires d'une heure ont lieu les vendredis, donnés par des collègues extérieurs au LPL sur des sujets d'actualité en physique atomique, moléculaire, optique et optronique (le plus souvent) sur suggestion interne. Sur le même créneau plusieurs séminaires internes permettent à des membres de l'unité de présenter leurs travaux récents en particulier lorsqu'ils ont bénéficié d'un contrat.

Une journée des doctorants est organisée chaque année. Il s'agit d'un après-midi au cours duquel les doctorants en première et deuxième années présentent leurs travaux sous forme d'exposés de 15 à 20 minutes suivis de questions.

En 2016, ont été instituées deux demi-journées baptisées « journées de la science » au cours desquelles les équipes ont toutes à tour de rôle présenté des travaux de leur choix parmi ceux ayant conduit à des résultats marquants. Ces journées ont connu un grand succès et nous renouvellerons l'expérience d'ici deux ans.

Suivant les nouvelles réglementations et préconisations, l'ED Galilée a mis en place en 2017 les comités de suivi des doctorats.

Parmi les nouvelles dispositions, nous avons mis en place un fléchage interne au LPL des contrats doctoraux. Ce fléchage ne concerne cette année que deux contrats sur trois. Cette procédure semble de nature à attirer des candidats de qualité et nous la maintiendrons pour les prochaines années.

Un seul enseignant-chercheur est non-publiant. Sa situation a fait l'objet de discussions et rendez-vous entre la direction, le collègue en question et des personnes susceptibles d'interagir avec lui en vue d'un retour à la recherche « productive ». L'activité de notre collègue est théorique et originale ; même s'il n'est pas apparu de possibilité réelle de « coaching », nous avons adopté une attitude volontariste en rénovant les moyens informatiques mis à sa disposition et cela s'est traduit par la soumission d'un article à Physical Review A.

### Organisation interne de la recherche

La réflexion sur les regroupements des équipes aux thématiques voisines sous forme d'axes thématiques cohérents et lisibles, initiée en 2012 sous l'impulsion de Charles Desfrancois et annoncée dans le projet 2014-2017 a été poursuivie. Après avis favorable du CL, ces regroupements ont été actés en 2016. Au-delà de l'affichage et de la modification de l'organigramme, la convergence et les échanges se sont renforcés entre équipes d'un axe. Ceci est flagrant pour les deux équipes travaillant sur des projets « gaz quantiques » mais cela est également sensible pour les équipes de l'axe « atomes aux interfaces ». Il ne s'agit en aucun cas de rajouter une couche hiérarchique ou décisionnelle mais d'inciter les équipes à une mise en commun de leurs stratégies, réseaux, méthodes et savoirs. La convergence des équipes de l'axe « lasers pour le vivant » sera plus longue à mettre en pratique compte tenu de l'écart initial entre les projets et les méthodes des deux équipes concernées. Il s'agira d'une des pistes du prochain contrat. La structuration en axe n'interdit nullement les projets transverses comme celui initié et soutenu au cours du contrat 2013-2017 de développement d'une technique nouvelle de spectroscopie sélective sur des espèces moléculaires. Ce projet fédérant des compétences des axes « atomes aux interfaces » et « métrologie » progresse et obtient des résultats préliminaires très encourageants.

### Parité, intégrité et éthique

La proportion de femmes dans le personnel permanent (C, EC et IR) de l'unité est de l'ordre de 10%. Cette proportion est également celle qui est constatée à l'occasion des concours de recrutement. La proportion au niveau doctorant est de l'ordre de 20 à 25% ce qui est un signe encourageant pour l'avenir. Malgré le fort déséquilibre parmi les permanents, il est à noter que parmi les dix responsables d'équipes deux sont des femmes. Le conseil de laboratoire constitué en 2014 est composé de treize membres dont trois femmes soit 23%.

Concernant les problématiques liées à l'intégrité scientifique, les AG et les réunions des conseils sont des occasions privilégiées de mise en garde, d'information et de prise de dispositions. Citons trois exemples.

L'augmentation du nombre de stagiaires constatée ces dernières années nous a amené à rappeler les règles légales et surtout l'esprit de la loi : le stage doit être un lieu d'acquisition de savoir ce qui suppose une préparation en amont par l'équipe d'accueil et un suivi adapté pendant le stage. Un mécanisme de contrôle sera mis en place dès l'année 2017-2018 afin d'éviter certains excès comme plus de 15% de stagiaires par rapport aux effectifs ou plus de trois stagiaires pour un encadrant.

Tout manquement aux règles déontologiques dans le travail collectif sera consigné dans un registre avec accompagnement d'une signature du directeur selon le modèle des signalements du domaine Hygiène et Sécurité.

La multiplication des contrats précaires est un souci croissant pour l'ensemble de notre communauté. Ainsi, il a été mis en place des contrats d'enseignement ne prévoyant aucune activité de recherche. Des contractuels ont sollicité l'autorisation de poursuivre une activité de recherche bénévole au LPL. Ceci a été refusé par la direction et le Conseil de laboratoire du 31 août 2016 a voté la motion suivante : *Le Conseil du LPL est opposé à l'accueil de chercheurs bénévoles. Il s'oppose en particulier à l'accueil des contractuels d'enseignement.*

Le règlement intérieur du laboratoire, donné en annexe 5 à ce rapport, impose à tous les chercheurs la tenue de cahiers de laboratoire pour garantir le suivi et la protection des résultats de leurs travaux. Ce même règlement impose les règles d'utilisation des équipements communs tels que les moyens informatiques et les ateliers.

### Protection et sécurité

Les problématiques de prévention, hygiène et sécurité sont abordées par trois assistants de prévention : un administratif (Solen Guezennec), un assistant ingénieur (Albert Kaladjian) et un enseignant-chercheur (Nicolas Nieuwjaer). Ce mode de fonctionnement permet de gagner en efficacité et de ne pas surcharger les assistants en répartissant les tâches en fonction des compétences de chacun : deux des assistants sont dits de « terrain » et évaluent les risques, proposent des solutions, tandis que l'administratif participe à la mise en œuvre des procédures définies,

aux bilans annuels, budgétise et s'occupe des aspects RH et réglementaires. Depuis 2013, un Ingénieur de Recherche (Thomas Badr) est en charge spécifiquement de la prévention du risque laser. Il anime un séminaire de formation à prévention des risques lasers deux fois par an. L'unité dispose d'un règlement intérieur sur la base du règlement intérieur type « UMR » du CNRS. Ce document intègre une partie dédiée à la prévention des risques. L'unité s'est dotée en complément d'un règlement spécifique à l'atelier mécanique. Ces documents intègrent la gestion du travail isolé. Ils interdisent le travail isolé dans les salles "à risques". Un dispositif PTI a été mis en place pour l'atelier de mécanique. Pour inciter les équipes à améliorer la prévention là où un effort est requis, le laboratoire prend en charge la moitié des dépenses en matière de prévention et de sécurité. Chaque couloir de l'unité dispose de deux chargés d'évacuation - sauf le demi-couloir du 3<sup>e</sup> étage Bât L que nous venons de nous voir attribué. Deux chargés d'évacuation y seront prochainement nommés. L'unité met en place chaque année un séminaire (courant novembre) « prévention et sécurité » afin de présenter le fonctionnement de l'unité en matière de prévention et sensibiliser les agents aux dangers et risques lasers, chimiques.... Tout nouvel entrant se voit remettre par son responsable d'équipe un guide d'accueil et un fascicule « H&S » qu'il doit signer après lecture. Un séminaire "sécurité laser" est organisé deux fois par an depuis 2013 par l'ingénieur de recherche en charge de la prévention du risque laser. L'utilisation de l'atelier mécanique fait toujours l'objet d'une attention particulière et une formation à l'utilisation des machines-outils et une sensibilisation aux risques liés à cette utilisation sont effectuées au cas par cas par le responsable de l'atelier. Un registre au secrétariat consigne les incidents (heureusement peu nombreux) et les mesures prises ; les notifications sont signées par le directeur et les signalements sont remontés à l'hébergeur. La dernière évaluation des risques du laboratoire, effectuée fin 2015 à l'occasion de la visite des ingénieurs Prévention et Sécurité de l'Université et du CNRS et du médecin de prévention, a mis en avant le travail important effectué par les assistants de prévention en collaboration avec tous les membres du laboratoire pour éliminer la plupart des risques identifiés lors de la précédente visite (11 mai 2011). Quelques risques demeurent comme la présence d'amiante dans des colles au niveau des plinthes de certaines salles et surtout la non-conformité aux normes de plusieurs installations électriques. Des travaux de remise aux normes ont été effectués (ou sont en cours comme au 3<sup>e</sup> étage du bât L). Diverses actions ont été menées en matière de sécurité laser et vis-à-vis des risques chimiques mais il est difficile d'en donner une liste exhaustive dans ce rapport. Enfin, conformément aux réglementations, le document Hygiène et Sécurité est rédigé et mis à jour par les assistants de prévention et il est voté annuellement en CL. Les activités menées par des membres du LPL en nanotechnologie le sont dans le cadre de la salle blanche du campus et les aspects prévention et sécurité y afférents sont abordés par les personnels en charge de cette plateforme. Lors du prochain contrat, nous poursuivrons nos actions de sensibilisation avec par exemple la traduction en anglais du fascicule d'accueil et la formation de nouveaux sauveteurs secouristes du travail. Nous améliorerons nos dispositifs de prévention et de détection (verrines lumineuses, armoire de stockage de produits chimiques aux normes, ...). Nous poursuivrons l'estimation du coût des travaux nécessaires à la mise en conformité des salles qui présentent des risques. L'ampleur du budget requis n'étant pas supportable par le laboratoire, une recherche de financements spécifiques devrait être portée par l'université, propriétaire des locaux.

Concernant la protection des informations plusieurs systèmes (serveurs NAS) sont à la disposition des équipes pour la sauvegarde de leurs données informatiques. Les postes de l'administration et le site web font l'objet de sauvegardes automatiques quotidiennes avec redondance.

Concernant les risques psychosociaux, les entretiens annuels pour les ITA/BIATSS, les réunions des conseils et les discussions avec les responsables d'équipe sont des dispositifs bien adaptés à leur signalement. Il est apparu que l'augmentation des charges administratives et pédagogiques, les changements répétés de logiciels et la mise en place de serveurs en lieu et place d'interlocuteurs ont conduit à du stress et parfois à une forme de souffrance au travail. La discussion avec la direction, les chefs d'équipe et de service jouent un rôle déterminant dans le soulagement de ces tensions ; l'écoute et le dialogue seront poursuivis dans les années à venir.

Le sondage d'ambiance réalisé avant chaque évaluation a conduit en 2017 à des résultats tout à fait satisfaisants qui montrent que bien heureusement les situations décrites au paragraphe précédent sont rares et que l'ambiance au LPL est excellente tant sur le plan humain que professionnel. Les résultats de ce sondage (déjà présentés lors de l'AG de juin 2017) seront présentés lors de la visite du comité.

## 9. Analyse SWOT de l'unité dans son entièreté

Les matrices SWOT des axes sont présentées plus loin dans le rapport. Ici figurent des éléments relatifs à l'unité toute entière et développés dans la perspective de notre projet à cinq ans.

- nos points forts :

Les travaux de nos équipes ont conféré au LPL une renommée nationale et internationale de qualité dans ses domaines de recherche. Les projets de ces équipes sont potentiellement à fort impact. Sur plusieurs de ses axes et au niveau des services communs, l'unité dispose d'un personnel CNRS assez nombreux pour garantir le maintien de cette qualité et de ce dynamisme. La qualité des ateliers et du service de gestion est également redevable du soutien en personnel de la part de l'UP13.

Les équipes du LPL ont su constituer et savent maintenir féconds des réseaux de collaboration nationaux et internationaux dont la production scientifique bénéficie opportunément.

Notre unité est positionnée sur des créneaux porteurs tels que l'instrumentation, la métrologie, les sources lasers, les techniques d'imagerie, le traitement du signal optique, les liens avec la biologie et la physique quantique. La complémentarité entre compétences de physique fondamentale et appliquée, est de bon augure pour l'avancement des projets des équipes.

La taille « raisonnable » de l'unité en termes d'effectifs permet à notre travail quotidien de se dérouler dans une bonne ambiance gage de la cohésion de l'unité. La complémentarité de l'équipe de direction, la gestion collective de tous les aspects de la vie du laboratoire et l'investissement de nombreux collègues dans les missions transversales vont également dans le sens positif.

- *nos points à améliorer :*

La répartition inégale entre les axes et entre les équipes des chercheurs CNRS, enseignants-chercheurs et ingénieurs de recherche pourrait être corrigée par des recrutements ce que nous nous efforcerons de favoriser en développant encore notre attractivité et en mettant en place une démarche active de recherche de candidats CR.

Le laboratoire souhaite poursuivre dans la voie du soutien et de l'incitation à la valorisation pour répondre aux enjeux sociétaux et économiques. Ceci concerne en premier lieu, mais pas seulement, les axes « lasers pour le vivant » et « photonique ».

La répartition des équipes sur plusieurs bâtiments et couloirs peut constituer un obstacle aux démarches collaboratives et nous nous efforçons d'encourager ces démarches par des initiatives de type « journées de la science » ou « séminaire interne » et par la sélection de projets collaboratifs dans le cadre de nos arbitrages et appels d'offre internes.

Le laboratoire a obtenu des financements européens dans le domaine de la métrologie (EURAMET/EMPIR) mais il n'a pas réussi à obtenir de financement ERC malgré deux passages à l'oral depuis 2013.

- *les possibilités offertes par le contexte / l'environnement dans lequel se trouve l'unité :*

Certains axes du laboratoire sont favorablement positionnés pour obtenir des financements auprès des « guichets » suivants :

LABEX FIRST-TF et EQUIPEX REFIMEVE+ pour l'axe « métrologie » et dans une moindre mesure l'axe « gaz quantiques » ;

LABEX SEAM pour l'axe « photonique » et dans une moindre mesure pour l'axe « atomes aux interfaces » ;

IISE Institut Fédératif de l'UP13 pour tous les axes ;

DIM Sirteq et flagship européen Quantum Technologies pour les axes « Gaz Quantiques » et « Métrologie » ;

INCA pour l'axe « lasers pour le vivant » ;

ANR pour tous les axes.

La LPL dispose d'un accès privilégié à la salle blanche C(PN)2 du campus. Cela ouvre des perspectives pour le développement de thématiques inter-axes « photonique » et « atomes aux interfaces » ou « photonique » et des équipes externes, en particulier des laboratoires de chimie d'USPC.

- *les risques liés à ce contexte / cet environnement :*

Les charges d'enseignement sont en augmentation du fait d'une part de l'augmentation du nombre d'étudiants et du nombre de formations, et d'autre part des restrictions budgétaires et de ressources humaines à l'UP13. Cet alourdissement des tâches pédagogiques s'accompagne souvent d'une dégradation des conditions matérielles. Tout ceci impacte déjà sur l'activité scientifique de l'unité et rien ne permet d'envisager un avenir meilleur sur ces questions. Les charges administratives et le nombre de rapports demandés et de réunions, sont en constante augmentation avec en particulier la multiplication de couches dont l'utilité n'est pas toujours flagrante comme les pôles et les champs !

En cas de non recrutement de jeunes permanents, la pyramide des âges de l'unité va être translatée avec un âge moyen des permanents passant de 46 ans à 50 ans entre le début et la fin de prochain contrat. Cette perspective n'est assurément pas un gage de dynamisme !

L'évolution globale de la recherche vers un mode de fonctionnement par contrats risque d'entraîner des instabilités suivant les aléas budgétaires liés aux succès ou non aux appels à projets et réduire le rôle de pilotage censé être exercé par la direction et les conseils de l'unité.

Les réponses tactiques par nos tutelles universitaires aux AAP du PIA font craindre à long terme des logiques de recomposition brutale.

L'instabilité institutionnelle des objets liés au PIA (IDEX, COMUE, LABEX, EUR, ...) ne permet pas d'assurer la visibilité sur nos ressources nécessaires à une planification sereine.

Nous faisons face à un risque de découragement de MCF dynamiques en recherche devant les faibles perspectives de promotions Pr (l'unité compte 8 Pr pour 21 MCF dont 6 HDR).

Les « objets » en EX du PIA entraînent des risques de simplification qui pourraient s'avérer défavorables au LPL comme par exemple le terme « matériaux » remplaçant le terme « physique ».

Pénurie en doctorants au meilleur niveau du fait de la concurrence de laboratoires prestigieux au centre et au sud de Paris, et d'un nombre insuffisant de bons étudiants dans le master local de physique appelé de plus à devenir un master « Matériaux ».

<p><b>FORCES</b></p> <p>Compétences et activités diversifiées du fondamental à l'applicatif.</p> <p>Nombre assez important de CNRS, chercheurs et ITA.</p> <p>Atelier et service gestion efficaces.</p> <p>Qualité de la production scientifique.</p> <p>Reconnaissance nationale et internationale.</p> <p>Implication dans le pilotage de la recherche, dans la formation et dans la vulgarisation.</p> <p>Taille raisonnable, bonne cohésion et bonne ambiance.</p>	<p><b>FAIBLESSES</b></p> <p>Difficulté à recruter des doctorants dans certains axes.</p> <p>L'implication de partenaires hors monde académique est un point à consolider tout comme la communication sur nos activités à visée applicative.</p> <p>Difficulté à obtenir des financements ERC.</p> <p>Nombre de CNRS insuffisant dans certains axes.</p> <p>Renouvellement insuffisant des permanents.</p> <p>Répartition sur plusieurs bâtiments.</p>
<p><b>OPPORTUNITES</b></p> <p>Positionnements idéaux vis-à-vis de la seconde révolution quantique et de la photonique.</p> <p>Nombreuses collaborations fécondes.</p> <p>Implication forte dans 2 LABEX, 1 EQUIPEX, 1 DIM, ...</p> <p>Accès possible et lien avec la salle blanche du campus.</p> <p>Collaborations inter-équipes et inter-axes.</p>	<p><b>MENACES</b></p> <p>Augmentation des charges d'enseignement et des charges administratives.</p> <p>Faibles perspectives de promotions MCF-Pr.</p> <p>Evolution vers le pilotage de la recherche par contrats.</p> <p>Logiques de recomposition liées au PIA risquant d'être défavorables à nos spécificités.</p>

## 10. Projet scientifique à cinq ans

La philosophie générale du projet scientifique est de tirer parti de notre positionnement idéal vis-à-vis d'une part de la seconde révolution quantique et d'autre part de la photonique. Le LPL dispose de savoir-faire expérimentaux et théoriques dans ces deux domaines qui combinent la recherche fondamentale et l'applicatif. Le projet de l'unité s'inscrit dans la continuité du contrat en cours. Nous pensons avoir globalement pris en compte les remarques et recommandations du rapport AERES 2013. Le bilan de nos activités et produits montre une relative stabilité de l'unité et ne justifie pas de modifications extravagantes. Nous resterons attachés à maintenir notre niveau d'excellence académique aussi bien dans les thématiques réputées fondamentales que dans la recherche à finalité plus applicative. Nous mettrons à profit les opportunités énumérées au paragraphe précédent pour développer, par exemple, des recherches originales amont en photonique et des procédés de caractérisation utiles aussi bien pour les sciences de la matière que pour les sciences du vivant. Chaque axe présente dans la partie B de ce dossier ses effectifs, ses ressources, ses projets et objectifs scientifiques de façon détaillée. Ici ne figure qu'une sélection concernant l'unité dans son intégralité.

### Animation, structure et gouvernance

Compte tenu de l'importance qu'il y a à développer un sentiment d'appartenance à l'unité, nous poursuivrons les pratiques qui nous semblent bien fonctionner comme les séminaires et la journée des doctorants. Les « journées de la science » instituées en 2016 ont connu un franc succès et nous réitérerons l'expérience sur un rythme d'une journée tous les deux ou trois ans. Afin de mieux connaître, les laboratoires de physique, chimie et sciences pour l'ingénieur de notre COMUE, nous réfléchirons à la mise en place de journées de rencontres bilatérales sur le modèle de celles que nous allons organiser à l'automne avec le laboratoire MPQ de Paris Diderot.

Concernant la gouvernance, le fonctionnement collégial du laboratoire assuré par les structures complémentaires, Conseil de Laboratoire et Conseil de Direction, sera maintenu. Lorsque des arbitrages devront être rendus, le CL donnera son avis après discussion en Conseil élargi (appel d'offre interne, BQR, contrats doctoraux, profils de poste le cas échéant, ...). Le fléchage des contrats doctoraux initié cette année (décidé à l'automne 2016 pour la campagne 2017) sera maintenu car il semble permettre efficacement de recruter des doctorants motivés par les sujets proposés; les arbitrages relatifs à ces fléchages, seront discutés lors d'un conseil de laboratoire élargi réuni à l'automne de l'année N-1 pour l'année N.

Nous entendons renforcer les axes prioritaires existants tout en soutenant le suivi de l'évolution des domaines concernés. Maintenir le niveau d'excellence de l'unité dans ces domaines suppose l'évitement de la dispersion mais sera accompagné là où cela paraîtra pertinent par des inflexions judicieuses. Le recrutement d'un ou deux CR sur les axes insuffisamment pourvus en agents CNRS sera un souci pour la direction de l'unité et les responsables des axes concernés qui auront pour mission de susciter des candidatures de haute qualité. Afin d'attirer des candidats de haut niveau, une attitude proactive sera adoptée par la direction et par l'ensemble des collègues. Ainsi, la participation à des jurys de thèse, les visites de laboratoire et les conférences orales ou séminaires, sont l'occasion de rappeler, en particulier aux post-doctorants et collègues étrangers, qu'il est possible d'obtenir un poste permanent dans le monde académique en France. Il est à noter que nous avons constaté une augmentation du nombre de candidatures externes au CNRS pour le LPL aussi bien aux niveaux CR1 et CR2 qu'au niveau DR. De même, à chaque fois que nous avons eu un poste de Maître de Conférences ouvert au recrutement, nous avons reçu un nombre important d'excellents candidats et cela malgré des profils assez précis. Un affichage et une programmation pluriannuelle des perspectives de recrutement au CNRS et à l'UP13 serait une aide dans ce cadre.

Les regroupements d'équipes en axes stratégiques initiés à la fin du mandat de Charles Desfrancois (2012) sont en cours de réalisation. Nous entendons prolonger cette démarche de structuration scientifique avec un effort particulier pour l'axe « lasers pour le vivant » qui regroupe deux équipes, BMS et OMA, aux thématiques et méthodes encore trop éloignées pour envisager des projets communs.

La forte implication des membres de l'unité dans le pilotage de formations universitaires sera maintenue. Une formation d'ingénieurs spécialisés en instrumentation est en projet dans le cadre de l'école Sup'Galilée et ce projet est porté par Frédéric du Burck. Le Master de physique devenant un Master Sciences des matériaux, nous entendons maintenir une forte présence dans cette formation dans une option « composants photoniques » du parcours « matériaux

fonctionnels » (maquette en cours de finalisation). Nous entendons maintenir et amplifier notre dynamique dans l'action de diffusion de la culture scientifique, dans la recherche de partenariats pour la valorisation et dans toutes les actions qui augmentent notre visibilité.

La direction entend poursuivre son soutien à des projets collaboratifs entre axes et équipes. Ainsi, le projet de développement d'une spectroscopie moléculaire par réflexion sélective fédère des compétences des axes « métrologie » et « atomes aux interfaces ». Ce projet a été soutenu par des arbitrages favorables au moment des classements dans le cadre de l'appel d'offre interne, de projets BQR et d'attribution de contrats doctoraux. Cette démarche sera poursuivie alors que des résultats préliminaires très encourageants ont été déjà obtenus et sont en cours d'analyse pour publication. Le projet de l'équipe Interférométrie et Optique Atomiques (OIA) de réaliser des réseaux matériels structurés à l'échelle nanométrique dans la salle blanche de l'UP13, bénéficie du même soutien et fédère des compétences des axes « photonique » et « atomes aux interfaces ». Les projets de rapprochement et de collaboration entre l'axe Métrologie et l'axe Gaz Quantiques seront également soutenus vu leurs forts potentiels.

Le LPL soutiendra tout projet actant des collaborations et synergies avec des équipes d'autres unités de l'UP13 tels le Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux, LSPM UPR 3407 du CNRS, le CSPBAT - Chimie Structure Propriétés des biomatériaux et Agents Thérapeutiques UMR 7244 CNRS UP13, le LVTS - Laboratory for Vascular Translational Science UMR 698 Inserm, le LEEC Laboratoire d'Ethologie Expérimentale Comparée EA4443 de l'UFR Lettres, Langues, Sciences Humaines et des Sociétés, et les laboratoires du campus de Bobigny comme l'ASIH Labo Adaptateurs de Signalisation en Hématologie UMR978 INSERM et le Li2P Immunologie et ImmunoPathologie, UMR INSERM

De même, les projets impliquant des équipes de Paris Diderot seront encouragés en particulier dans la suite des projets USPC et DIM impliquant des collègues du MPQ, de l'ITODYS ou encore de MSC.

Nous entendons poursuivre et développer nos actions de diffusion de la culture scientifique notamment autour du kit LightBox. Nous participerons à l'ouverture sur la ville et le tissu industriel dans le cadre du projet de nouvel espace à l'Université Paris 13 : « La maison des Sciences et du numérique ». Dans le cadre du développement du LudoMaker de l'Université Paris 13, nous participerons à la création d'un FabLab sur le campus de Villetaneuse. Enfin, en lien avec les actions du OpénL@b de l'Université Paris 13, nous participerons à la mise en œuvre de projets autour des pédagogies innovantes.

**Projets scientifiques « phares »** - Il s'agit ici d'une présentation très rapide d'une sélection de projets parmi ceux qui sont présentés plus en détail dans les chapitres relatifs à chacun des axes.

### Axe Gaz Quantiques

Les projets « Strontium » et « Sodium » vont monter en puissance et à terme assurer un renouvellement au sein de cet axe dynamique. L'opération « Chrome » a permis à l'équipe qui la porte de se positionner comme une référence reconnue internationalement dans le domaine de la simulation du magnétisme quantique avec des gaz d'atomes froids. Elle poursuivra son exploration de la physique des gaz quantiques dipolaires en s'orientant vers la mise en évidence d'effets de corrélations non classiques ; elle abordera la physique des fermions dipolaires en réseaux afin de se rapprocher plus encore de la physique de la matière condensée. Le projet « Rubidium » qui se développe dans le cadre très compétitif de ce que l'on appelle « l'atométronique » poursuivra ses travaux visant à analyser la superfluidité dans des géométries restreintes et du point de vue expérimental la mise en place de potentiels évolutifs par l'utilisation de modulateurs de type SLM ouvrira des perspectives pour tous les projets de l'axe. Forte de son expertise en simulation du magnétisme, l'équipe GQM construit une nouvelle expérience visant à la réalisation de gaz quantiques de strontium et l'analyse de leurs propriétés magnétiques. Les propriétés du strontium sont complémentaires de celles du chrome en ce qui concerne l'origine du spin et les interactions entre atomes. Le projet Strontium porte sur la réalisation d'expériences de simulation du magnétisme quantique au moyen d'un gaz dégénéré de l'isotope 87 du Sr. Cet isotope et les systèmes ultra-froids formés de ces atomes possèdent des propriétés prometteuses sur le plan théorique : fermion de spin élevé, symétries originales  $SU(N)$ , phases exotiques, ... Leurs propriétés sont également très séduisantes du point de vue pratique avec la présence de transitions fines qui permettront une analyse très précise de la physique à  $n$ -corps de ces systèmes. De plus, le strontium a un intérêt métrologique du fait de ses raies étroites et l'opération actera des synergies avec l'axe métrologie de l'unité. L'opération « Condensat de sodium sur puce » entrera dans sa phase de maturité avec l'obtention d'un gaz dégénéré 1D, l'exploration du diagramme de phase (température, interactions) de ce système dans un régime fortement corrélé et l'analyse de la dynamique hors-équilibre de ce système quantique. La mise en évidence de résonance de collisions induites par des micro-ondes permettra de contrôler la longueur de diffusion

des atomes et offrira un outil supplémentaire pour explorer la physique des gaz dégénérés et son lien avec la physique de la matière condensée dans certaines de ses problématiques les plus actuelles.

### Axe Métrologie, Molécules et Tests Fondamentaux

Le projet « violation de la parité » va entrer dans une phase nouvelle avec l'implémentation de nouveaux dispositifs et de nouvelles modalités spectroscopiques. L'équipe MMT jouit d'une réputation internationale du fait de ses résultats récents en matière de stabilisation de sources lasers infra-rouges, de transfert de références de fréquence et en spectroscopie moléculaire à ultra-haute précision. Elle souhaite entreprendre une refonte de ses expériences pour réaliser sur des molécules froides des tests fondamentaux aux limites du modèle standard comme la mise en évidence de la non-conservation de la parité. Pour cela, plusieurs développements instrumentaux seront menés à bien pour disposer : a) de nouvelles sources de jets de molécules froides (cellules cryogéniques) ; b) d'un nouveau spectromètre utilisant des lasers à cascade quantique (QCL) opérant dans l'infra-rouge moyen ; c) d'une nouvelle méthode de détection basée sur la relaxation de la précession libre (FID). Les autres projets de l'axe poursuivront leurs développements. En particulier, les activités en lien avec la dissémination d'une référence métrologique de fréquence par lien fibré seront au cœur du projet scientifique de l'unité avec une extension (en cours) à l'échelle européenne et des campagnes d'inter-comparaison des étalons de fréquence. De même, concernant les travaux sur les lasers auto-impulsionnels et les peignes de fréquence compacts progresseront sur la voie de la valorisation suite aux résultats obtenus récemment démontrant la possibilité d'un transfert de stabilité d'une référence optique vers l'ensemble des modes du peigne de fréquence.

### Axe Atomes aux Interfaces

L'équipe SAI poursuivra ses études dans le domaine des interactions atomes-surfaces, domaine dans lequel son expertise est internationalement reconnue. Les études concernant les interactions entre atomes et surface « chaude » seront étendues à des transitions réelles convertissant l'excitation thermique de surface en énergie atomique. Par ailleurs, suite à l'obtention de signaux sub-Doppler en cours d'interprétation sur des structures d'opales, la spectroscopie d'atomes confinés au voisinage de structures périodiques nano-gravées fera l'objet d'une attention particulière. L'équipe a pour projet d'étudier en cellule mince la spectroscopie d'atomes proches de surfaces nano-structurées plus régulières et mieux contrôlées que celles utilisées jusqu'à présent qui ont été produites selon des procédés de chimie douce. Les liens de ses travaux avec les aspects nano-optiques pourront alors être analysés de façon rigoureuse. Enfin, les premiers résultats très prometteurs du projet portant sur la spectroscopie de réflexion sélective moléculaire encouragent les équipes SAI et MMTF à poursuivre leur collaboration afin de sonder les interactions molécules-surfaces dans un régime encore inexploré.

L'équipe OIA utilisera la source d'atomes métastables d'argon froids qu'elle a mise en place et caractérisée pour mener à bien des études de physique fondamentale comme par exemple la réflexion quantique des atomes sur des monocouches suspendues de graphène. De même, en utilisant deux isotopes de l'argon, la possibilité de mettre en évidence, de quantifier et de contraindre des effets de gravité non-Newtonienne sera explorée. Ceci est d'une importance primordiale pour la physique théorique avec ici l'accès à une gamme de distance nanométrique inédite avec des atomes. Les travaux initiés en lien avec la salle blanche du campus permettront de disposer des outils nécessaires au bon développement de ses recherches.

### Axe Photonique Organique et Nanostructures

Les quatre sous-axes poursuivent des recherches dynamiques qui seront prolongées en utilisant les résultats déjà acquis comme socle. Mentionnons de nouvelles pistes comme l'optimisation du pompage optique par des diodes « standards » (c.-à-d. non organiques) et l'utilisation de concentrateurs luminescents intégrés pour application au pompage optique de lasers ou à la mise en œuvre de capteurs innovants. L'analyse des verrous rencontrés dans la recherche d'un laser organique continu et pompé électriquement, sera poursuivie avec une attention particulière portée aux processus néfastes faisant intervenir les états triplets. En particulier, l'utilisation de nouveaux matériaux à faible absorption des états triplets ouvrira des perspectives prometteuses. Un autre défi sera d'optimiser les modes d'excitation électriques d'OLED à base de matériaux incorporant des structures plasmoniques et dont les propriétés optiques seront modifiées par la présence de nanostructures de type cristaux photoniques à bandes interdites. La salle blanche du campus fournit un environnement propice au bon développement de cette activité. La réalisation de structure à cristaux photoniques 2D, voire 3D (de type « woodpile ») ainsi que les applications à l'optique quantique des

cristaux non-linéaires obtenus par la technique SmartCut seront visées dans le cadre des collaborations existants avec des collègues d'Orléans et de Taïwan. En collaboration avec l'équipe NINO (Nanomatériaux INOrganiques) du LSPM, les potentialités de l'utilisation d'impulsions lasers ultra-courtes dans l'ultra-violet pour la structuration en surface de semi-conducteurs seront explorées. La technique de micro- et nano-structuration par irradiation sous haute pression démontrée lors du contrat en cours sera appliquée dans le domaine biomédical.

### Axe Lasers pour le Vivant

Dans la période 2012-2017, l'équipe BMS a procédé à une refonte intégrale de son dispositif expérimental. Elle utilisera sa source de biomolécules sous vide par désorption laser « douce » et les procédés d'analyse qu'elle maîtrise pour mener à bien des études amont dans le domaine de l'endommagement par irradiation. La plateforme d'irradiation par faisceaux d'ions sera mise en place et utilisée dans une approche bottom-up pour étudier des processus biologiques encore mal compris. Sur ce même dispositif et en collaboration avec le laboratoire de chimie CSPBAT de l'UP13 les effets de radio-sensibilisation qui peuvent être induits par des nanoparticules d'or fonctionnalisées seront également étudiés. Elle poursuivra en parallèle ses travaux sur les liens entre structure et fonction, sélectionnés en masse en phase gazeuse en étudiant par spectroscopie infrarouge par dissociation multi-photonique (IRMPD) des agrégats métalliques ligandés (expériences menées auprès du laser à électrons libres d'Orsay). L'équipe OMA poursuivra ses travaux dans le domaine de la spectroscopie de fluorescence appliquée au contrôle qualité dans l'industrie bio- et agro-alimentaire en développant un capteur utilisant la technologie CMOS dans le cadre du projet ANR Diagnosis. Dans le domaine de l'imagerie médicale, elle poursuivra le développement de capteurs multi-pixels avec circuits intégrés dédiés et poursuivra ses travaux concernant l'analyse de la lumière cohérente diffusée en lien avec l'imagerie acousto-optique. Ces projets financés présentent de réelles pistes de valorisation. Enfin, les projets visant à une collaboration entre les deux équipes de l'axe seront encouragés au cours du prochain contrat.

## PARTIE B.1 – BILAN ET PROJET DES AXES DU LABORATOIRE

**AXE GAZ QUANTIQUES****Presentation of the Quantum Gases axis**

The activity of the Quantum Gases axis at LPL, within the two teams Bose-Einstein Condensates (BEC) and Magnetic Quantum Gases (GQM), is part of a worldwide effort to study the transport and magnetic properties of quantum degenerate Bose and Fermi gases. Because of the very clean, controlled and isolated environment in these systems, it is forecast that cold atom experiments can shed new light on quantum many-body physics, and provide quantum simulators of open questions related to the interplay between magnetism and transport inherited from condensed matter physics. In this context, the cold atom groups at LPL have developed four non-standard experimental setups (with four different atomic species) which create the opportunity to raise new questions and provide an original point of view on quantum many-body physics. The Quantum Gases axis also develops a theory activity in close collaboration with the experiments. The GQM team's name was GQD for Dipolar Quantum Gases up to 2016 when it was changed to take into account the building of the Strontium project that aims at studying a non-dipolar species but shares with the Chromium project the focus on quantum magnetism.

**Workforce****Permanent staff**

BEC team: Thomas Badr (IR CNRS, since 1/1/2013), Romain Dubessy (MCF UP13), Laurent Longchambon (MCF UP13), Vincent Lorent (Pr UP13 up to end 2015), **Hélène Perrin (DR) team leader**, Paul-Eric Pottie (IR CNRS, up to 30/04/12).

GQM team : Olivier Gorceix (Pr UP13), **Bruno Laburthe-Tolra (CR-HDR) team leader**, Etienne Maréchal (IR CNRS), Paolo Pedri (MCF), Martin Robert de Saint-Vincent (CR, since 1/1/2015), Laurent Vernac (MCF).

**Non-permanent staff**

BEC team: Dani Ben Ali (PhD 2012-2016), Mathieu de Goër de Hervé (PhD, 2015-), Camilla de Rossi (PhD 2013-2016), Avinash Kumar (post-doc, 2016-2017), Karina Merloti (PhD, 2010-2013), Rudi Romain (ATER, 2015-2016).

GQM team: Gabriel Bismut (PhD, 2008-2012), Amodsen Chotia (postdoc, 2012), Aurélie de Paz (PhD, 2012-2015), Lucas Gabardos (PhD, 2016-), Kaci Kechadi (PhD, 2015-), Steven Lepoutre (postdoc, 2016-), Isam Manai (ATER, 2016-2017), Bruno Naylor (PhD, 2013-2016), Arijit Sharma (postdoc, 2013).

**Contracts****I. European and international:**

1. CEFIPRA - Centre Franco-Indien pour la Promotion de la Recherche Avancée, project Theoretical studies on ultra-cold Dipolar Gases (PI R. Nath, IISER Pune India and P. Pedri, LPL), 90 k€ (2014)
2. CEFIPRA project LORIC LOnG-Range Interactions in ultraCold gases, (PI S. Rangwala, Bangalore India & O. Dulieu, LAC, France), 90 k€ (2015)

**II. National (ANR, etc.)**

1. ANR Retour Post-doc, projet NonEqDyn (PI Aurélien Perrin), 450 k€ (2012-2015)
2. ANR Défi de tous les savoirs, projet SuperRing (PI Hélène Perrin), en partenariat avec Anna Minguzzi (LPMCM), montant total 260 k€ dont 150 k€ pour le LPL (2016-2018)
3. ANR Tremplin, projet High Spin (PI Martin Robert-de-Saint-Vincent), 150 k€ (2017-2018)

**III. Contrats avec les collectivités territoriales**

1. DIM nano-K (Région Ile-de-France), projet MetroSpin (PI B. Laburthe-Tolra), 200 k€ (2013-2016)
2. DIM nano-K (Région Ile-de-France), projet PESR (PI Laurent Longchambon), 26 k€ (2015-2017)
3. DIM nano-K (Région Ile-de-France), projet Advanced Cooling Schemes for Strontium (PI M. Robert-de-Saint-Vincent), 38 k€ (2016-2018)
4. DIM nano-K (Région Ile-de-France), projet FluoString (PI Aurélien Perrin), 35 k€ (2016-2018)

**IV. Contrats financés dans le cadre du PIA**

1. Idex Sorbonne Paris Cité, projet EQDOL (PI Laurent Vernac, LPL ; collaborators T. Coudreau, P. Milman, MPQ Paris 7) more than 100 k€ (2014-2017)
2. LabEx FIRST-TF, projet  $\mu$ WAFER (PI Romain Dubessy), 27 k€ (2016)
3. Labex FIRST-TF, projet Cusas (PI M. Robert-de-Saint-Vincent), 30 k€ (2014)
4. Labex FIRST-TF, projet LightBox (PI Romain Dubessy pour Atouts-Sciences), 12 k€ (2015)

### Scientific Report

The Quantum Gases axis is composed of the Bose-Einstein Condensates (BEC) and the Magnetic Quantum Gases (MQG) teams. The separation is mainly historical since the members of the two groups work side by side in harmony with discussions, exchanges and mutual supports on a daily basis. The two groups meet almost every week for a journal club meeting where a publication from the recent literature in the cold atom domain is discussed. We present here an overview of the axis' experimental and theoretical activities on superfluid dynamics and magnetic properties of quantum degenerate Bose and Fermi gases. Part of our work not described here involves collaborations with colleagues outside France mentioned briefly in section 'Collaborations'.

#### Rubidium lab

This experimental setup, built during the previous contract, is devoted to the study of superfluidity as evidenced by the dynamics of a quantum gas, in particular in reduced dimensions. In a first project, we studied the low energy collective modes of a two-dimensional (2D) superfluid. A quantum gas is confined to two dimensions in adiabatic potentials, obtained from dressing atoms in a quadrupole magnetic field with a radiofrequency (rf) field, a method pioneered by the group. The resulting trap is very smooth and provides a long lifetime and low heating rates, which is ideal for the observation of the superfluid collective modes. We have developed a new powerful method for the analysis of these modes, using statistical correlations between the successive images of an oscillating atomic cloud [1]; we mention that this method has been implemented successfully by other groups. From the collective modes, we inferred equilibrium and superfluid properties of the gas itself. We have first evidenced in collaboration with M. Olshanii, from a shift in the breathing mode frequency, a deviation from the 2D equation of states due to the third strongly but not infinitely confining dimension. On the other hand, we have shown that a local average analysis of the frequency of the scissors mode allows identifying the boundary between the superfluid phase and the normal phase in the atomic gas, using for the first time purely dynamical criteria [2].

The second project hosted by the same experimental setup started after we received an ANR funding in collaboration with Anna Minguzzi's theory group in Grenoble (SuperRing project, 2016-2018). Here we will study the dynamics of a 2D or 1D Bose gas in an annulus, where persistent flow can occur. We have demonstrated experimentally the confinement of an ultra-cold gas in the ring trap based on adiabatic potentials. In parallel, we have developed tools to excite the annular gas in a controlled way, from rotating deformations of the adiabatic potential to phase imprinting using Spatial Light Modulators (SLM, in progress) and beam stirring using acousto-optic modulators (AOM).

#### Sodium lab

At the beginning of 2012, we started the design of a new cold atom experiment aiming at the production of low dimensional Bose gases of sodium atoms for the study of out-of-equilibrium quantum gases. The project really started in June 2013 when the new lab room opened. The first magneto-optical trap of sodium atoms has been obtained in February 2015, loaded from a homemade Zeeman slower made of permanent magnets. The following year has been devoted to the optimisation of the Zeeman slower, which involves subtle re-pumping schemes. We demonstrated in a recent publication that  $10^9$  atoms at a temperature of 150  $\mu$ K can finally be obtained every second. In the near future, the cold atoms will be transported magnetically with a series of coils to a science chamber where they will be cooled down to the Bose-Einstein condensate threshold using an 'atom chip', where the magnetic trap is produced by microscopic wires. The transportation coils are currently under test, while the atom chip will be fabricated in the summer of 2017. The final experiment will allow the study of equilibrium and out-of-equilibrium properties of 1D Bose gases in tight magnetic waveguides, with tuneable interactions with a microwave resonance.

### Chromium lab

Since 2013, we have obtained significant results in the field of dipolar quantum gases. By loading a chromium Bose-Einstein condensate in optical lattices, we have observed for the first time worldwide a Mott insulator state for a dipolar species. To demonstrate the existence and the effect of dipole-dipole interactions between distant lattice sites, we have promoted the atoms to a Zeeman excited state and monitored the subsequent spin dynamics due to inter-site dipolar spin exchange in this intrinsically many-body system. We find a good agreement with plaquette simulations, and a disagreement with mean-field calculations, which signals the role of quantum correlations [3] (in collaboration with Luis Santos). Our spin system stands as an excellent tool for quantum simulation, with an interplay between long-range dipolar and short range van der Waals interactions.

We have also studied the impact of interactions on the thermodynamics of a Bose gas possessing a spin degree of freedom. In particular, we have shown that magnetisation-changing collisions associated to dipolar interactions can be used to thermalize the spin degrees of freedom with the mechanical degrees of freedom. We then demonstrated a new cooling mechanism, which relies on thermal population of excited Zeeman states, and spin filtering leading to the purification of a BEC [4]. We also studied the interplay of spin dynamics and Bose-Einstein condensation when a multicomponent gas is rapidly quenched below the temperature of Bose-Einstein condensation (collaboration with M. Gajda and M. Brewczyk).

Finally, we have produced the first Fermi Sea with the  $^{53}\text{Cr}$  isotope [5]. This accomplishment of this other world first was possible despite a relatively low isotopic abundance, and the extreme complexity of the atomic structure due to hyperfine splitting, and unfavourable inelastic collisions. For this, we have pushed all the techniques successfully applied to the bosonic isotope, and taken advantage of a favourable interspecies scattering length to optimise evaporation of a Bose Fermi mixture. Loading dipolar fermions in optical lattices offers us new possibilities for quantum magnetism studies.

### Strontium lab

To further our exploration of quantum magnetism with large spin ultracold atoms, we started in 2014 a new experimental project, using a different species – strontium – to vary the nature of interactions and offer different probing possibilities. Strontium atoms present short-range,  $\text{SU}(N)$  symmetric interactions that contrast with the long-range, highly anisotropic interactions of chromium. The new project will furthermore rely on the exceptional spectroscopic properties of strontium, commonly used in the optical atom clock community, to develop a novel probe scheme able to provide for the first time an in-situ measurement of the spin configuration of each individual sample, with single-site, single-atom, and spin-resolved detectivity. The use of a super-resolution approach furthermore makes it applicable to short-spacing and 3D lattices. At the moment, the vacuum system including the experimental chamber is assembled; the laser system for laser cooling on a broad line is completed and a ‘red’ magneto-optical trap is operational in the mK regime. The laser system for laser cooling on a narrow line is presently being constructed with the target of laser cooling Sr atoms in the 500 nK regime.

### Theory

Our theoretical activity is related to the experiments developed within the axis, and involves well-established collaborations with colleagues outside France. In relation to the Rubidium lab, we have performed a theoretical analysis of the excitation modes of an annular quantum gas [6], which explained successfully the circulation decay observed in a group in Cambridge. We have set up for the Chromium lab advanced numerical methods to tackle the study of large spin particles, both in a BEC (mean-field theory, Gross-Pitaevskii equation), and in a lattice (exact diagonalization techniques). These methods lead to simulations that have been compared to the experimental results on the Chromium experiment. This has led to a comprehensive understanding of the peculiar magnetic behaviour of large spin dipolar bosonic atoms.

### Major Publications

- [1] R. Dubessy, C. De Rossi, T. Badr, L. Longchambon, and H. Perrin, *Imaging the collective excitations of an ultracold gas using statistical correlations*, *New J. Phys.* **16**, 122001 (2014)
- [2] C. De Rossi, R. Dubessy, K. Merloti, M. de Goër de Herve, T. Badr, A. Perrin, L. Longchambon, and H. Perrin, *Probing superfluidity in a quasi two-dimensional Bose gas through its local dynamics*, *New J. Phys.* **18**, 062001 (2016)

- [3] A. de Paz, A. Sharma, A. Chotia, E. Maréchal, J. H. Huckans, P. Pedri, L. Santos, O. Gorceix, L. Vernac, and B. Laburthe-Tolra, *Nonequilibrium Quantum Magnetism in a Dipolar Lattice Gas*, Phys. Rev. Lett. **111**, 185305 (2013)
- [4] B. Naylor, E. Marechal, J. Huckans, O. Gorceix, P. Pedri, L. Vernac, B. Laburthe-Tolra, *Cooling of a Bose-Einstein Condensate by spin distillation*, Phys. Rev. Lett. **115**, 243002 (2015)
- [5] B. Naylor, A. Reigues, E. Maréchal, O. Gorceix, B. Laburthe-Tolra, L. Vernac, *Chromium dipolar Fermi sea*, Phys. Rev. A **91**, 011603(R) (2015)
- [6] R. Dubessy, T. Liennard, P. Pedri, and H. Perrin, *Critical rotation of an annular superfluid Bose gas*, Phys. Rev. A **86**, 011602(R) (2012)

### Collaborations

- Johnny Huckans, Professor at Bloomsburg University (Pennsylvania, USA, visiting professor at LPL on a regular basis): dipolar effects in Bose-Einstein condensates: three joint publications
- Maxim Olshanii (University of Boston Massachusetts, USA, visiting professor at LPL since more than 15 years): nonlinear superfluid dynamics: three joint publications
- Barry M. Garraway (University of Sussex, UK, also a regular visiting professor): adiabatic potentials for rf-dressed atoms: three joint publications
- Jörg Schmiedmayer and Thorsten Schumm (Technische Universität Wien, Austria): one-dimensional Bose gases and atom chips: two joint publications
- Aidan Arnold (Univ. Strathclyde, UK): adiabatic potentials using induced rf fields: one joint publication.
- Luis Santos (Univ. Hannover, Germany): quantum magnetism of dipolar atoms: one joint publication
- Marek Brewczyk (Uniwersytet w Białymstoku, Poland) and M. Gajda (Polish Academy of Sciences, Poland): interplay between magnetism and Bose-Einstein condensation: one joint publication
- Rejish Nath (Pune, India), CEFIPRA project: solitons in dipolar BECs: one joint publication
- Perola Milman, Thomas Coudreau (MPQ, Paris Diderot, France): Idex USPC project
- Olivier Dulieu, Sadiq Rangwala (CEFIPRA project, India)
- Anna Minguzzi and Frank Hekking (LPMMC, Grenoble, France): ANR SuperRing project

### Academic reputation and appeal (20% selection)

#### Conference organisation

Hélène Perrin: co-chair with Michèle Leduc and Philippe Grangier of the 23rd International Conference on Atomic Physics ICAP 2012, Palaiseau, France, July 23-27, 2012: 1000 participants.

#### Prize

Karina Merloti, Prix de thèse du DIM Nano-K 2014.

#### Invited conferences

1. Etienne Maréchal, Quo vadis BEC IV, Bad-Honnef, Germany (21-25 August 2012)
2. Hélène Perrin, Collective modes of a two-dimensional quantum gas, Modern Problems in Laser Physics, Novosibirsk, Russia (25-29 August 2013)
3. Laurent Vernac, BEC 2013- Sant Feliu, Espagne (2013)
4. Bruno Laburthe-Tolra, Quantum Gases 2014: Synthetic Gauge Field and Large Spin System Beijing (Chine, 2014)
5. Bruno Laburthe-Tolra, Synthetic quantum magnetism, Dresden, Germany (31 Aug.-4 Sep. 2015)
6. Bruno Laburthe-Tolra, DAMOP (Invited session, Symposium for graduate Students) (Providence, USA, 23-27 May 2016)
7. Hélène Perrin, Probing superfluidity in a quasi-2D Bose gas, Modern Problems in Laser Physics, Novosibirsk, Russia (21-26 August 2016)
8. Hélène Perrin, Probing superfluidity in a quasi-2D Bose gas, Colloquium of the Russian Quantum Center, Moscou, Russia (11 November 2016)
9. Bruno Laburthe-Tolra, APS March meeting Invited Session (New Orleans, 13-17 March 2017)
10. Hélène Perrin, Superfluid dynamics of a quasi-2D Bose gas, Quantum Africa 4, Tunis, Tunisia (30 April-5 May 2017)

#### Responsibility in scientific societies

Hélène Perrin: board member of the Atomic, Molecular and Optical Physics Division of the European Physical Society (since September 2016).

#### Teaching responsibilities (> Master)

Paolo Pedri: Responsable de la première année du Master Physique et Sciences des Matériaux (anciennement Physique et Applications) de Paris 13 pendant toute la période de référence.

#### Research project evaluation

Hélène Perrin: member of the board of the DIMs Nano-K and SIRTEQ.

#### Referral for journals

Axis' members have been referees for: Physical Review A, Physical Review Letters, Nature Physics, Nature, Science, European Physical Journal D, Optics Communications, Physica Status Solidi B, New Journal of Physics, Journal of Physics B, Phys. Lett A, Oxford University Press.

#### Scientific projects

The results obtained at LPL during the previous contract set our axis at the forefront of research on quantum degenerate gases. After pioneering an exquisite control allowed by rf-dressed traps, and novel analysis methods based on the analysis of correlations, we think that we can rapidly join the community (G. Campbell, Z. Hadzibabic, ...) studying transport in annular geometries. The first step will be to transfer the BEC in a tight annular waveguide. Rotation will be induced by Spatial Light Modulators and beam stirring using acousto-optic modulators (AOM). The expected outcomes of this project include the experimental demonstration of a controlled transfer of angular momentum to a quantum gas confined in an annulus and the understanding of its decay mechanisms throughout the dimensional crossover between 2D and 1D regimes, as well as an analytic description of this dynamics. The expected results have applications in atom interferometry and will pave the way to the realisation of macroscopic superpositions of current states with ultracold atoms. This work on transport will be complemented by our atom chip sodium project, where out-of-equilibrium transport properties will also be studied. The chip design includes a microwave coplanar waveguide, which will be used to tune the interatomic interactions with microwave-induced Feshbach resonance, predicted in 2010 but never observed yet. This should allow us to investigate the full crossover between weakly and strongly interacting one-dimensional gases.

Our recent study of out-of-equilibrium magnetism of chromium atoms loaded in 3D optical lattices, realising a spin lattice model with dipolar particles, triggered a lot of attention worldwide, due to the interest of this system for quantum simulation. A number of experimental groups are now willing to join this game, using dipolar magnetic or Rydberg atoms, or molecules. Our goals are to clarify the conditions for quantum correlations to spread, and to find new probes to characterise entanglement (measuring the collective spin and its fluctuations, as well as bi-partite entanglement). In the spirit of quantum simulation, we will explore the interplay between quantum magnetism and tunneling, in the relevant regime where exotic transport properties are expected to emerge, and quantum correlations up to now prevent any realistic classical simulation. By studying equilibration after a quench, connections to many-body localisation are foreseen. In parallel, our new Strontium experiment will allow to study another type of magnetism associated to spin-independent interactions in a large spin Fermi system. The associated  $SU(N)$  symmetry is expected to give rise to novel spin liquids with a chiral character. While a number of groups worldwide already compete in this direction (Bloch, Fallani, Ye, Takahashi), our experiment will possess the unique feature of a new probe based on super-resolution techniques. This probe has the major advantage over the so-called "atomic microscopes" that 3D resolution is available at the 100 nm range, and spin sensitivity is granted for all the 10 spin states.

#### SWOT analysis

**Strength:** a critical mass has been reached, with four state of the art experiments, linked and complementary. Cohesion is excellent, based on an important pool of permanent researchers. We developed unique technologies which warrant the originality of research, and insures international visibility. We also secured in-house theoretical support (Pedri), and have developed strong links with theorists worldwide (Olshanii, Garraway, Rey, Santos, Gajda).

**Weakness:** the number of PhD students is small compared to the international standards. The Rb and Cr projects have been well funded but the recurring funds are too weak to insure proper upgrades of these

experiments. The Sodium and Strontium projects only benefitted from relatively limited starting grants. It is of the utmost importance to secure strong funding for both these projects in order to insure their viability.

**Opportunities:** Our research develops in synergy with an international endeavour, at the crossing point between AMO and condensed matter physics. Advances in the field have an interdisciplinary impact which boosts visibility and interest. Many open questions remain due the strong quantum correlations, and have an impact on quantum many-body fundamental physics and its projections for future quantum technologies. Our growing international visibility sets us in a good position to attract interest of theoreticians, with the hope of constituting a new in-house theoretical group, around the activity of Paolo Pedri, hopefully together with new recruits.

**Threats:** Experimental projects are increasingly difficult and competition is fierce. It is important that the novel ideas and scheme developed at LPL can find rapid applications. Success could be endangered by the difficulty to hire students (partly due to competition with other Ile-de-France groups), and to the difficulty to secure strong funding for our emergent projects.

## PARTIE B.2 – BILAN ET PROJET DES AXES DU LABORATOIRE

**AXE METROLOGIE, MOLECULES ET TESTS FONDAMENTAUX****Presentation of the Metrology axis**

The group Metrology, Molecules and Fundamental Tests is performing ultra-high resolution molecular spectroscopy in the near and middle infrared and optical frequency metrology. It is led by Anne Amy-Klein and Christian Chardonnet. It is composed of nine permanent people and it has hosted around five non-permanent people per year.

The research done by the MMTF group is mainly experimental. We aim at performing high-precision measurements on molecules. Those, thanks to their rich internal structure as compared to atoms, offer new opportunities to perform fundamental tests of physics beyond the standard model or to measure fundamental constants. This very ambitious purpose led us to the development of experimental tools for ultra-high resolution spectroscopy of molecules.

Specifically, we have developed for years frequency stabilised lasers emitting in the mid-infrared (IR) for rovibrational spectroscopy. During the last five years, we extended our stabilisation schemes to Quantum Cascade Lasers (QCL), which exhibit a much wider tuneability. We also set-up a new optical frequency comb in order to transfer to a QCL the frequency stability and accuracy of a near-IR frequency reference transferred to LPL from SYRTE using an optical link. Such a link was initially developed for our own frequency control needs. It is now being developed for frequency transfer at the continental scale, together with the exploitation of this technique, through the Equipex Refimeve+ dedicated to the implementation of a national metrological network.

New spectroscopic tools are also currently being developed, as the buffer-gas cooling of complex molecules using laser ablation of solid targets in cryogenic cells, or the combination of IR and microwave excitations in order to selectively detect molecules by free-induction decay. These tools will enable us to set-up a novel experiment in order to observe parity violation in chiral molecules. QCL were first implemented in a novel generation set-up measuring the Boltzmann constant through linear absorption of ammonia. This set-up is now being transformed towards the "mise en pratique" of the Kelvin. We also extended our experience of frequency stabilization on narrow lines of iodine to lasers emitting in the near-IR. Finally, we have started a new project aiming to develop compact optical frequency comb based on Quantum-Dash semiconductor lasers for remote applications.

In addition, we have collaborated with the SAI group to carry out for the first time selection reflective spectroscopy of molecules. This project are described in the SAI group report. Finally, theoretical issues on fundamental metrology, atom optic and interferometry are also studied.

These research activities aim at fundamental knowledge, applications (with the instrumental developments) and service (within the Equipex Refimeve+). The MMTF group is also one of the five core partners of the Labex First-TF, led by Noël Dimarcq from SYRTE. We participate to many activities of this excellence network in the domain of time and frequency metrology.

**Workforce****Permanent staff**

**Anne Amy-Klein (Pr) team leader**, Benoît Darquié (CR), Frédéric Du Burck (Pr), Christian Bordé (DR emeritus, member of the French Académie des Sciences and of the Académie des Technologies), **Christian Chardonnet (DR, currently at Research Ministry) team leader**, Christophe Daussy (MCF HDR), Olivier Lopez (IR CNRS), Vincent Roncin (MCF), Sean Tokunaga (MCF, from sept 2015).

**Non-permanent staff**

Bérengère Argence (post-doc, 2013-2015), Frédéric Auguste (2011-2013, PhD suspended after 18 months), Papa Lat Sow (2011-2015), Anthony Bercy (2012-2015), Etienne Cantin (IR CDD, from 2016), Bruno Chanteau (2009-2013), Amine Chaouche Ramdane (PhD, from 2014), Nicola Chiodo (postdoc, 2013-2014), Pierre Gruning (postdoc, 2015-2016), Elias Moufarej (postdoc, 2017-), Sinda Mejri (2012-2014), Matthieu Pierens (from 2015), Nicolas Quintin (IR CDD, 2013-2016), Dang Bao An Tran (from 2015), Rosa Santagata (postdoc, 2016-2017), Fabio Stefani (post-doc, 2012-2013).

## Contracts

The complete list of the axis' contracts over the period from January 2012 to June 2017 is set out in appendix 4.2. Among others, we mention here 5 ANR contracts plus one ANR Templin (obtained recently) and several European contracts in the domain of metrology.

## Scientific Report

### • Parity violation in molecules (PV)

We have studied methyltrioxorhenium (MTO), an achiral test molecule from which promising chiral derivatives have been synthesized. We have conducted sub-Doppler spectroscopy in a room temperature cell and linear absorption spectroscopy in a continuous supersonic beam. To increase the flux for such solid species to the required level, we are developing cold, slow and intense buffer-gas-beam sources. In collaboration with Imperial College London, we have demonstrated buffer-gas cooling (to ~6K) of MTO, showing that organometallic species interesting for PV survives the ablation. With this set-up, we have demonstrated the first precise spectroscopic measurements of buffer-gas-cooled molecules in the mid-infrared region around 10  $\mu\text{m}$ , obtaining rotational and hyperfine-resolved absorption spectra. Our MTO data have been used in a combined analysis of microwave, millimetre and infrared data, enabling a detailed spectroscopic characterization of MTO. We have also studied trioxane, another test species solid at room temperature. We have recorded in cells and beams more than 300 saturated absorption lines spanning ~400 GHz at 100-kHz resolution and demonstrated buffer-gas cooling (unpublished yet). We are currently working now on extracting a buffer-gas beam of trioxane.

We have participated in the characterization of two new promising MTO chiral derivatives synthesised by our collaborators. We have also characterized chiral ruthenium candidate complexes for a PV test via photoelectron spectroscopy and circular dichroism at the Synchrotron SOLEIL (unpublished yet).

We have designed and built a first generation microwave circuit for a novel high-sensitivity state-selective and enantiomer-selective detector, based on driving rotational transitions and measuring the resulting free-induction decay. We are now trying to observe molecular signals from a room temperature vapour.

We have started to replace our CO<sub>2</sub> lasers by quantum cascade lasers (QCLs), which are phase-locked either to a CO<sub>2</sub> laser or to a comb (see below). Using QCLs increases tuneability by at least 3 orders of magnitude and gives access to the entire mid-IR region, leading to a large increase in potential candidate species. We have observed first both broadband and high-resolution spectra in a multi-path cell.

Eight publications in peer-reviewed international journals (+ two submitted)

Noteworthy result: buffer-gas cooling to 6K and precise spectroscopy of MTO, the test molecule of PV.

Main collaborations: ISCR (Université Rennes 1), ENS Lyon, LCPQ (Université Toulouse 3), CTCP (Massey University, New Zealand), PhLAM (Université Lille 1), MONARIS (UPMC), Synchrotron SOLEIL, CCM (Imperial College London)

Main financial supports: ANR (NCPCHEM, Astrid QUIGARDE, PVCM), DIM Nano-K, Royal Society, SOLEIL

### • Frequency dissemination by optical fiber link:

Ultrastable frequency dissemination between distant labs is very challenging for high-sensitivity experiment in metrology and fundamental physics. For that purpose we have developed optical fiber links since around 10 years: we transfer through an optical fiber the frequency of an ultrastable laser emitting at 1.5  $\mu\text{m}$  using an active compensation of the phase noise added by the propagation, arising from thermal and acoustical fluctuations of the fiber optical length.

In order to extend this technique on a larger scale, we are using the fiber network of RENATER, the French research and education network. The ultrastable signal is transmitted simultaneously to the digital data by wavelength multiplexing. Moreover, we have developed a dedicated repeater laser station which enables us to repeat the ultrastable signal from one to another link together with the active fiber noise compensation. We have thus implemented a cascaded link of 1500 km from Paris to Strasbourg and back, with a fractional instability of a few  $10^{-16}$  at 1 s integration time and around  $10^{-19}$  after  $10^3$  s. It is part of a link between SYRTE and PTB (in Germany), which enables us to compare the French and German atomic clocks. Similarly, we have

developed a link between NPL (UK) and SYRTE for clocks comparison. We are also setting up a national metrological network through the Equipex Refimeve+. This project is developed in collaboration with SYRTE under the responsibility of C. Chardonnet. The know-how transfer is on progress to the company Muquans. In parallel to this links' deployment, we have also studied accurate time transfer, various architectures of frequency dissemination, including multi-user distribution, and the limits of the noise rejection (PhD of A. Bercy, post-doc of F. Stefani).

11 publications in peer-reviewed international journals (+ two submitted).

Noteworthy result: first comparison (and agreement) of fully independent Sr optical clocks in France and Germany using a phase-coherent optical frequency transfer via a 1415 km long telecom fiber link.

Main collaborations: SYRTE (P E Pottie), LP2N (G Santarelli), PTB (Allemagne), NPL (UK), LKB.

Main financial supports: ANR LIOM, Equipex Refimeve+, Labex First-TF.

• **Absolute frequency control using optical frequency comb**

From 2010, we have implemented a new optical frequency comb emitting at 1.55  $\mu\text{m}$ . It is stabilised to an ultrastable and accurate near-IR reference signal transferred from SYRTE to LPL by an optical link. We developed a new set-up in order to phase-lock a Quantum Cascade Laser to this comb, using sum-frequency mixing in a non-linear crystal. We checked that the QCL is actually copying the stability and accuracy of the near-IR reference, leading to instability of a few  $10^{-15}$  from 1 to 100 s averaging time and linewidth below 1 Hz. The set-up is also able to tune the comb repetition rate and therefore the QCL frequency. First applications to  $\text{OsO}_4$  and methanol spectroscopy have been performed.

Three publications in peer-reviewed international journals

Noteworthy result: accurate frequency control of a QCL at 10.3  $\mu\text{m}$  with a linewidth below 1 Hz

Main collaborations: SYRTE, LERMA (UPMC)

Main financial supports: ANR LIOM, Labex First-TF

• **Optical determination of the Boltzmann constant  $k_B$**

In order to overcome the  $\text{CO}_2$  laser based spectrometer limitations, we have developed a widely tunable 10  $\mu\text{m}$  spectrometer based on a tunable QCL. The laser has been phase-locked to a frequency-stabilized  $\text{CO}_2$  laser, which results in a record line width of the order of 10 Hz, a relative stability at 1s in the  $10^{-14}$  range and a relative accuracy of  $3 \cdot 10^{-12}$ . Spectra of ammonia over several GHz using our QCL source were recorded, thereby demonstrating the potential of QCLs for precision measurements.

For precision spectroscopy, a reduced detection bandwidth may add asymmetries to the lineshape, broaden it or shift the central frequency. A theoretical model has been proposed for a careful analysis of these effects and has been validated by applying it to the analysis of high-quality molecular spectra.

In the frame of our project dedicated to the  $k_B$  measurement by laser spectroscopy, we have performed an accurate analysis of self-broadened  $\nu_2$  saQ(6,3) lineshape of  $\text{NH}_3$  using various models that account for speed-dependent as well as Lamb–Dicke–Mössbauer effects. Hyperfine structure of the probe transition and distortions of the lineshape due to the finite detection bandwidth have been included in the analysis. We also evaluated the saturation parameter in our experimental conditions and its impact on the accuracy of the Doppler width measurement. We concluded that a determination of  $k_B$  with a competitive accuracy of a 2.3 ppm by measurement of the Doppler width in ammonia is reachable.

9 publications in peer-reviewed international journals.

Noteworthy result: Unique measurement of the Boltzmann constant by laser spectroscopy reported by the CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants.

Main collaborations: LNE-CNAM (S. Briaudeau, O. Koslova), PHLAM (F. Rohart), Università di Napoli (L. Gianfrani).

Main financial supports: European Community, LNE, ANR ASTRID Guigarde.

• **Compact frequency comb**

The aim of this research project initiated 3 years ago is to explore performances of semiconductor self-pulsating lasers in the field of frequency metrology for realization of compact referencing systems. Those sources spontaneously emit a frequency comb thanks to a passive mode locking. The self-pulsating source is an InGaAs based quantum dash mode-locked laser diode (QD-MLLD) with an optical spectrum extending over 10 nm around 1550 nm. Its repetition rate is 10 GHz.

We have firstly developed a setup for the frequency stability characterization based on transfer cavities (a confocal cavity and a ring fiber cavity) referenced to an ultra-stable optical signal sent through an optical

fiber from SYRTE. Thereby, we have implemented a transportable system composed of two external cavity laser diodes (ECLDs) at 1.5 $\mu$ m tunable over 100 nm with a frequency stability of  $10^{-12}$  over more than  $10^3$  s. We have then shown that the frequency stability of a stabilized ECLD can be transferred to the QD-MLLD comb by optical injection assisted by optoelectronic stabilization: the linewidth is divided by a factor 1000 (from 50 MHz to 50 kHz) and the long-term stability is that of the master laser.

One publication in peer-reviewed international journals (+ one submitted).

Noteworthy result: Demonstration of frequency stability transfer to the entire comb.

Main collaboration: FOTON.

Main financial supports: Labex First-TF, GRAM, CNRS.

• **Near-IR laser stabilisation to iodine**

We have continued our collaboration with SYRTE concerning the development of stable, compact and transportable near-infrared sources stabilized on molecular iodine. We have realized the frequency tripling of a CW-Telecom laser diode using two cascaded PPLN ridge nonlinear crystals in single-pass configuration. Up to 290 mW optical power is generated in the green range from 800 mW of infrared power around 1.54  $\mu$ m, corresponding to an optical conversion efficiency greater than 36 %. To our knowledge, this is the best value ever demonstrated for a CW-third harmonic generation in single-pass configuration. Once frequency locked to a narrow linewidth iodine hyperfine line (200 kHz) near 514 nm, we have demonstrated a frequency stability of the source of  $1.4 \times 10^{-13}$  at 1 s.

Five publications in peer-reviewed international journals + one patent.

Noteworthy result: Efficient third harmonic generation of a CW 1.5  $\mu$ m laser diode frequency.

Main collaborations: SYRTE, ISI (République Tchèque).

Main financial supports: ANR STAB12, Labex First-TF.

**Collaborations**

- Paul-Eric Pottie and coll., LNE-SYRTE, Paris, optical fiber link and clocks measurements, 12 joint publications
- Giorgio Santarelli, LP2N, Bordeaux, optical fiber link, 12 joint publications
- Gesine Grosche, Christian Lisdat and coll, PTB, Braunschweig, Germany, optical fiber link and clocks measurements, 3 joint publications
- Jochen Kronjager and coll, NPL, Teddington, UK, optical fiber link and clocks measurements, 1 joint publication
- Saïda Guellati, LKB, Paris, optical fiber link, 2 joint publications
- Yann Le Coq and coll, LNE-SYRTE, Paris, Absolute frequency control using optical frequency comb and clocks measurements, 6 joint publications
- Christof Janssen, Thomas Zanon et coll, LERMA, Paris, QCL stabilisation and high-resolution molecular spectroscopy
- Andrey Goncharov, Laser Physics Institute of Russia Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, visiting professor: laser stabilisation, 2 joint publications
- Alexander Shelkownikov, P.N.Lebedev Physics Institute of Russia Academy of Sciences, Moscow, Russia, visiting professor: high-resolution molecular spectroscopy, 1 joint publication
- Jeanne Crassous and coll., Institut des Sciences Chimiques de Rennes, Université Rennes 1: synthesis of chiral molecules for parity violation and photoelectron circular dichroism measurements, 2 joint publications
- Laure Guy, Laboratoire de Chimie, Ecole Normale Supérieure de Lyon: synthesis of chiral molecules for parity violation measurements, 1 joint publication
- Trond Saue, Laboratoire de Chimie et Physique Quantiques, Université Paul Sabatier: Toulouse III : relativistic quantum chemistry for a parity violation measurement, 2 publications
- Peter Schwerdtfeger, Centre for Theoretical Chemistry and Physics, New Zealand Institute for Advanced Study, Massey University, Albany, Auckland, New Zealand: relativistic quantum chemistry for a parity violation measurement
- Thérèse Huet and coll., Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules, Université Lille 1: rotational spectroscopy of molecules for a parity violation measurement, 1 publication

- Pierre Asselin and coll., Laboratoire 'de la Molécule aux Nano-objets : Réactivité, Interactions et Spectroscopies', Université Pierre et Marie Curie Paris 6: vibrational spectroscopy of molecules for a parity violation measurement, 1 publication
- Olivier Pirali, Synchrotron SOLEIL, AILES IR beamline: vibrational spectroscopy of molecules for a parity violation measurement
- Laurent Nahon, Gustavo Garcia and coll., Synchrotron SOLEIL, DESIR UV beamline: photon-electron spectroscopy and photo-electron circular dichroism of chiral organo-metallic complexes
- Mike Tarbutt and coll., Centre for Cold Matter, Blackett Laboratory, Imperial College London: buffer-gas cooling of polyatomic molecules, 2 publications
- Daniel Comparat, Hans Lignier and coll., Laboratoire Aimé Cotton, Université Paris 11: cold sources of molecules for parity violation measurements
- Athanasios Laliotis and coll, équipe 'Spectroscopie atomique aux interfaces' du Laboratoire de Physique des Lasers, Université Paris 13, molecule-surface interaction studies by selective reflection in the mid-infrared
- S. Briaudeau, O. Koslova and coll, LCM-LNE-INM/CNAM, Saint-Denis, France, Thermometry, 3 joint publications
- F. Rohart, PHLAM, Lille, France, absorption line shape analysis, 2 joint publications
- L. Gianfrani and Coll, Università di Napoli, Boltzmann constant determination, 2 joint publications
- M. Carras, III-V LAB, Paris, France, 10 $\mu$ m QCL design and manufacturing
- B Parvitte, V Zeninari, GSMA, Reims, France, QCL spectrometer at 10 $\mu$ m and applications
- M. Piette, Laboratory of Electro Magnetic Applications, Royal Military Academy, Belgium, Ultrawideband Transmitter in the 3.1–10.6-GHz Band, 5 joint publications
- Ouali Acef, LNE-SYRTE, Iodine frequency stabilized telecom laser diode at 515 nm, 15 joint publications
- J. Hrabina, J. Lazar, M. Sarbort, O. Cip, Institute of Scientific Instruments, Brno, Czech Republic, Properties of iodine cells for laser standards, 7 joint publications
- Y. Nishida, NTT Electronics Corporation, Japan, Third harmonic generation from a CW-fibered 1.5  $\mu$ m laser diode, 1 joint publication
- Pascal Besnard, Stéphane Trebaol, FOTON, CNRS-Université Rennes 1: Stabilisation of a tunable laser at 1.55 $\mu$ m, 1 joint publication
- Alexandre Shen, III-V Lab, Frequency stabilization of a quantum dash mode locked laser, 1 joint publication

### **Bibliographic data**

Summary : 40 (+3 submitted) publications in peer-reviewed international journals, 19 publications in peer-reviewed proceedings, 12 other publications, 31 oral invited communications, 37 other oral communications, around 95 communications by posters.

**SWOT analysis**

<p><b>Strengths</b> Rare combination of skills in metrology and molecular spectroscopy Financial supports Both fundamental research and applications International renown</p>	<p><b>Weaknesses</b> Service activities (time consuming) Know-how transfer (time consuming) Lack of people</p>
<p><b>Opportunities</b> Niche research Emerging international interest for high-precision experiments with molecules Original instrumental developments Know-how transfer and international development of our technologies</p>	<p><b>Threats</b> Overwhelmed in work Poor attractiveness (for PhD students and post-docs) both due to our thematic and our localisation</p>

**Scientific project**

- **Parity violation in molecules**

Weak interactions-induced parity violation (PV) should lead to a tiny energy difference between the enantiomers of a chiral molecule, which can be spectroscopically observed by comparing rovibrational spectra of left and right-handed molecules. In the next year, we propose to develop a new generation experiment. It will comprise a buffer-gas-cooled molecular beam, a widely tuneable QCL based Ramsey interferometer calibrated against primary frequency standards and the novel high sensitivity microwave detector mentioned above. Buffer-gas beams are the very latest molecular beam source technology. Those formed using laser-ablated solid-state species exhibit both low velocity and some of the highest beam fluxes to date, making them very attractive for high resolution spectroscopy. The use of QCLs allows the study of any species showing absorption between 10 and 100 THz. The new detector will increase our sensitivity while opening new possibilities for coherently manipulating chiral molecules leading to enantiomer-selective detection in a racemic mixture. In parallel to these instrumental developments, we will keep on characterizing new chiral species until the ideal one is found. The proposed technology opens possibilities for using polyatomic molecules beyond PV to perform other tests of fundamental physics.

- **Frequency dissemination by optical fiber link**

In the next years, we will face the challenge to make a national metrological network actually work, with the Equipex Refimeve+, in collaboration with SYRTE. The main difficulties will consist in distributing the signal to many users simultaneously, supervising the whole network and assess its performance. We will also contribute to the extension of such a network at the European scale, through our participation to two European networks. We will also carry on our studies on the limits of the noise rejection (for example due to polarisation effects or amplifiers), on hybrid link architectures, on multi-users dissemination and on RF/optical simultaneous transfer. Finally, we will collaborate with the end-users of the Refimeve+ network to learn them using the ultrastable signal without any degradation due to the last km fibers or due to the comb required for the stability transfer to another spectral range (see below).

- **Absolute frequency control using optical frequency comb**

The next years will be devoted to increase and automatize the tunability of the comb repetition rate and thus the QCL locked to this comb. This spectrometer will then be used for the PV experiment.

- **Implementing the new kelvin**

By the end of 2017, there will be a soundly founded value for the Boltzmann constant, arising out of the CODATA adjustment of fundamental constants. In 2018, the International Committee for Weights and Measures plans to redefine the SI units in terms of fixed values of fundamental constants. Our approach is one of the 4 methods considered by the Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) for the future

« Mise en pratique du kelvin ». We will develop a novel primary thermometry method based on the Doppler Broadening Thermometry. This method aims to provide complementary thermodynamic temperatures with uncertainties comparable with those of more established primary thermometry methods.

We will develop a tunable thermostat and a new spectroscopic sample gas cell for ammonia operating from gallium to indium points (300 to 430 K). We will work to control the recorded absorption line shape over the whole temperature range. An upgrade of 10 $\mu$ m QCL spectrometer will be performed in order to reduce statistical uncertainty.

- **Compact frequency comb and Near-IR laser stabilisation to iodine**

The next step of the project is to determine precisely the quality of the stability transfer within the frequency comb generated by the QD-MLLD. The study of the frequency stability of the comb modes as a function of their distance from the injected mode is in progress. In the following, two directions will be considered.

First, the realization of a transportable prototype for the frequency stability transfer, based on a fully fibred setup. The QD-MLLD will be stabilized by injecting a mono frequency source, itself stabilized on a molecular reference. An original device based on an acetylene cell inserted into a fibre ring cavity is currently developed. The use of a HCN cell is also considered. A third possibility is to use the source developed in collaboration with SYRTE, frequency stabilized onto an iodine transition. The high level of stability achieved with this device could thus be transferred over tens of nm.

The other direction of work is the generation of terahertz by photomixing of two modes of the frequency comb generated by the QL-MLLD. The stabilization of the comb onto a molecular reference would lead to confer long-term stability to the microwave beat.

## PARTIE B.3 – BILAN ET PROJET DES AXES DU LABORATOIRE

**AXE ATOMES AUX INTERFACES****Presentation of the "atom at interfaces" axis**

Atom at Interfaces is an activity developed along two kinds of "niche" experimental techniques, born by two different teams interacting whenever possible: "OIA" plays with atom optics and interferometry, thanks to metastable atomic beams (now cooled) sent in vicinity with surfaces, while "SAI" uses high-resolution laser spectroscopy to study excited atoms of a vapour close to a surface. A common interest is the long-range atom-surface interaction ("Casimir-Polder"), yielding in the van der Waals regime a rapid spatial dependence (in  $z^{-3}$  for a plane interface with  $z$ : atom-surface distance). The extension of the probed region spans from few nm (atomic beam) to  $\sim 100$  nm (optical technique). The interfaces can be nanostructures (nano-grating with atomic beam, artificial opal for optical techniques), or are well-controlled for flat surfaces (super-polished sapphire), when the knowledge of the surface modes (polariton) - possible thermally populated - becomes critical.

**Work force****Permanent staff**

SAI team: **Daniel Bloch (DR) team leader**, Martial Ducloy (DR Emeritus), Athanasios Laliotis (MCF), Isabelle Maurin (MCF HDR)

OIA team: Jacques Baudon (Pr Emeritus), **Gabriel Dutier (MCF) team leader**, Martial Ducloy (DR Emeritus), Marie-Pascale Gorza (MCF, until 2014), Nathalie Fabre (MCF, since 2014), Constantinos Mainos (MCF – Docteur d'Etat), Francisco Perales (MCF HDR)

**Non-permanent staff – PhD students**

SAI team: Joao de Aquino Carvalho (PhD, 2014-), Philippe Ballin (PhD, 2009-2012), Junior Lukusa Mudiayi (PhD, 2016-), Elias Moufarej (PhD, 2011-2014), Ilya Zabkov (2 months in 2012-13, for a Russian PhD)

OIA team: Hanane Bricha (PhD, 2016-), Franck Correia (PhD, 2014-), Thierry Taillandier-Loize (PhD, 2011-2014)

**Contract and specific financial support****OIA team**

DIM C'Nano, Atomic and molecular matter wave near field investigation with nanostructured surfaces (2013-2016) 30 k€

CNRS INIST PEPS, Dispositif d'Atomes Diffractés – Imagerie de Source lumineuse sub-longueur d'onde (2014) 12 k€

Labex SEAM, Cold atoms for probing suspended monolayer graphene properties (2014-2017) 18 k€

**SAI team**

ANR "Mesoscopic gas" (300 k€ from 2009 to 2013)

CNRS specific (for selective reflection on molecular gas 2015) ( $\sim 15$  k€)

CAPEs (Brazil) "Science without borders" support of a PhD grant (2014-18) ( $\sim 100$  k€)

Université Paris13 -I2SE (Institut Interdisciplinaire en sciences expérimentales) (10,5 k€)

The Royal Society (cooperation with Imperial College-UK) mid 2012 (with MMTF) 5k€

PICS CNRS Russia #5813 (till end 2013) (about 6 k€/year, 4k€/year for LPL)

CAPEs COFECUB (Ph 740/12) with Brazil (2012-2015) total  $\sim 40$  k€,  $\sim 4$ k€/year for LPL

ECOS-Sud (U14 E01) with Uruguay (2015-17) about 3k€ /year for LPL

IRMAS (French-Armenian CNRS LIA laboratory)  $\sim 1.5$  k€ (2014-)

Université Paris13 - BQR (for 2017 or delayed): 24 k€ (partly shared with MMTF -LPL)

PHC Sakura with Japan (since 2017) a fraction of 6k€/year - main partner IS2M- Mulhouse

**Scientific report****OIA team**

Beams of atoms flying through transmission nanogratings have been studied extensively with thermal sources during the two last decades for various related physical phenomena (atomic interferometry, van der

Waals atom-surface interaction, topological phases, etc...). In 2012, we decided to build a beam of slow metastable Argon ( $\text{Ar}^*$ ) atoms. A magneto-optical trap (MOT) of  $\text{Ar}^*(^3\text{P}_2)$  has been prepared (early 2013) from a thermal beam, and this cold atomic cloud is the source for a secondary beam of slow  $\text{Ar}^*$  atoms, obtained by a pulse of a pushing laser. The obtained slow beam, despite its rather low flux ( $\sim 5 \times 10^4$  at/s) has unique properties and a high versatility [1]: the final atomic beam velocity is tunable with a very high accuracy (because of velocity selectors) between 20[0.02] and 140[1] m/s, and the velocity distribution narrower than 3%. In addition, the detector (multi-channel plate) allows an accurate space-time measurement (0.15 mm and 1 ns).

With such a source, the time spent in the vicinity of the nanograting can be reduced by a huge factor (e.g. 28 for Ar between 560 to 20 m/s) leading to a tremendous atom-surface interaction (van der Waals or Casimir) contribution regards to the diffraction pattern, especially within a distance between transmission nanograting bars, which is 50 nm or 25 nm maximum between a surface and atoms. Obtained diffraction pictures at low velocities obviously reveal the major role of a rigorous atom-surface interaction potential calculation in nanoscale regime. Nanogratings bars cannot be approximated as infinite wall with  $z^{-3}$  law and the complete shape has to be taken into account: bar depth, wedge. A theoretical collaboration started with S. Scheel at Rostock University for such subtle calculations. We also noticed that at very low velocities the atomic wave packet model in semi-classical approximation is not sufficient to model the experiment. Such a large discrepancy tells us to use a complete quantum approach with the 2D Schrödinger equation model.

In 2009, we proposed [J. Baudon *et al.*, PRL. **102**, 140403, (2009)] to extend the concept of "meta-optics" (known as Negative Index Materials - NIM - in light optics) to matter waves. The main specificity of NIM "meta-media" for atom optics is their transient character, linked to the fact that for matter waves, this is the *group velocity*, which is reversed contrarily to the equivalent process in light optics, where the phase velocity is reversed. Indeed, it appears quite delicate to reverse the phase velocity for matter waves. External potentials can be used to perturb the atom trajectories in vacuum. As it has been shown, "comoving" potentials conveniently applied to atom waves allow one to reverse the atom group velocity, with respect to the phase velocity. This is enough to make appear features characteristic of NIM media, especially the negative refraction phenomenon in which incident and refracted atomic trajectories are on the same side of the normal to the interface. A magnetic device, made of ten pairs of alternated electromagnets, has been realized to generate a pulsed (comoving) magnetic field synchronized with the atomic cloud flying through. A small velocity was requested to compensate the available magnetic field intensity (0.1 T). Preliminary encouraging results have been observed: longitudinal and transverse velocities modifications of the incoming atomic beam. Collaboration with Laboratoire Aimé Cotton (LAC) should provide us a power-supply dedicated for the magnetic device (faster rise time, higher field) with which a clear demonstration is expected (velocity changes higher than the velocity distribution).

### SAI team

The demonstration of a temperature-dependence of the Casimir-Polder interaction, through selective reflection (SR) spectroscopy has been an important milestone in the domain (CNRS-INP newsletters) of non-zero temperature quantum electrodynamics [2]. This achievement results from a long-term investigation, including several difficulties and reorientation of the experiments.

The result is significant for many reasons. The only previous demonstration involving temperature (E. Cornell's group, 2007, with a set-up analogous to preliminary steps of the FORCA-G experiment) was performed off the thermal equilibrium, with measurements much further away from the surface ( $\sim 10 \mu\text{m}$ ), in a regime insensitive to the surface resonances. As shown notably by Greffet *et al.* in the 1999-2000, the thermal emission at the interface, responsible for the blackbody radiation of the window in the far-field, has a near-field component, whose spectral features strongly depend on the nature of the window (here, sapphire). Experiments with atoms in front a "hot" surface are a way to bring a kind of quantum detector (*i.e.* an atom) to probe the thermal field in its near-field regime. Even if our experiments are sensitive to a distance range  $\sim 100$  nm, extrapolation to shorter distances may be revealing, in particular for the understanding of thermal processes in the short vicinity with a surface, notably for thermal adsorption/desorption, and the excitation of vibration in molecules.

The demonstration was initially performed for an atomic level whose absorption is in the wing of the resonant surface emission. Because the Casimir-Polder attraction involves the dispersion of the surface resonance, a

resonant coupling with a thermally emitting surface may lead to a shift increasing with temperature, or decreasing as well (including down to a repulsion). Such a situation is now explored, in a comparative study of the sapphire interaction for the doublet of the second resonance line of Cs vapour (455 nm and 459 nm), when only one of the level has a transition in coincidence with the surface polariton of sapphire (at  $\sim 12.2 \mu\text{m}$ ). This makes critical the uncertainties on the sapphire resonances. New measurements encompassing the whole spectrum of sapphire, with temperature dependence, are performed (CEMHTI-Orléans) to refine the temperature-dependent predictions of the sapphire modes. Our observations, filtered at the sharp atomic transition, may yield an alternative source for *in situ* information on polariton modes.

Selective reflection has been the choice technique to investigate surface interaction and was limited to rather strong atomic transitions for sensitivity reasons (the probed "length" is only  $\lambda/2\pi$ ). Transferring these techniques to molecules is a challenge, recently fulfilled, partly with an internal co-operation - MMTF team-. The experiment, initially on SF<sub>6</sub> with a CO<sub>2</sub> laser, now goes on, mostly on NH<sub>3</sub>, through the development of the suitable QCL laser ( $\lambda \sim 10.6 \mu\text{m}$ ).

Following past developments of thin cell spectroscopy (1-dimension confinement), we had launched studies of the spectroscopy of a vapour confined in 3-d systems. Spectroscopy in confined vapours has emerged for the last 10 years (miniaturized optical clock, infiltrated photonic fiber, infiltration of a porous and scattering medium). We have concentrated on the infiltration of an artificial thin opal (a photonic crystal arrangement of monodisperse glass spheres prepared by successive Langmuir-Blodgett layer deposition -CRPP Bordeaux). Remarkably, we observe, through reflection spectroscopy, signals much narrower than the Doppler width [3]. These narrow resonances, obtained for specific incidences, had never been predicted, despite our initial intuition to look for a (3-dimensional) Dicke narrowing in the optical domain. Propagation implies the complexity of nano-optics, as shown by a polarization-dependence of the lineshape. We have pursued systematic experimental studies, despite a limited number of samples, and modeled the system as a resonant infiltration inside a stratified medium (the periodical density of spheres in the layer-by-layer arrangement). This ignores the technical difficulties of a 3-d photonic crystal, but reveals appropriate [4] in view of the numerous defects in ordering associated to soft chemistry photonic crystal.

Our interest for Laguerre-Gauss beams and enhancement of nearly-forbidden transitions under focusing, also relates to near-field optical properties. It has remained theoretical, as a realistic set-up implies a strong nano-optics development. It starts now to gain some recognition (joint ANR submission in 2012-13, one the "input token" in our emerging cooperation with Japanese groups).

### Major publications

[1] Taillandier-Loize T., Aljunid SA., Correia F., Fabre N., Perales F., Tualle J-M., Baudon J., Ducloy M., Dutier G., A simple velocity-tunable pulsed atomic source of slow metastable argon, J. Phys. D: Appl. Phys. **49** 135503 (2016).

[2] Lalot A., Passerat de Silans T., Maurin I., Ducloy M., Bloch D., Casimir-Polder interactions in the presence of thermally excited surface modes, Nature Communications, **5**, 4364 /ncomms5364 (2014).

[3] Ballin P., Moufarej E., Maurin I., Lalot A., Bloch D., Three-dimensional confinement of vapor in nanostructures for sub-Doppler optical resolution, Applied Physics Letters, **102**, 23, 231115 (2013).

[4] Moufarej E., Maurin I., Zabkov I., Lalot A., Ballin P., Klimov V.V., Bloch D., Infiltrating a thin or single layer opal with an atomic vapour: sub-Doppler signals and crystal optics, Euro Physics Letters **108**, 17008 (2014).

### Collaborations

#### OIA team

- University of Arizona: nanogratings [A. Cronin]
- Institut für Physik, University of Rostock: van der Waals atom surface potential calculation [S. Scheel]
- Institute of physics, University of Belgrade, Serbia [V. Bocvarsky]
- Tata Institute of fundamental research, (Mumbai, India) [C.S. Unnikrishnan]

#### SAI team

- CEMHTI (CNRS-Orléans): infrared properties of materials -windows- and dependence with temperature [P. Echegut, D. de Sousa Meneses]
- CRPP (CNRS-Bordeaux): soft chemistry, preparation of Langmuir-Blodgett opals [S. Ravaine]
- Through international bilateral co-operations: LAC (Orsay) [L. Pruvost], IS2M (Mulhouse) [O. Soppera], LKB (Paris), Nice
- IFFI-Universidad de la Republica (Montevideo, Uruguay): complementary approaches (porous media) for the spectroscopy of atomic vapour under confinement [H. Failache, A. Lezama]
- Lebedev Physics Institute (Moscow, Russia): nanofield, interaction with nanostructures [V. Klimov, I Zabkov]
- Universidad Federal de Pernambuco (Recife, Brazil): Interaction of atoms with Laguerre-Gauss fields + interaction of atoms or molecules near a surface [JR Rios Leite, JWR Tabosa]
- Universidad Federal de Paraíba (João Pessoa, Brazil) atomic spectroscopy near a surface [M. Chevrollier, M. Oriá; T. Passerat de Silans]
- Institute of Electronics (Sofia, Bulgaria): spectroscopy in a microcell, and in situ study of atomic velocities [P. Todorov]
- Center for disruptive technology (Nanyang Technological University- Singapore): atomic spectroscopy near a nanostructured surface [D. Wilkowski, N.I. Zheludev]
- Nanophotonics Research Center (Tokyo University) + Chuo University (Tokyo, Japan): spectroscopy at an interface and locally enhanced forbidden transitions [T. Yatsui + S. Tojo]

### Academic reputation and appeal (selection)

- Martial Ducloy, Member of the Russian Academy of Sciences (elected Dec.2011-jan 2012).
- Martial Ducloy, President of the Société Française de Physique until mid-2012 then deputy president until mid-2013).
- Martial Ducloy, General Chair (with S Bagayev) of the "XXIst International Conference on Coherent and Nonlinear Optics" (ICONO/LAT 2013), Moscow, June 2013.
- Daniel Bloch and Gabriel Dutier, members of the Comité local de Optique Paris 2013.

### Scientific projects

#### OIA team

The slow atomic beam is an unprecedented tool and we wish to employ it on different topics. The principal axis is the study of atoms flying through nanogratings, which should be prepared by ourselves to provide unambiguous and versatile size specifications. The model description must be improved to benefit of the full information on the atom surface interaction (potential of a small surface, diffraction with an enormous additional dephasing, quality of our nanogratings). An opportunity that we should take is to redo the same experiment but with the  $^{36}\text{Ar}$  instead of  $^{40}\text{Ar}$  (the unique laser will be detuned by 450 MHz). Doing so (same experiment with only a 10% mass difference) is a standard proposal to record new constraints on a hypothetical non-Newtonian gravitational potential in nanometer range. The major gain comes from the quasi-similar Casimir potential of the two isotopes in the range of  $10^{-4-5}$ . An improvement of two orders of magnitude is expected from alternative experiments, which are only realized yet with neutrons.

Physics of comoving fields is continuously under research for slowing down molecules or manipulates atoms in a different way. Implementing the comoving magnetic field power supply already made at LAC would propose a novel advantageous configuration (lower field intensity, smaller size, versatility). The already started original experiments will be continued. The first consists of how metastable atom and graphene might interact (Labex SEAM project): 2D van der Waals, modes coupling. The second wishes to couple free flying metastable atoms and a 2D photonic crystal at resonance with the first optical transition (811 nm): atom-cavity coupling at nanometer range with simultaneously an enormous Casimir-Polder effect is expected (Nano-K project). This situation mimics mostly a resonant and extremely sharp surface mode.

#### SAI team

The thermal emission of the surface renormalizes atomic energy levels through a virtual coupling, observed through a shift in atomic transition. A real energy transfer is also expected, that we want to investigate experimentally, implying to convert the broadband emission of a (hot) surface into the narrowband atomic

excitation. For molecules, the realm of thermal energy compares with the one of vibration excitation. The possibility of a selective transfer close to a surface opens new prospects on thermalization issues. Selective reflection spectroscopy now aims to probe molecule-surface interaction. This would be particularly appealing if the molecular orientation can be selected. Instead of opals, limited by various fabrication problems, we are now planning to study periodically organized nano-etched domains on a single piece of glass, filled with a resonant gas. Indeed, a film made of a single layer of opal has shown that a sub-Doppler line can still appear. This is very puzzling because it looks analogous to the one attributed to a 3-d confinement. If a cover can be contacted, we could also explore resonant transmission and diffractive properties on these gases confined at a sub-micrometric level. Indeed, the first observation of reflection on a molecular gas now shows that such a micrometric thickness can be sufficient. The density being controlled by pressure rather than by the temperature of a saturating vapour, the heavy constraints in the "cell preparation" may be relaxed (no heating of the cell as for alkali metal vapour).

### SWOT analysis

#### Strength

- Niche experiments.
- Original techniques in spectroscopy, cold atomic beams, atom ( $\rightarrow$  molecule) –surface interactions.
- Early expertise in near-field thermal emission, optics of surfaces and materials.
- Clean room expertise.
- Affordable experiments (versatility vs. cost).

#### Weaknesses

- Niche experiments.
- Poor control on the needed technological objects (opals, high-T cell, nano-gratings).
- Intrinsic limitations and difficulty of use, of the chosen systems (*e.g.* hot vapour, production of metastable atom).

#### Opportunities

- International co-operations, helping for samples, theory, and people (students).
- Local clean room.
- Internal collaboration for molecular spectroscopy and QCL laser handling.

#### Threats

- PhD students (hiring and funding).
- Retirement of Emeritus, aging of senior people.
- Growing competition in atom/nano-objects.

### Outstanding results

OIA: Versatile slow metastable atomic beam with a narrow velocity distribution and a velocity accuracy up to 0.2%.

Diffraction picture of 20 m/s atomic beam by a 100 nm nano-grating.

SAI: Temperature dependence of the Casimir-Polder interaction (an experimental demonstration at thermal equilibrium).

Sub-Doppler spectroscopy in an infiltrated opal: a type of soft chemistry photonic crystal.

### Scientific perspectives

OIA: Unprecedented analyse of slow atoms near a "nano" surface.

A slow atomic beam of  $^{36}\text{Ar}$  leading to a new range of constraints for a gravitational non-Newtonian potential.

SAI: Molecular spectroscopy close to an interface, possible orientational and rovibrational ( $v, J$ ) selectivity for the molecule-surface interaction plus easier technology close to a nanostructure than with hot alkali vapour.

### Thesis and habilitation

P Ballin (PhD defended June 2012) " Confinement tridimensionnel d'une vapeur de césium dans une opale de nanobilles" - presently working for a software company.

T. Taillandier Loize (PhD defended in December 2014) "Jet lent d'atomes d'argon métastables pour l'étude de l'échange de métastabilité, des interactions de van der Waals et des milieux d'indice négatif" – presently working at Télécom Sud Paris as chargé d'enseignement et de recherche.

E. Moufarej (PhD defended in December 2014) "Infiltration d'une vapeur diluée dans une opale artificielle Langmuir-Blodgett : études optiques et spectroscopique" - presently postdoc at LPL-MMTF after a postdoc at LAC.

I. Maurin, permanent LPL member, MCF, HDR defended in December 2016 " Spectroscopie atomique avec confinement nanométrique ou tridimensionnel. Recherche d'un effet de température dans l'interaction Casimir-Polder ".

## PARTIE B.4 – BILAN ET PROJET DES AXES DU LABORATOIRE

**AXE PHOTONIQUE****Presentation of the “Organic photonics and nanostructures” axis**

The Photonics axis concentrates on organic photonics devices and studies the underlying physics of these components. The axis is composed of three teams:

**Team 1:** Lasers and organic photonics - studying organic lasers under optical excitation with applied and fundamental perspectives;

**Team 2:** comprised of two sub-teams

- Team 2.1 : Organic laser under electrical pumping : whose research focus on molecular plasmonics and OLEDs in micro cavity (AB, AF, ML, MC);
- Team 2.2 : Non-linear photonic crystals (AB, ML);

**Team 3:** Light-materials interactions: non-conventional laser techniques for surface structuring, study of the physical and chemical mechanisms photo-induced on inorganic and hybrid organic/inorganic materials.

**Workforce**

**Team 1:**

**Permanent staff:** Sébastien Chénais (MCF HDR) team leader, Sébastien Forget (MCF HDR), Oussama Mhibik (IR UP13)

**Non-permanent staff:** Cédric Blanchard (Post-doc, 2016), Thomas Gallinelli (PhD, 2014-2017), Tatiana Leang (PhD, 2011-2014), Zhuang Zhao (Post-doc, 2012-2014)

**Team 2:**

**Permanent staff:** Azzedine Boudrioua (Pr) team leader, Mahmoud Chakaroun (MCF), Alexis Fischer (Pr), Min Lee (MCF)

**Non-permanent staff:** : Anthony Coens (PhD, up to November 2013), Mohamed Lazoul (PhD, up to April 2013), François Gourdon (PhD, up to January 2013), Quentin Ripault (PhD, up to 2013), Getachew Ayenew (PhD, up to July 2014), Fadwa Baladi (PhD, CIFRE 2013-2016), Samira Khadir (PhD, 2013-2016), Hocine Chikh Touami (2013-2017), Amadou Theirno Diallo (2015 – 2018), Sara Zaabat (PhD, 2016-2019), Roberto Garcia (Post-doc, 2014-2015), Lei Zeng (PhD then ATER up to October 2016).

**Team 3:**

**Permanent staff:** Luc Museur (Pr)

**Non-permanent staff:** Egor Evlyukin (PhD, 2013-2016), Thi Thui Hoa Luu (PhD, 2017-)

**Team 1 - Scientific report**

**Permanent staff:** Sébastien Chénais (MCF HDR), Sébastien Forget (MCF HDR), Oussama Mhibik (IR UP13).

Conventional photonic or optoelectronic devices are difficult to manufacture, require complex and costly growth techniques, and are based on a few chemical elements that are not sustainable. An organic photonic device can be made by low-cost techniques such as spin-coating or inkjet printing, and is basically made from a carbon-based optically active material like an organic semiconductor.

A wider definition may include all the so-called excitonic materials that share the property to be solution-processable (colloidal quantum dots, perovskites, ...) and whose optical properties are governed by excitons. Organic photonics is all about generating, detecting and controlling light: devices under consideration in this field are Organic light-emitting diodes (OLED), organic photovoltaic cells, but also photodiodes, scintillators or lasers.

The team has specifically gained international recognition over the last years in the topic of organic lasers. We are one of the unique teams in France working on this competitive topic.

In an organic laser, the gain medium is a thin film of a solution-processed active medium, such as a dye-doped polymer. It makes a compact and low-cost laser that emits directly in the visible range with a tunable

wavelength. Because organic emitters may react strongly and selectively with the environment, they can make efficient and portable on-site sensors for pollution, drugs or explosives, or for point-of-care biomarker detection. Research on organic lasers is still burgeoning, as many important challenges remain to be solved. For instance, making an organic laser diode (that is an electrically-pumped organic semiconductor laser) is an unsolved challenge after 20 years of research even if some recent results suggests a possible happy ending in a very near future. Under optical pumping, many challenges remain, but recent progresses in GaN-based device technologies enabled organic lasers to be pumped by diode lasers and even by LEDs, opening up new application perspectives and enabling the quest towards new spectral or temporal regimes that were not possible before. Obtaining a true CW solid state organic laser is a hot topic, and some other lasing regimes have never been demonstrated to date in such lasers.

We introduced a few years ago the concept of Vertical External Cavity Surface-emitting Organic Laser (VECSOL), an organic version of the semiconductor VECSEL. External cavities bring to organic lasers the faculty to produce high energies, high beam quality, and the highest conversion efficiencies. We have shown that they also enable building organic lasers that emit in otherwise unattainable spectral domains for organics such as the deep UV. Recently (2016), we published in *Light* the lowest linewidth ever obtained in an organic laser (< pm) by using Volume Bragg gratings.

We also work on more fundamental issues, strongly linked to some of the aforementioned limitations: in organic lasers, the triplet state plays a detrimental role in the photodegradation of the molecules and limits the maximum pulse duration and repetition rate. We study this photophysical aspect through time resolved experiments, aiming at measuring and controlling the triplet state population in organic lasers.

### Team 1 Collaborations

- Chihaya Adachi & Jean-Charles Ribierre, Kyushu University (Japan) : materials and structures for CW lasing (started in 2017)
- I. Diviliansky, CREOL, University of Central Florida, Orlando, USA, invited professor for one month: Volume Bragg gratings, one joint publication.
- F. Balembois, Institut d'Optique Graduate School: LED pumped lasers and luminescent concentrators, two joint publications.
- S. Sanaur, Mines de St Etienne / Centre de microélectronique de Provence : ink-jet for organic lasers, one joint publication.
- Guillaume Bertrand, CEA LIST (G. Bertrand) : synthèse et caractérisation de polymères fluorescents, started in 2016.
- JP Blanchot, Société EFFILUX (JP Blanchot): LED pumped lasers and luminescent concentrators, two joint publications.
- Mélanie Lebental, ENS Cachan, Laboratoire de Photonique Quantique et Moléculaire : organic microlasers, gain and polarization studies, two joint publications.
- E. Ishow, Université de Nantes : new molecules for organic photonics, two joint publications.
- Y. Bonnassieux, D. Tondelier, Ecole Polytechnique, Laboratoire de Physique des Interfaces et Couches Minces, Palaiseau : OLED fabrication, two joint publications.
- B. Geoffroy, CEA Saclay, OLED fabrication, two joint publications.
- H. Benisty, Institut d'Optique Graduate School: Gain in organic materials for PT-symmetry, one joint publication.
- Simon Joly, IMS Bordeaux : waveguides and sensors with organic lasers, started in 2016.

### Team 2 Scientific report:

Team 2.1: Organic Laser under electrical pumping : OLED in microcavity, organic plasmonics  
**Permanent staff** : Mahmoud Chakaroun (MCF), Alexis Fischer (Pr), Azzedine Boudrioua (Pr)

Organic laser diode (OLD) under electrical pumping is a highly challenging issue in the field of organic optoelectronics. Despite the progress made in recent years, the OLD is still not demonstrated. This is particularly due to the intrinsic properties of organic materials which suffer from strong absorptions

(polaronic, annihilation, etc.) as well as low electrical performances (low charge motilities, low current density, etc.). In this context, most of works were concentrated on the optical pumping and the optimization of the laser cavities used. The latter can be either planar as defects in 2D photonic crystals (PC) or vertical (VECSEL-type). In a carrier-balanced diode structure, the current density needed to achieve the same excitation level at the laser threshold (at the state of the art) is several  $\text{kA}/\text{cm}^2$  whereas the current densities in a standard organic light emitting diode (OLED) are of the order of  $1 \text{ A}/\text{cm}^2$  in a DC regime, and  $1 \text{ kA}/\text{cm}^2$  in a pulsed AC regime. Thus, these values are very low to attempt a laser threshold of organic gain medium under electrical pumping.

At this point of the OLD endeavor, several fundamental questions remain: by using a reasonable current density, is it possible to enhance the produced light (the rate of radiation) to reach the laser threshold without deteriorating the organic medium? How can we do that? What kind of gain medium should be used? What kind of optical cavity should be developed? From the device point of view and the technological implementation issue, the question would be how can we transform an OLED hetero-structure to an OLD and make a real technological leap?

In the framework of the ANR *OLD TEA* (2010-BLAN-070109), the group has made an important breakthrough by optimizing the organic photonic crystal and vertical micro-cavities and their optical and electrical performances. In the framework of Lei Zeng PhD thesis (October 2016), we, recently, investigated the electrical and electroluminescence responses of micro-OLEDs submitted to sub-100 ns high-voltage pulses. Results showed that with a specific design of the electrical circuit-OLED, current densities up to  $3.6 \text{ kA}/\text{cm}^2$  and electro-luminescence up to  $10^6 \text{ Cd}/\text{m}^2$  are obtained with a pulse of 30 ns duration. The instantaneous quantum efficiency reveals strong dependence on the pulse rise time. In addition, recently the team focused on the gain medium in order to reduce the current density needed to reach the laser threshold using OLED structures. In this context, the team aimed to increase the emission of the available organic materials thanks to localized surface plasmon enhanced emission, and to investigate this effect in a micro-cavity. Besides, we studied metallic nanoparticles presenting a plasmonic resonance at 550 - 650 nm, the emission domain of the most efficient organic compounds, and used them first in an OLED hetero-structure.

The LSPR results from the interaction between the light and electrons of the conducting band at the metallic nanoparticles surface (NPs). The oscillation frequencies of LSPR depend on the composition, the size, the shape and the dielectric environment of NPs. The ability of LSPR to enhance the fluorescence of the emitters around it depends especially on the distance NPs-transmitter. Thus, the optimization of plasmonic system is an important challenge to enhance the radiative rate without deteriorating the quantum yield of organic NP-transmitters and therefore of OLEDs. The synthesis and the control of plasmonic structures for a LSPR wavelength compatible with the emission of the organic medium is an important question. In general, three types of NPs can be used: *Random Metallic Nanoparticules* (RMN), *Periodic Metallic Nanoparticules* (PMN) and *Functionnalized Metallic Nanoparticules* (FMN).

We recently investigate RMN structures by considering the effect of incorporating Ag NPs into an OLED by thermal evaporation during the OLED fabrication process. This approach is easy to manage and does not need additional technological steps as for the PMN fabrication. We also investigate the optimized OLED plasmonic structure within a vertical microcavity. Our results indicted a significant efficiency enhancement and a reduction of the spectral width of the emission. The EL of microcavity Ag-OELD is almost enhanced by a factor 2 compared to the same structure without Ag thin layer (recently published in *Optics Express* 23 (18), 23647-23659 (2015)). Parallel to this work, we also investigated Al-periodic structure (PMN). FDTD numerical simulations were used to design optimum periodic nanoparticle structures that were experimentally fabricated by e-beam lithography and incorporated in micro-OLEDs (area  $\sim 100^2 \mu\text{m}^2$ ). PMN with regular sizes provide narrower plasmonic resonances that spectrally overlap more efficiently with the organic emitters in comparison with RMN structures. Our results indicated a significant increase (20%) of the emission compared to a standard OLED without NP plasmonic structure (recently *submitted to JOSA B journal*). Using these Al-periodic structures coupled to a microcavity should substantially enhance the plasmonic effect and increase the EL as well as the spatial coherence.

Team 2.2 : Nonlinear photonic crystals (for laser applications)

**Permanent staff** : Min Lee (MCF), Azzedine Boudrioua (Pr)

**Scientific report**

Periodically poled nonlinear photonic crystals are materials where the sign of  $\chi^{(2)}$  is reversed periodically in two directions. Such crystals produce many reciprocal vectors in a 2D reciprocal lattice. Each reciprocal vector can provide one or more phase matching solutions. Consequently, the 2D structure allows a much greater flexibility to quasi phase matching (QPM) processes and therefore to multi wavelength light generation. Recently, optical parametric generation has been studied for this purpose in nonlinear photonic crystals. Besides, parametric fluorescence based sources using nonlinear photonic crystals have been used to demonstrate quantum communication protocols over long distances both in free space and in telecom fibres. As they can operate at room temperature and have highly directional emission compared to other techniques. Therefore, in view of the potential applications of multi-wavelength and multi-directional QPM, 2D NLPC can be used as a competitive parametric medium for heralded single photon source (HSPS) where the parametric gain can be controlled. From the material point of view, periodically-poled LiNbO<sub>3</sub> or LiTaO<sub>3</sub> (PPLN, PPLT) which present a high conversion efficiency, are promising materials for such applications.

In this context, we are interested in using the control of the reciprocal vectors involved in the parametric generation in 2D-PPLN and PPLT in order to develop a new light sources. By controlling the vectors, we will be able to study the tuneability of the source. A special attention is devoted to the gain management in optical parametric amplification and oscillation when using such structures. The aim of this work is the study of multiple wavelength generation by means of optical parametric conversion in second order nonlinear photonic crystals. For this purpose, we have designed and fabricated second order nonlinear photonic crystals. Firstly, we have considered the case of non-collinear quasi phase matching in 1D periodically poled lithium tantalate crystals. We have studied the non-collinear interactions versus the photonic crystal's parameters. Furthermore, we have considered the case of aperiodic photonic crystals which are promising structures for achieving flexible and efficient multi-wavelength generation. Secondly, we have studied the case of multiple quasi-phases matching in 2D nonlinear photonic crystals. We have demonstrated multi-wavelength non-collinear generation in two-dimensional PPLT crystals. In order to design an efficient multi-wavelength optical source we have designed and achieved a singly resonant optical parametric oscillator based on 2D PPLT crystals.

**Team 2 Main collaborations**

-Tahar Touam, University of Annaba (Algeria), visiting professor: thin films by sol-gel for waveguide applications : 13 joint publications.

-Lung Han Peng, National Taiwan University (Taiwan), visiting professor: nonlinear photonic crystals : 7 joint publications.

-Omar Lamrous, University of Tizi Ouzou (Algeria), visiting professor: plasmonics : 2 joint publications.

- Lotfy Simohamed, Ecole Polytechnique Alger (Algeria): 3 joint publications

-Omar Ziane, University of USTHB (Algeria), visiting professor: nonlinear optics.

**Team 3 Scientific report****Permanent Staff** : L. Museur (PR)

Our research activities are performed in the frame of a tight collaboration with the team NINO (Nanomatériaux INOrganiques) of the LSPM laboratory (CNRS-Université Paris 13). The NINO team is specialized in the synthesis of nanostructured inorganic or hybrid organic/inorganic materials. The nanostructuring gives to these materials some specific functional properties which have to be studied and analyzed in correlation with the elaboration processes. We have been mainly interested by processes and modifications resulting from the electronic excitation of materials. In the systems we consider, the electronic excitation induce either a modification of the morphology (multiscale surface structuration), or a modification of electronic properties (photochromic or photorefractive effects). The analysis and

understanding of the photoinduced microscopic mechanisms involved in these modifications are a key point to optimize the functional properties. They also bring important information on the electronic structure of the material.

The functional properties of organic-inorganic hybrid materials based on inorganic blocks incorporated on an organic polymer, depend on their micro- and nanostructures as well as on the nature and extent of the organic-inorganic interface. While an increase of the inorganic component concentration can be required to optimize the hybrid's functional properties, it can simultaneously lead to a degradation of the mechanical properties by limiting the extent of the polymer network. We have addressed this issue by proposing a new approach, based on high pressures (HPs) chemistry and laser processing, for the fabrication of organic-inorganic hybrid materials. As a model system, we have considered the photosensitive pHEMA-TiO<sub>2</sub> (HEMA = hydroxyethyl-methacrylate) hybrid materials. These hybrids are photochromic and photorefractive systems, exhibiting a large capacity of electron storage. During the thesis of Egor Evlyukhin we first demonstrated the efficient laser assisted high pressure induced polymerization of the pure HEMA. Since this approach was not suitable to synthesize photosensitive materials, we proposed a completely new approach, we have called High Pressure Ramp (HPR) induced polymerization. The HPR approach is a two step process enabling to control the initiation and propagation steps of the polymerization reaction. The first step is initiated at pressure P<sub>1</sub>, at which HEMA<sub>2</sub><sup>\*\*</sup> biradicals are formed from excited HEMA monomers. Their reactivity is however hindered by the dense glass-like environment. The rapid polymerization occurs only in a second step at pressures P<sub>2</sub> << P<sub>1</sub>, at which the radicals are released from their fixed positions at pressure P<sub>1</sub>. We have successfully applied this approach to the synthesis of nanoparticulates pHEMA/TiO<sub>2</sub> hybrids. Compared to the hybrids obtained from conventional thermally induced polymerization, the HPR approach allows to multiply by 4 the concentration in titania without decreasing the extent of the polymerization. The obtained hybrids conserve their photochromic properties and exhibit a high electron loading capacity which is actually limited only by the availability of electron trapping sites on the nanoparticles surface.

In addition to our project on hybrid materials, we have pursued our other research activities performed in facilities laboratories in the frame of the European programs LaserLab and Elisa. At the FORTH institute (Heraklion) we have investigated the laser processing of semiconductors in the regime of high-density of electronic excitation. We have analyzed the multiscale nano-micro structuration of ZnO single crystals and thin films, and evidenced the effect of crystal orientation and laser polarization on the morphology of the structured surface. On the experiment SuperLumi installed on the synchrotron DESY (Hambourg), we have used time and energy resolved photoluminescence spectroscopy to analyze the electronic structure of advanced materials: Boron nitride nanotubes (BNNT), cubic silicon nitride (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) and nanostructured alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

### Team 3 Collaborations

-Ch. Perruchot ITODYS (CNRS - Paris 7) : Synthèse et analyse des matériaux hybrides

-D. Anglos Institute of Electronic Structure and Laser – FORTH (Heraklion): Soft laser structuring of surfaces

### Contracts for teams 1 to 3

#### I European and international

M. Lee et A. Boudrioua, Projet International de Coopération Scientifique PICS « Cristaux photoniques non linéaires pour l'optique quantique et la mise au point de nouvelles sources » CNRS-PICS program en collaboration avec National Taiwan University (40 k€) (2016 – 2020)

Luc Museur (LPL, CNRS, University Paris13) - coordinator Andrei Kanaev (LSPM, University Paris13), "Nanostructuring of semiconductor surfaces induced by Soft Laser Structuring" LASERLAB ULF-FORTH002258 (2016)

Luc Museur (LPL, CNRS, University Paris13) - coordinator Andrei Kanaev (LSPM, University Paris13), "scale-up of fine nanostructuring process of semiconductor surfaces induced by femtosecond laser irradiation" LASERLAB ULF-FORTH002039 (2014)

Luc Miseur (LPL, CNRS, University Paris13) - coordinator Andrei Kanaev (LSPM, University Paris13),  
“Nanostructuring of ZnO surfaces induced by high-density electronic excitation” LASERLAB ULF-  
FORTH001432 (2012)

A.V.Kanaev, (LIMHP, CNRS, University Paris13), L.Miseur (LPL CNRS, University Paris13) «  
Photoluminescence properties TiO<sub>2</sub> hybrid », HASYLAB, synchrotron DESY, (project DESY-I-20110882 EC  
dans le cadre du contrat 7FP : CALIPSO 312284) (2012)

## II National contracts

ANR Emergence « Vecspresso » - 248 k€ - 2012-2014 (prolongé jusqu'en juillet 2015), porteur S. Forget  
(LPL)

Etude de faisabilité d'une valorisation industrielle d'un concept de laser à capsules interchangeables.  
Partenaire : SAIC (Service d'Activités Industrielles et Commerciales) de l'Université Paris 13 puis SATT  
IdFInnov).

ANR Blanc « Edelweis » – 469 k€ dont 192 pour le LPL - 2012-2016 (prolongé jusqu'en Mars 2017)

Pompage par diode électroluminescente (LED) de lasers

Partenaires : Laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'Optique (Equipe Laser, porteur F. Balembos), Effilux  
(PME)

Labex SEAM, projet « Matériaux Nanostructurés pour la Plasmonique » (MAPL), 2012 (31 kEuros).

Andrei Kanaev (LIMHP, CNRS, University Paris13) - coordinator, Luc Miseur (LPL, University Paris13),  
Nordin Félijd et Johan Grand (Itodys, University Paris 7)

Labex SEAM, projet « Matériaux Nanostructurés pour la Plasmonique » 2014 (40 kEuros)

Luc MUSEUR (LPL, CNRS, University Paris13) - coordinator Andrei Kanaev (LSPM, University Paris13), Ch.  
Perruchot (Itodys, University Paris 7).

ANR Blanc “Oled Tea: Organic Laser Diode: A low laser-Threshold Experimental Approach” 2010 - 2013 (300  
k€) – Coordinator Azzedine Boudroua (LPL, University Paris 13).

## III PIA Contracts

M. Chakaroun, A. Fischer et A. Boudrioua, Partners of the Labex SEAM projet structurant « Printing Multi-  
Functional Materials (P2M), total 231 k€ » (Tâches WP 2 et WP3, 19 k€) obtenu en 2016

A. Fischer et A. Boudrioua, Coordinators of a project in the framework of the programme OSEO Vertical  
(250 k€) (obtenu en 2013)

4 industriels: 3SP, IXFiber, ALS, Leukos

6 académiques: Alphanov, CIMAP, IMS, IPR, LPL, XLIM

**Academic reputation and appeal (selection)**

Alexis Fischer is the head of the clean room of the Villetaneuse campus - C(PN)2 - Centrale de Proximité en Nanotechnologies de Paris Nord

**Conference organization**

A. Boudrioua, Organisateur du grand congrès de la SFO OPTIQUE PARIS 2013 (réunissant JNOG, Horizons de l'optique, COLOQ et d'autres clubs de la SFO), 450 participants.

A. Boudrioua, Président du comité scientifique co-président du comité d'organisation de la conférence internationale OPAL (Optics and Photonics, Algeria) 2015.

A. Boudrioua, Organisateur principal de la conférence internationale «The Islamic Golden Age of Science for today's knowledge-based society: the Ibn al Haytham exemple», 14-15 septembre 2015, UNESCO HQ Paris.

S. Chénais : Project holder of the *International SFO Summer Schools on advanced concepts in optics and photonics*, a series of annual thematic summer schools housed by l'école de physique des Houches (starting in 2018). Main organizer of the 1<sup>st</sup> school of this series: "Excitonics for Photonic applications", April 15-27 2018.

S. Forget : Member then vice-président (since 2013) of the scientific committee of Horizons de l'Optique, biannual general conference of the Optical French Society (SFO).

S. Chénais : Member of the scientific committee of SPIC (Systemes Pi-Conjugués), the reference annual national meeting of the french-speaking organic electronics community.

**Invited conferences**

A. Boudrioua, "Nonlinear photonic crystals", bi-annual cross-strait workshop on microstructure and laser technology, Taiwan, May (2017).

H.-J. Lee, S.-Y. Tu, J.-H. Hung, Y.-C. Fang, C.-M. Lai, W.-S. Tsai, A. Boudrioua, H. Yokoyama, A. H. Kung, H.-Y. Lin and L.-H. Peng, "Despeckling sources with spatial/wavelength diversity based on  $\chi^{(2)}$  nonlinear photonic crystals", The 5th Laser Display and Lighting Conference (LDC'16), Jena, Germany, July, 4th - 8th (2016).

A. Boudrioua, M. Chakaroun and A. Fischer "Surface plasmon-enhanced emission in an organic light-emitting diode: toward organic laser diode under electrical pumping", Fifth Saudi International Meeting on Frontiers of Physics (SIMFP), Jazan (Saudi Arabia), February (2016).

Z.-Y. Yang, J.-H. Hung, K.-H. Chang, C.-M. Lai, N. E. Yu, A. Boudrioua and L.-H. Peng "Temperature Insensitive Green Frequency Comb as Despeckling Sources", Laser display and lighting conference, Yokohama, Japan, April (2015). Laser display and lighting conference (2015). Award for outstanding achievement

A. Boudrioua, M. Chakaroun et A. Fischer, "Plasmonique Moléculaire en Microcavité: vers la diode laser organique", JNPO OPTIQUE BRETAGNE, Rennes (2015).

S. Chénais : "External-cavity organic lasers : from photophysics to applications", *invited talk*, Frontiers of Organic Semiconductor Lasers symposium, January 20th 2017, Kyushu University, Japan.

S. Chénais : “Vertical cavity organic lasers for ultranarrow linewidth operation”, *invited talk*, SPIE Optics+Photonics, San Diego (CA), 28 août-1er septembre 2016

S. Chénais : “Organic VECSELS: from laser physics to applications”, *invited talk*, MRS 2013 fall meeting in Boston, MA, USA, December 1-6, 2013

S. Chénais : “Organic VECSELS: towards low-cost UV-visible lasers” *invited talk*, SPIE Photonics West, 21-26 janvier, San Francisco, Californie (USA) (2012),

### Responsibilities in learned societies

A. Boudrioua, Vice-Président de la Société Algérienne d’Optique et Photonique (2014 – 2020)

A. Boudrioua, Membre du Comité de Pilotage International de l’Année Internationale de la Lumière et des Technologies basées sur la lumière (IYL) 2015 – sous l’égide de l’UNESCO

A. Boudrioua: Président et fondateur du club Photonique Organique de la Société Française d’Optique (SFO) - Coprésident et cofondateur du club Fibres Optiques et Réseaux de la SFO

A. Boudrioua : Membre du Conseil d’Administration de la Société Française d’Optique (SFO) (2007 – 2015)

S. Chenais : Elected member of the board (conseil d’administration) of the French Optical society (SFO) since 2015

### Teaching responsibilities (>master)

Luc Museur : responsable de la formation Ingénieur en télécom à l’Institut Galilée (UP13)

Sébastien Forget : responsable de la 2eme année de la formation Ingénieur en Energétique à l’Institut Galilée (UP13)

### Evaluation activities

S. Forget : Elected member of the Conseil National des Universités (CNU, 30ème section)

A. Boudrioua : Membre de la CNEC (Commission Nationale d’Évaluation des Chercheurs), Ministère de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique Algérien (2010 – 2016)

A. Boudrioua : Membre du Conseil Scientifique de l’Agence Thématique de Recherche en Science et Technologie (Algérie) (2013 – 2015)

### Peer reviewing for journals

S. Forget : Nature Communications, JACS, Laser and Photonics Review, Advanced Materials, Applied Physics Letters, Advanced Optical materials, Optics Letters, Optics Express, Optics Communications, Optical materials

S. Chenais : Nature Communications, Physical Review Letters, Light, Applied Physics Letters, Optics Letters, Optics Express, Applied Physics B, Advanced Functional Materials, IEEE Photonics Journal, Journal of Polymer science B, Laser and Photonics Reviews

L. Museur : Nature photonics, Journal of Applied Physics, Applied Physic letters, 2D materials, Physica E, Journal of Physical Chemistry B, Optic express, Physical review B.

A. Boudrioua, reviewer for various journals.

### Laboratory evaluation

A. Boudrioua, Membre du comité d'évaluation HCERES du laboratoire LAPLACE Toulouse (2014)

A. Boudrioua, Membre du comité d'évaluation AERES du laboratoire Photonique Angers (2011)

### Research project evaluation

S. Chenais, Expert ANR, programme générique 2015 et Jeunes Chercheurs 2016.

S. Forget, Expert ANR, programmes « blanc international » 2012, « ASTRID » 2012, générique 2015.

S. Forget, Expert ERC (European Research Council), programme « advanced grants » en 2012.

S. Chénais, expert ERC, programme “consolidator grants” en 2016

S. Forget, Expert NSERCC (Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada) en 2013 et 2014.

S. Forget, Expert DFG (Deutsche ForschungsGemeinschaft / Fondation Allemande pour la Recherche) en 2015.

S. Forget, Expert auprès de la région Grand Est pour l'évaluation de demande de financement de thèse (2017)

A. Boudrioua, Expert ANR (Agence National de la Recherche) (au moins 1 projet /an depuis 2008)

A. Boudrioua, Expert auprès de la région Rhône Alpes pour l'évaluation de demande de financement de thèse (2015)

A. Boudrioua, Expert auprès du Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (2016)

A. Boudrioua, Expertise de dossier de promotion, College of EECS, National Taiwan University (2013)

A. Boudrioua, Expert de dossiers CIFRE ANRT (2012 -2014)

### Products

[see appendix 4.4 for a selection of our main publications and products]

### Scientific projects

Team 1 : Lasers and organic photonics

Our current research interests focus on two aspects:

-Exploring novel temporal regimes for optically-pumped solution-processed lasers: going towards Continuous-Wave and Ultrafast regime. No organic solid-state laser has been demonstrated up to now that operates in a true CW regime or in a mode-locked (sub-picosecond) regime. Our general strategy is to get inspired from laser engineering recipes that apply to “classical” lasers and translate them to the organic laser world, and to rely on new molecules and materials that emerged recently in chemical engineering for organic electronics. A key aspect in all these issues is to be able to efficiently manage triplet excitons, which will be the heart of our research project within the next years.

-Developing a new family of integrated photonic circuits (*e.g.* integrated sensors) based on the combination of a robust and efficient LED array with a luminescent concentrator playing the double role of conveyor and concentrator of the light emitted by LEDs. This work both experimental and theoretical has also important applications in the pumping of solid-state lasers and in solid-state lighting in general.

On the long term, these two activities have the common objective to better understand and build efficient integrated sources that have the potential to meet applications in biophotonics for instance.

#### Team 2.1 : Organic plasmonics in microcavity

First challenge: optimal design and investigation of plasmon-enhanced-OLED

Plasmonic-organic media offers a new solution to improve the OLED optical and electrical performances and any scientific and technological progress will be of great benefit for OLED applications and organic optoelectronics field. Several original scientific and technological challenges are to be overcome such as understanding the physical phenomena related to plasmon resonances and energy transfer in hybrid structures associated with micro-cavities and the development of an original technique of fabrication of plasmonic OLED including, particularly, periodic NPs and functionalized NPs.

Second challenge: study of pulsed excitation of the plasmon-enhanced-OLED

High-speed setup combining pulsed electrical driving and time-resolved electrical-optical measurement technique deemed to be a powerful tool for further development of coherent light-emitting organic devices and reveals the importance of the pulse rise time. Applying the same approach to the plasmon-enhanced-OLED is a challenging issue from the fundamental and the technological point of view.

Third challenge: study of the optimized plasmonic-OLED in a microcavity under pulsed excitation

In order to achieve a net gain (gain > losses) under a reasonable current density ( $\sim 1 \text{ kA/cm}^2$ ), it is essential to increase the emission of the organic compounds used (thanks to LSPR) and to develop an innovative OLED-circuit design. For the first time, to our knowledge, these structures will be associated with a  $\mu$ -cavity. There is no experimental study on the use of surface plasmon effects in an organic structure within a micro-cavity. A specific task on the charge injection and electrical properties would complete the results already obtained. A double resonant phenomenon (plasmonic and cavity) will be studied. Matching the electrical pulse features with these resonances will be very challenging and an important focus of the proposal. Radical and new solutions can be developed to address such difficulties.

#### Team 2.2 : Nonlinear photonic crystals ; fabrication and investigation of 2D nonlinear photonic crystals (2D NLPC) in Smart Cut™ sliced LiNbO<sub>3</sub> and LiTaO<sub>3</sub>.

We will investigate the material and structure limitation in constructing micro-structures made of slice-arranged ferroelectric. We seek the utilization of sliced nonlinear materials to enhance the nonlinear interaction processes.

The investigation of nonlinear optical effects such as second harmonic generation (SHG) and parametric generation in the obtained structures in order to develop efficient light sources.

We will investigate spectral tuning possibilities when using non-collinear 2D quasi-phase matching (2D-QPM) with different reciprocal lattice vectors. We will study the possibilities of using high order non-collinear 2D-QPM in designing multi wavelength light sources as well as Heralded Single Photon Source for quantum optics. We will investigate the photonic cavity effects to enhance the parametric nonlinear generation processes.

The fabrication and investigation of 3D photonic crystals in LiNbO<sub>3</sub> and LiTaO<sub>3</sub>:

Once the fabrication of 2D NLPC Smart Cut™ LN and LT established, we will focus on new approach to fabricate 3D photonic crystals in LN and LT that opens the door to new fundamental studies as well as new applications for optical signal processing.

#### Team 3 : Light-materials interactions

Our future research interests will focus on two aspects:

Micro/nano structuring of polymers and organic-inorganic hybrid, ultra-pure and biocompatible, combining laser irradiation and high pressures. The research for processes in tissue engineering is still in its infancy;

despite of much work done on the cellular growth and scaffolds structuring, still non-sufficient efforts were devoted to alternative material and synthesis methods. We propose to study a new method for ultrafast and efficient microstructuring. This approach will combine high pressures process, which accelerates the kinetic of polymerization reaction without use of any additives commonly required for initiation of radical polymerization, and laser irradiation that locally initiates and controls the polymerization reaction. As a result, ultra-pure nanostructured materials will be realized. We will validate our method by the realization of microstructures with HEMA monomer and HEMA-TiO<sub>2</sub> hybrid solutions and by substituting HEMA with derivatives, e.g. containing at least two vinyl groups in order to increase chains cross-linking.

Nano structuring of semiconductor surfaces induced by Soft Laser Structuring. We propose to study the potential of the laser-induced non-thermal surface structuring for material science. The project will particularly concern transformations induced on semiconductor surfaces by UV laser pulses of short durations (fs to ps range), which provide a huge local electronic excitation of solids above the Mott density. We will principally consider mechanisms of the nanoscale electronically induced structuring and conditions permitting the nanoscale control in presence of the microscale thermally induced phenomena. Our objectives will be to understand the underlying processes responsible for the observed multiscale structuring and evidence their high-density electronic excitation origin. This work will be carried out at UV fs laser facility of IESL-FORTH.

### SWOT analysis

#### Strong points :

- The team obtained 2 ANR projects during the evaluation period and several other contracts (Labex, BQR ...).
- The influence of our team has increased considerably since 2012, particularly with invitations to international conferences and much more solicitations for scientific expertise (ANR expertise, ERC, participation in scientific committees of conferences, etc.).
- Recruitment of Oussama Mhibik as IR UP13 in charge of valorization and attached to the team.
- Numerous new national and international collaborations have emerged during the last four years.
- Excellent collaboration with the colleagues of the NINO team of the LSPM.
- The Labex SEAM has allowed us to obtain financial supports but also to establish a promising collaboration with the ITODYS (University Paris Diderot).
- The maintenance and creation of international collaborations IELS– FORTH (Héraklion) depuis 2010, Laser Zentrum – LZH (Hanovre) à partir de 2017.

#### Weakness :

- Absence of permanent CNRS staff within the team, weak bridge already raised in 2012.
- The lack of organic chemist involved in the synthesis of hybrid materials.

#### Risks :

- Difficulty in recruiting PhD students with a profile adapted to our themes and the absence of local training adapted to our needs in optics.
- The very weak prospects of local promotions to Pr position, despite the arrival in 2016 of a new team to the presidency of the UP13 which did not give good signals to improve this situation.
- Security conditions around the campus are still worrying despite a generally pleasant working environment.

#### Context-Related Opportunities

- Strong involvement of team members in Labex SEAM.
- Strong involvement of the team in the activities of the C(PN)2 clean room facility.

## PARTIE B.5 – BILAN ET PROJET DES AXES DU LABORATOIRE

**AXE LASER POUR LE VIVANT****Presentation of the “Life-science applications of lasers” axis**

This axis is devoted to applications in life sciences, and different scales are considered from the study of isolated biomolecules to innovative imaging inside thick tissues. During the last decade, the team *Biomolecules and Spectroscopy* (BMS) has initiated a couple of new steps towards the combination of mass spectrometry and laser spectroscopy for the study of biomolecules. Several experiments have been conducted at different time scales, from femtosecond to nanosecond, and in a large range of spectral regions, from mid IR to UV and VUV. Recently, the BMS team has also extended this research field with the aim to understand the response of complex biomolecular systems under excitation, with a particular interest for specific molecular recognition and the role of a controlled chemical environment on structural modifications and radiation damages. The team *Optics in Random Media* (OMA) intends to exploit the ability of near infrared light to propagate deep inside tissues as a new tool for medical diagnosis. As the light is multiply scattered by the random structures of tissues, and in fact propagates in the diffusion regime, this implies to manage complex inverse problems. This research enters in the fields of Near Infrared Spectroscopy and of Diffuse Optical Tomography, in which the team has a great knowhow through the development of oxymeters, Monte-Carlo simulators, time-resolved measurements of diffuse light, models for diffuse propagation, inversion procedures... This team notably focused on speckle pattern analysis with the development, in collaboration with Institut d'Electronique Fondamentale (Orsay), of an integrated circuit dedicated to the real-time measurement of speckle patterns statistical properties. During the last period, this circuit was already assessed for time-resolved measurements by speckle interferometry and also for acousto-optics imaging in collaboration with Institut Langevin (Paris).

**Workforce****Permanent staff**

BMS team: Charles Desfrancois (DR), Gilles Grégoire (DR, up to January 2015, now at ISMO), Frédéric Lecomte (MCF), Vincent Lorent (Pr), **Bruno Manil (Pr) team leader**, Nicolas Nieuwjaer (MCF)

OMA team: Dominique Etori (MCF), **Jean-Michel Tualle (CR HDR) team leader**, Eric Tinet (MCF)

**Non-permanent staff**

BMS team: Thi Nga Le (PhD, up to 2014), Serge-Daniel Leite (PhD, 2013-2017), Rolando Lozado Garcia (ATER 2015-2016 and post-doc 2016-2017)

OMA team: Christelle Abou Nader (ATER 2016-2017), Kinia Barjean (PhD, 2013-2016), Trong Nghia Nguyen (PhD up to 2014), Hoang Dihn Nguyen (PhD, 2014-)

**Contracts**

BMS team:

BQR Paris 13, Développement d'une nouvelle source par désorption laser sur microgouttelettes pour l'étude de complexes biomoléculaires non-covalents en phase gazeuse, 20 k€, 2012-2013

BQR Paris 13, Etude in situ des dommages induits sur des biomolécules en phase native par un rayonnement ionisant grâce à un couplage direct entre un spectromètre de masse et l'environnement aqueux, où se produisent les phénomènes chimiques radicalaires, 25 k€, 2014-2015

Financement IISE, NANODROP, Etude par spectrométrie de masse de l'effet de nanoparticules d'or sur les dommages photo-induits sur des biomolécules en phase native, 15 k€, 2015

Financement IISE, STRUCTURE, Structure de biomolécules : comparaison entre la phase gaz et la phase condensée, effets de complexation, 21 k€, 2016

Financement IISE, SPINAL, Spectroscopie Infrarouge de Nano-Agrégats Ligandés, 13 k€, 2017

INCA Plan Cancer, BIORAD, Effect of a complex environment on radiation damage: DNA sequences into ices or liquid micro-droplets containing radio-sensitizers and polypeptides, 172 k€, 2015-2018

OMA team:

ANR, ICLM, Imagerie Cohérente de Lumière Multi-diffusée, 94 k€, 2011-2015

Défi Imag'In, MALT, Multimodal Acousto-optic imaging in Living Tissues, 21 k€ 2016

ANR, DIAGNOSIS, Diffuse and fluorescence light Analysis with Gathered Novel Opto Sensors for early Inexpensive diagnosis Solutions, 198k€, 2016-

INCA Plan Cancer, MALT, Multi-wave Acousto-optic imaging in Living Tissues, 130 k€, 2016-

ANR, LiOS, Imageur médical connecté et configurable à haute résolution spatiale et chromatique, 106 k€, 2016-

### Scientific report

#### Development of an original source for producing biomolecules in the gas phase

The main experimental achievement of the BMS team has been the development of an alternative technique to get biomolecules and their complexes directly under vacuum in conditions as close as the ones encountered in solution. This molecular source is new, does not exist in France and is based on ultra-soft laser desorption from liquid microdroplets under vacuum. The desorbed complexes, initially present in the liquid, can thus be identified and characterized in the gas phase under carefully chosen conditions in a controlled environment, close to their native forms in solution.

This source is based on a concept originally developed by B. Brutschy (University of Frankfurt): large biomolecules are put in the gas phase by non-resonant laser desorption on microdroplets. We have initiated the development of such a source and we have obtained some first promising results. In our device (see figure 1), liquid microdroplets (50 micrometers diameter) are generated on demand by a commercial droplet generator (Microdrop) and injected from 300 mbar into a high vacuum chamber ( $10^{-6}$  mbar) through differential pumping stages. Upon irradiation by mid-IR broad band laser pulses (centered on an absorption band of the solvent), analyte ions (and neutrals) are ejected directly under vacuum. The desorption occurs at the entrance of a Paul Trap into which ions are guided by a weak electrostatic field, in order to avoid any fragmentation or activation during collisions with the buffer gas in the trap. Ions are then ejected from the trap, accelerated, focused and detected by microchannel plates located 80 cm downstream, in a second vacuum chamber ( $10^{-7}$  mbar). The preliminary results we have obtained are presented in figure 2. We can observe mass-selected non-covalent complexes, which proves that biomolecular desorption is soft enough

to preserve weak molecular interactions. This source then represents an important breakthrough in the field of gas-phase analysis techniques applied to relevant biological systems.

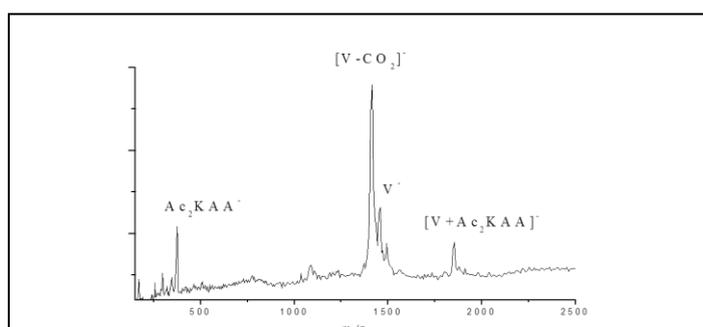
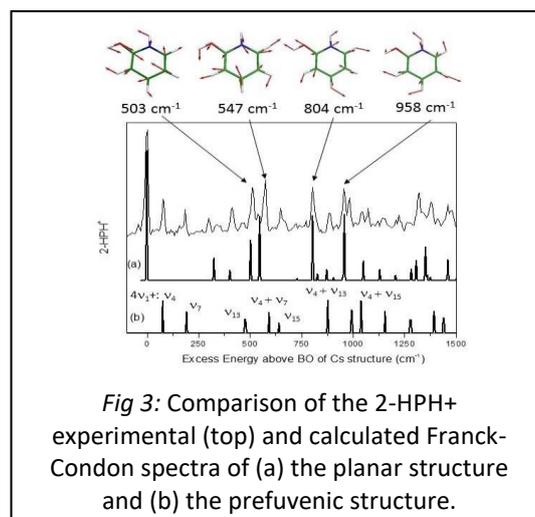


Fig 2: Mass spectrum of vancomycin antibiotics with its cell-wall precursor analogue AC<sub>2</sub>KAA

### Structural characterization of biomolecules

In the last years, the BMS team has been involved in fruitful collaborations with other experimental groups, in order to extend our research activity to the study of model biomolecules through a combined laser-spectroscopy and mass-spectrometry approach. Recently, we performed an experiment with the group of G. Grégoire (ISMO-Orsay) to study the vibronic spectra of protonated hydroxypyridines (HPH), whose derivatives are endogenous or synthetic photosensitizers which could contribute to solar radiation damages [ACL-5]. The study of their excited states could lead to a better understanding of their action mechanisms. We obtained the ultraviolet (UV) spectra of the protonated 2-, 3- and 4-hydroxypyridine. They display well-resolved vibrational structures, with a clear influence of the position of the OH group. These results are interpreted with excited states calculations at the coupled cluster CC2 level (see Figure 3).

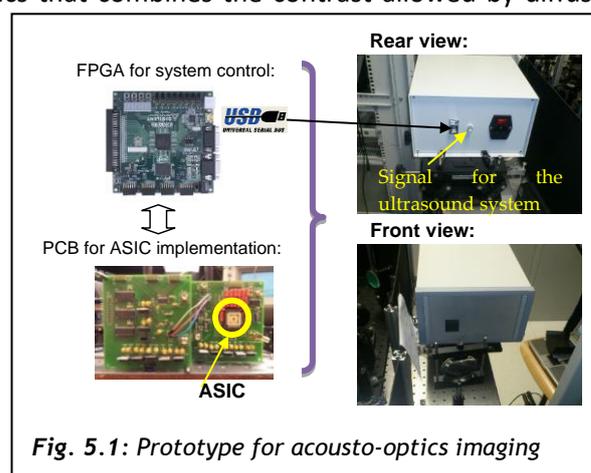


### Replication and segregation of the chromosome in E. coli

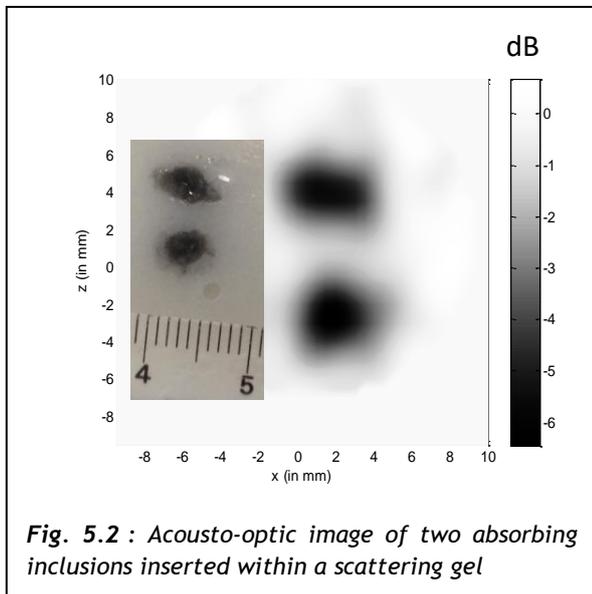
During the academic year 2013-2014, Vincent Lorent was invited by the Kavli Institute –TU Delft (Netherlands) where he contributed to the study of the dynamic of the replication and segregation of the bacterial chromosome monitored by fluorescence microscopy [ACL-4].

### Development of an acousto-optics imaging system

In order to perform optical imaging within thick tissues, a promising method is acousto-optics imaging, which is an emerging technique in the field of biomedical optics that combines the contrast allowed by diffuse optical tomography with the resolution of ultrasound (US) imaging. The US wave modulates both the refractive index and the scattering particles position. Under a monochromatic light source this induces a modulation at the US frequency of the speckle pattern resulting from multiply scattered light. A main challenge with this technology is to record this very weak modulation, bearing in mind that the speckle grains do not oscillate in phase so that their modulations do not add coherently. Among many potential solutions to perform such measurements, the ASIC (application specific intergrated circuit) developed by the OMA team in collaboration with Institut d’Electronique Fondamentale (Orsay) presents many advantages: it is a low-cost and compact technology, and it allows accessing to temporal correlations of the speckle pattern, what should give of a new kind of contrast relevant for medical diagnosis.



We therefore started a collaboration with Institut Langevin, with the team of François Ramaz, which is specialized on acousto-optics imaging. This work was supported by the ANR project ICLM. The LPL developed an autonomous prototype (fig. 5.1) for an easy implementation on the setup at Institut Langevin. This system allows a lock-in measurement of the speckle beat at the US frequency, and therefore filters the so-called *tagged photons*, which interacted with the US beam. We thus have a spatial selection in the diffusion light determined by the shape of the US beam.



The tagged signal comes from the whole US beam, and as we used a continuous US beam in this experiment we *a priori* don't have any axial resolution. We however developed a new protocol [ACL-1], Fourier-Transform Acousto-Optic Imaging (FT-AOI), in order to get such axial resolution. This protocol is especially suited to our application and allows high performances in term of signal to noise ratio. We have shown that, by introducing a periodic phase shift on the US beam and using the relevant demodulation scheme, it was possible to get the Fourier transform of the axial acousto-optic profile. An axial profile ('z-scan') can then be reconstructed through a simple inverse Fourier transform. The figure 5.2 presents an acousto-optic image obtained with this method [ACL-2] with a mechanical scanning of the transverse direction. The two absorbing inclusions, inserted within a 2cm thick scattering gel, are clearly resolved, illustrating the potential spatial resolution of the method.

The next step will consist in performing the same kind of experiment with a medical ultrasound scanner. This future work already received a funding from the CNRS défi Imag'In (mission inter-disciplinarité du CNRS), and will be supported by the Plan Cancer project MALT.

### Major Publications

K. Barjean, K. Contreras, J.-B. Laudereau, É. Tinet, D. Etori, F. Ramaz and J.-M. Tualle, Fourier transform acousto-optic imaging with a custom-designed CMOS smart-pixels array, *Optics Letters* Vol. 40, Issue 5, pp. 705-708 (2015).

T.N. Le, J-C. Pouilly, F. Lecomte, N. Nieuwjaer, B. Manil, C. Desfrancois, F. Chirot, J. Lemoine, P. Dugourd, G. van der Rest, G. Grégoire, Gas-Phase Structure of Amyloid-beta (12-28) Peptide Investigated by Infrared Spectroscopy, *Electron Capture Dissociation and Ion Mobility Mass Spectrometry* *Journal of the American Society for Mass Spectrometry* 24 (2013) 1937.

R. Lozada Garcia, N. Nieuwjaer, C. Desfrancois, F. Lecomte, S.D. Leite, B. Manil, M. Broquier, G. Grégoire Vibronic spectra of protonated hydroxypyridines: contributions of prefulvenic and planar structures *Physical Chemistry Chemical Physics* 19 (2017) 8258.

### Collaborations

Philippe Dugourd, Institut Lumière Matière (ILM, UMR 5306) 2012-2015

Gilles Grégoire, Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay (ISMO, UMR 8214) 2013-...

Debora Scuderi, Laboratoire de Chimie Physique (LCP, UMR 8000) 2016-...

Alicja Domaracka, Centre de recherche sur les Ions, les MATériaux et la Photonique (CIMAP, UMR 6252) 2012-

Stefano Falcinelli, Université de Pérouse (Italie) 2016-...

**Academic reputation and appeal (20% selection)****Conference organization**

Co-organisation des colloques OptDiag 2012, OptDiag 2014 et OptDiag 2016.

Co-organisation du congrès international IBBI à Porquerolles en 2014.

J-M Tualle, membre du Program Committee de la conférence Image Sensors and Imaging Systems, programmée dans le cadre du congrès IS&T/SPIE Electronic Imaging.

J-M Tualle, président du comité scientifique des colloques OptDiag 2012, OptDiag 2014 et OptDiag 2016.

**Responsibilities**

Charles Desfrancois :

- Directeur du LPL (2008-2012)
- VPCS de l'UP13 (2008-2014)
- Directeur Scientifique de la COMUE USPC (2015-2016)

Vincent Lorent :

- Directeur ED Galilée (jusqu'en 2015)
- Directeur-Adjoint de l'Institut Galilée pour les Masters (2015-2017)

Bruno Manil :

- Directeur de l'Institut Fédératif UP13 IISE (depuis sa création en 2014)
- Membre élu du Conseil de direction de l'Institut Galilée (depuis 2013)
- Membre élu du Conseil Scientifique de l'Institut Galilée (depuis 2013)

**SWOT analysis of the axis**

**Strength:** The OMA team is developing an ASIC which is an original and highly valuable product. Promising applications are targeted including acousto-optic imaging.

The BMS team is developing an innovative and highly valuable experimental set-up.

**Weakness:** The technology developed by the OMA team is a custom-designed sensor, what will lead to a limited dissemination as long as this technology will not be commercialized (or at least made available to other research teams). This weakness was notably underlined in [Y. Liu et al., Appl. Phys. Lett. 108, 231106, 2016]. The BMS team lacks funding to acquire its own laser-spectroscopy sources.

**Opportunities:** The OMA team has numerous collaborations, leading to a great number of recent collaborative contracts with funding agencies. The BMS team has several strong collaborations, leading to recent collaborative contracts with funding agencies.

**Threats:** There is a high international competition in the field of biomedical optics. As well, there is a strong international competition in the field of spectroscopy or imaging of biomolecules.

**Scientific projects****The BIORAD project**

The goal of this project is to develop an original method to study indirect effects of irradiation, combining the advantages of the in vivo and of the in vacuo classical approaches. This new method will rely on our original source, based on soft laser desorption from liquid microdroplets, and on its coupling with an irradiation platform and a mass spectrometry analysis. This set-up will give us the unique opportunity to study pertinent biomolecular systems in solution and to get insights in the damage processes at the molecular level by the use of gas phase analysis techniques. The irradiation of microdroplets (solvent + biomolecules) by simply charged ions with a kinetic energy of some tenths of keV will create a secondary particles radiolysis cascade (solvated electrons and radicals), only into a superficial layer (first hundreds of nanometers) of the droplet. This corresponds to the physico-chemical stage of the irradiation, which is well-known through the study of water radiolysis. During the next (chemical) stage, the free radicals are going to react with biomolecules in the non-irradiated area. This second stage is far less well characterized for water radiolysis, and almost completely not understood in the case of biomolecules. By mass-analyzing the biomolecular products after irradiation and radiolysis inside the microdroplets, our experimental method will give us the

possibility to study, for the first time, these radical chemistry processes linked to indirect effects, being free from any other radiation contribution.

#### The SPINAL project

This project aims, for the first time, to study liganded nano-clusters, after mass-selection in the gas phase, using IRMPD laser spectroscopy at CLIO facility (IR Free Electron Laser in Orsay). The advantage of the mass-selection is to avoid all contribution from the solvent or from multiple cluster sizes and to simplify the comparison with quantum chemical calculations. The IR spectra (performed in a wide range of IR wavelengths: 3 to 100  $\mu\text{m}$ ) will hopefully give an unambiguous signature for the structural assignments. The goal is to get a better understanding of the nature of the metal-ligand interactions connected with some physical and chemical processes, which are involved in various biological applications (grafting, functionalization, phototherapy, radiosensitizers ...) of nanoparticles.

#### The HISTONE project

Within the Biorad project, VL, with the collaboration of Pr. S. Falcinelli (university of Perugia, Italy), will study the effect of VUV irradiation on solvated DNA oligomers wrapped around histones, or attached to bacterial histone-like proteins. In this respect, we will use the ELETTRA synchrotron facilities in Trieste.

#### The DIAGNOSIS project

With techniques such as fluorescence or diffuse light spectroscopy, light based analysis of bio-materials can be applied in several fields of application like food/crops quality assessment, which is the target of this project. This project aims to address two main challenges in crop management: the prevention of diseases and the ripening behavior monitoring at harvest and during storage.

Concerning the prevention of diseases, several diagnostic applications can be achieved by measurement of fluorescent processes. The consortium includes a small company, FORCE-A, whose current Multiplex sensor has already the capability to measure fluorescent signals from leaves and fruits on an integrated surface from diameter 4 cm to 8 cm. These fluorescence techniques are very powerful, as they are very sensitive, and they can provide quantitative assessment of the crop status. There is however a difficulty to perform fluorescence imaging within the high background of daylight, what should require specific innovative solutions for high dynamic in-pixel lock-in detection. The fluorescent light is indeed typically thousand times lower than the background light, even after the spectral filters designed to discriminate the fluorescence, and a very high dynamic is therefore required.

In addition to fluorescence, two other techniques will be used in this project. To probe non-destructively the internal food properties, the first technique will exploit VIS/NIR spectroscopic techniques, more specifically time-resolved diffuse reflectance spectroscopy (TRS). Such techniques provide a complete optical characterization of the diffusive medium internal properties with the simultaneous non-destructive measurement of both absorption and scattering coefficient, with minimal influence from the surface. The second technique of investigation is diffuse correlation spectroscopy (DCS, also called "diffusing wave spectroscopy"), which extends the traditional techniques of dynamic light scattering to strongly multiple scattering. Viscosity measurement has emerged as an integral and necessary component of many quality control procedures in food processing, and DCS is the dedicated tool for non-invasive measurement of this relevant parameter.

#### The MALT project

The finality of the MALT ANR project (Multi-wave Acousto-optic imaging in Living Tissues) is to develop a multimodal imaging device, based on the coupling of light with ultrasound (acousto-optic effect). With such a system, an optical information is revealed, localized and resolved in space by the ultrasound (US). These devices will be designed in a compact form. A fast CMOS captor (ASIC technology) will act as a filter of the relevant photons. This coherent approach enables to recover dynamical aspects related to tissue perfusion, which constitutes a valuable complementary information. A main challenge of this project is to combine this detection with a standard US scanner and to perform *in-vivo experiments*.

**The LiOS project**

This project aims to develop a brand new light sensor array for biomedical applications. It is designed to meet the criterion of "non-invasive blood glucose monitoring". It is thought to meet the requirements of the treatment of diabetes type I. In addition, it is built around a scalable technology: application to blood glucose (certainly highly bankable and highly wished by patients nowadays) is one of possible applications among others. It will be fully reprogrammable, resizable and geometrically reformattable. It is structured as a real non-invasive imaging and dosing device for organic compounds in living tissues. So it can be adapted to assay all biological molecules involved in other diseases. The system will be based on near-infrared spectroscopy, and the expertise of the OMA team will be at the heart of the project.

ANNEXE 3 : ORGANIGRAMME DE LA RECHERCHE

**5 Axes de recherche, 8 équipes**

**Lasers pour le vivant**

**Equipe BMS**  
BioMolécules et Spectroscopie

**B. Manil (Pr)**  
C. Desfrancois (DR)  
F. Lecomte (MC)  
V. Lorent (Pr)  
N.Nieuwjaer (MC)  
R.Loizado (post-doc)

**Equipe OMA**  
Optique des Milieux Aléatoires

**J.M. Tualle (CR)**  
E. Tinet (MC)  
D. Etori (MC)  
C.Abou Nader (ATER)  
DH.Nguyen (doc)

**Gaz Quantiques**

**Equipe GQM**  
Gaz Quantiques Magnétiques

**B.Laburthe-Tolra (CR)**  
O.Gorceix (Pr), P Pedri (MC)  
M.Robert de Saint-Vincent (CR)  
E. Maréchal (IR), L.Vernac (MC)  
S.Lepoutre (post-doc), I.Manai (ATER)  
L.Gabardos (doc), K.Kechadi (doc)

**Equipe BEC**  
Condensats de Bose-Einstein

**H.Perrin (CR)**  
T.Badr (IR), R.Dubessy (MC)  
L.Longchambon (MC)  
A.Perrin (CR)  
A.Kumar (post-doc)  
M.de Goër (doc)

**Photonique Organique et Nanostructures**

**S.Chénais (MC)**  
S.Forget (MC)  
O.Mhibik (IR)  
T.Gallinelli (doc)

**A.Boudrioua (Pr)**  
M.Chakaroun (MC)  
A.Fischer (Pr)  
M.Lee (MC)  
A.Diallo (doc)  
S.Zaabat (doc)

**L.Museur (Pr)**  
TTH.Luu (doc)

**Métrologie, Molécules et Tests Fondamentaux**

**A.Amy-Klein (Pr), C.Chardonnet (DR)**  
Ch. Bordé (DR Em), B.Darquié (CR)  
C.Daussy (MC), S.Tokunaga (MC)  
O.Lopez (IR), E. Moufarej (post-doc)  
R.Santagata (post-doc), E.Cantin (IR-CDD)  
A.Tran (doc), M.Pierens (doc)

F.Du Burck (Pr)  
V. Roncin (MC)  
A. Chaouche (doc)

**Atomes aux Interfaces**

**Equipe SAI**  
Spectroscopie Atomique aux Interfaces

**D.Bloch (DR)**  
M.Ducloy (DR Em)  
I.Maurin (MC)  
A.Lalot (MC)  
J.C.Aquino Carvalho (doc), J.Lukusa (doc)

**Equipe OIA**  
Optique et Interférométrie Atomique

**G.Dutier (MC)**  
M.Ducloy (DR Em)  
F.Perales (MC)  
N.Fabre (MC), C.Mainos (MC)  
F. Correia (doc), H.Bricha (doc)

**ANNEXE 4.1 - the 20% most significant products and activities in the Quantum Gases axis****Articles**

- [1] R. Dubessy, C. De Rossi, T. Badr, L. Longchambon, and H. Perrin, *Imaging the collective excitations of an ultracold gas using statistical correlations*, *New J. Phys.* **16**, 122001 (2014).
- [2] C. De Rossi, R. Dubessy, K. Merloti, M. de Goër de Herve, T. Badr, A. Perrin, L. Longchambon, and H. Perrin, *Probing superfluidity in a quasi two-dimensional Bose gas through its local dynamics*, *New J. Phys.* **18**, 062001 (2016).
- [3] A. de Paz, A. Sharma, A. Chotia, E. Maréchal, J. H. Huckans, P. Pedri, L. Santos, O. Gorceix, L. Vernac, and B. Laburthe-Tolra, *Nonequilibrium Quantum Magnetism in a Dipolar Lattice Gas*, *Phys. Rev. Lett.* **111**, 185305 (2013).
- [4] B. Naylor, E. Marechal, J. Huckans, O. Gorceix, P. Pedri, L. Vernac, B. Laburthe-Tolra, *Cooling of a Bose-Einstein Condensate by spin distillation*, *Phys. Rev. Lett.* **115**, 243002 (2015).
- [5] B. Naylor, A. Reigue, E. Maréchal, O. Gorceix, B. Laburthe-Tolra, L. Vernac, *Chromium dipolar Fermi sea*, *Phys. Rev. A* **91**, 011603(R) (2015).
- [6] R. Dubessy, T. Liennard, P. Pedri, and H. Perrin, *Critical rotation of an annular superfluid Bose gas*, *Phys. Rev. A* **86**, 011602(R) (2012).

**Review papers**

B. M. Garraway et H. Perrin, *Recent developments in trapping and manipulation of atoms with adiabatic potentials*, *J. Phys. B* **49**, 172001 (2016) (Topical Review).

**Other papers**

A strange kind of liquid, Bruno Laburthe-Tolra, *Nature, News and views*, **176**, 539 (2016).

**Books, translations**

Translation into French from the book by Claude Cohen-Tannoudji and David Guéry-Odelin *Advances in Atomic Physics: An Overview*. Edited by Hermann, French title: *Avancées en physique atomique : du pompage optique aux gaz quantiques*, 2016. (Hélène Perrin)

**Book chapter**

H. Perrin and B. M. Garraway, *Trapping atoms with radio-frequency adiabatic potentials*, to appear in *Advances in Atomic, Molecular and Optical Physics* **66**, Chapter 4, 181-262 (2017).

**Edition of conference proceedings**

Proceedings of the 23rd International Conference on Atomic Physics ICAP 2012, EPJ Web of Conferences 57 (2013), ICAP 2012, Palaiseau, France, July 23-27, 2012, O. Dulieu, P. Grangier, M. Leduc et H. Perrin (Eds.).  
<http://www.epj-conferences.org/articles/epjconf/abs/2013/18/contents/contents.html>

**E-learning, moocs, etc.**

Co-design of the 'Kit LightBox', Atouts-Sciences association.

**Outreach**

1. B. Laburthe : Comité scientifique de rédaction du livre *Au cœur des atomes froids, l'aventure de l'IFRAF* (édition rue d'Ulm, 2015) de J.F. Dars et E. Papillault, en compagnie de Michèle Leduc. Co-écriture (avec M. Leduc, O. Dulieu, F. Pereira) du chapitre sur les Atomes refroidis par lasers dans la deuxième édition du livre *Le laser*, par Fabien Bretenaker, Nicolas Treps, Collectif – EDP Sciences, 2015.
2. Video abstract of a scientific paper: <http://iopscience.iop.org/1367-2630/16/12/122001>

### Outstanding results

- First observation of inter-site spin-exchange due to dipole-dipole interactions in an optical lattice, pioneering the experimental investigation of out-of-equilibrium magnetism of strongly correlated bosonic dipolar atoms.
- Discovery of a novel cooling mechanism using the spin degrees of freedom to purify a BEC. The fundamental temperature limit for this new cooling mechanism is exceptionally low.
- First production of a degenerate Fermi gas of Chromium atoms.
- First production of a two-dimensional Bose gas in a purely magnetic trap
- Observation of the collective modes of a 2D Bose gas with a statistical analysis
- Identification of the superfluid to normal boundary in a 2D trapped Bose gas from a dynamical criteria

### Scientific perspectives

- Study of quantum magnetism using dipolar particles, and finding new ways to characterise entanglement amongst large spin particles.
- A spin-sensitive probe, fully site-resolved in 3D, based on super-resolution techniques, to study spin liquids and strongly correlated many-body states at the single-atom level.
- Study of quantum transport with periodic boundary conditions in a time-dependent controlled geometry.
- A one-dimensional Bose gas with tunable interactions for the study of out-of-equilibrium dynamics.

### Thesis and habilitation

- 1 HDR Bruno Laburthe-Tolra, *Magnétisme et hydrodynamique d'un condensat dipolaire* (27/05/2013)
- 6 PhD defenses at Université Paris 13 / Sorbonne Paris Cité:
  1. Gabriel Bismut, *Excitations d'un condensat de Bose-Einstein dipolaire* (28/03/2012) – six publications – now a professional violinist.
  2. Karina Merloti, *Condensat de Bose-Einstein dans un piège habillé : modes collectifs d'un superfluide en dimension deux* (11/12/2013) – five publications including [2] – now consultant at Elée (Paris).
  3. Aurélie de Paz, *Échange de spin et dynamique d'aimantation d'un gaz quantique dipolaire* (16/06/2015) – four publications including [3] – job-seeker.
  4. Dany Ben Ali, *Conception et construction d'une expérience d'atomes froids : vers un condensat de sodium sur puce* (03/05/2016) – one publication – job-seeker.
  5. Camilla De Rossi, *Gaz de Bose en dimension deux : modes collectifs, superfluidité et piège annulaire* (24/11/2016) – 3 publications including [1,2] – research engineer working on the Virgo project.
  6. Bruno Naylor, *Gaz quantiques de Chrome : propriétés magnétiques et thermodynamiques d'un condensat de Bose-Einstein et production d'une mer de Fermi* (06/12/2016) – five publications including [4,5] – post-doc at ICFO (Barcelona-Spain).

**ANNEXE 4.2 - the 20% most significant products and activities in the Metrology axis**

**Articles**

Peer-reviewed articles (selection 8/42)

1. Lopez O., Kanj A., Pottie P.E., Rovera D., Achkar J., Chardonnet C., Amy-Klein A., Santarelli G., “Simultaneous remote transfer of accurate timing and optical frequency over a public fiber network,” *Applied Physics B* 110 (1), pp 3-6 (2013)
2. S. K. Tokunaga, C. Stoeffler, F. Auguste, A. Goncharov, C. Daussy, A. Amy-Klein, C. Chardonnet, B. Darquié, “Probing weak force induced parity violation by high resolution mid-infrared, molecular spectroscopy,” *Molecular Physics* 111, p 2363-2373 (2013)
3. C. Lemarchand, S. Mejri, P. L. T. Sow, M. Triki, S. K. Tokunaga, S. Briaudeau, C. Chardonnet, B. Darquié and C. Daussy, “A revised uncertainty budget for measuring the Boltzmann constant using the Doppler Broadening Technique on ammonia”, *Metrologia* 50, 623-630 (2013).
4. B. Argence, B. Chanteau, O. Lopez, D. Nicolodi, M. Abgrall, C. Chardonnet, C. Daussy, B. Darquié, Y. Le Coq and A. Amy-Klein, “Quantum cascade laser frequency stabilization at the sub-Hz-level,” *Nature Photonics* 9, pp. 456-460 (2015)
5. C. Lisdat, G. Grosche, N. Quintin, C. Shi, S.M.F. Raupach, C. Grebing, D. Nicolodi, F. Stefani, A. Al-Masoudi, S. Dörscher, S. Häfner, J.-L. Robyr, N. Chiodo, S. Bilicki, E. Bookjans, A. Koczwara, S. Koke, A. Kuhl, F. Wiotte, F. Meynadier, E. Camisard, M. Abgrall, M. Lours, T. Legero, H. Schnatz, U. Sterr, H. Denker, C. Chardonnet, Y. Le Coq, G. Santarelli, A. Amy-Klein, R. Le Targat, J. Lodewyck, O. Lopez, P.-E. Pottie, “A clock network for geodesy and fundamental science”, *Nature Communications* 7, 12443 (2016) - doi:10.1038/ncomms12443
6. PHILIPPE C., CHEA E., NISHIDA Y., DU BURCK F., ACEF O., Efficient third harmonic generation of a CW-fibered 1.5  $\mu\text{m}$  laser diode, *Applied Physics B* 122(10) 265 (2016).
7. CHAOUCHE-RAMDAME A., GRUNING P., RONCIN V., DU BURCK F., Stability transfer at 1.5  $\mu\text{m}$  for metrological applications using a commercial optical cavity, *Applied Optics* 56(1) 8-14 (2017).
8. P Asselin, Y Berger, TR Huet, L Margulès, R Motiyenko, RJ Hendricks, MR Tarbutt, SK Tokunaga and B Darquié, “Characterising molecules for fundamental physics: an accurate spectroscopic model of methyltrioxorhenium derived from new infrared and millimetre-wave measurements”, *Phys. Chem. Chem. Phys.* 19, 4576-4587 (2017).

**Review article**

1. Ch. J. BORDÉ, 5D relativistic atom optics and interferometry, arXiv:1304.7201 (2014).

**Peer-reviewed conference proceedings**

1. THAI-SINGAMA R., DU BURCK F., TINET E., UWB pulse generator switched by the PSK modulation based on a band filter with two zeros transmission, *Proceedings of 2013 International Conference on Advanced Technologies for Communications*, 708-712 (2013).
2. B. Argence, B. Chanteau, O. Lopez, D. Nicolodi, M. Abgrall, C. Chardonnet, C. Daussy, B. Darquié, Y. Le Coq and A. Amy-Klein, “Quantum cascade laser stabilization at sub-Hz-level by use of a frequency comb and an optical link”, *Proceedings of the Conference on Quantum Sensing and Nanophotonic Devices XII, Photonics West 2015 OPTO Conference, San Francisco, USA (7-12 February 2015), Proceedings of SPIE 9370, Quantum Sensing and Nanophotonic Devices XII, 937011 (2015).*

**Proceedings**

1. S. Mejri, P. L. T. Sow, S. K. Tokunaga, O. Lopez, A. Goncharov, B. Argence, C. Chardonnet, A. Amy-Klein, C. Daussy, and B. Darquié, “Ultra-stable Mid-IR Quantum Cascade Laser for high-resolution spectroscopy and metrology”, *Proceedings of the 28th Frequency and Time Forum, EFTF 2014, Neuchâtel, Switzerland (23-26 June 2014).*
2. PHILIPPE C., LE TARGAT R., HOLLEVILLE D., LOURS M., MINH-PHAM T., HRABINA J., DU BURCK F., WOLF P., ACEF O., *Frequency tripled 1.5  $\mu\text{m}$  telecom laser diode stabilized to iodine hyperfine line in the  $10^{-15}$  range*, 30th European Frequency and Time Forum (EFTF 2016) York, Grande Bretagne (4-7 Avril 2016)

## Oral communications (speaker underlined)

1. C. Daussy, C. Lemarchand, M. Triki, B. Darquié, C. Chardonnet, C. Bordé, "High Precision Line Shape Studies In Low Pressure Ammonia For An Accurate Determination Of The Boltzmann Constant", 21st International Conference on Spectral Line Shapes (ICSLS 2012), St. Petersburg, Russie (3-9 juin 2012) (invited)
2. B. Darquié, S. Mejri, P. L. T. Sow, C. Lemarchand, C. Bordé, C. Chardonnet, C. Daussy, Accurate determination of the Boltzmann constant by Doppler spectroscopy: towards a new definition of the Kelvin, sélectionné "Hot Topic", 23rd International Conference on Atomic Physics (ICAP 2012), Ecole Polytechnique, Palaiseau, France (23-27 juillet 2012) (invited)
3. THAI-SINGAMA R., DU BURCK F., PIETTE M, A Low-Cost UWB Pulse Generator for Medical Imaging, Through-wall Imaging and Surveillance Systems, IEEE Asia-Pacific Conference on Applied Electromagnetics (APACE2012), Melaka, Malaisie (11-13 Decembre 2012).
4. S. Mejri, P. L. T. Sow, O. Lopez, S. K. Tokunaga, A. Goncharov, B. Argence, B. Chanteau, C. Chardonnet, A. Amy-Klein, B. Darquié and C. Daussy, Quantum cascade laser spectrometer for frequency metrology and high accuracy molecular spectroscopy around 10  $\mu\text{m}$ , CLEO/Europe - IQEC, Munich, Allemagne, 12-16 mai 2013.
5. Anne Amy-Klein, Ultra-stable long distance optical frequency distribution using the Internet fiber network and application to high-precision molecular spectroscopy, ICOLS 2013, Berkeley, California, USA (9-12 juin 2013) (invité).
6. F. Auguste, S. K. Tokunaga, A. Shelkovnikov, C. Daussy, A. Amy-klein, C. Chardonnet and B. Darquié, New perspectives on the search for a parity violation effect in chiral molecules, 68th International Symposium on Molecular Spectroscopy, Columbus, USA (June 17-21 2013)
7. B. Argence, B. Chanteau, O. Lopez, D. Nicolodi, G. Santarelli, C. Chardonnet, C. Daussy, B. Darquié, Y. Le Coq and A. Amy-Klein, Long distance phase-coherent link between near- and mid-infrared frequencies, 2013 IEEE–UFFC joint symposia, Prague, République Tchèque, 21-25 July 2013
8. B. Darquié, F. Auguste, S.K. Tokunaga, A. Shelkovnikov, C. Daussy, A. Amy-Klein et C. Chardonnet, New perspectives on the search for a parity violation effect in chiral molecules, 6th International Symposium on Modern Problems of Laser Physics (MPLP'2013), Novosibirsk, Russie (25-31 août 2013) (invité).
9. C. Daussy, S. Mejri, P.L.T. Sow, S.K. Tokunaga, C. Chardonnet, B. Darquié, Progress towards the Boltzmann constant determination by the Doppler Broadening Technique at LPL, Consultative Committee for Thermometry Task Group on the International System of Units (CCT TG-SI) meeting, Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), Sèvres, France (20 mai 2014)
10. S.K. Tokunaga, S. Mejri, P.L.T. Sow, C. Lemarchand, A. Shelkovnikov, C. Bordé, A. Amy-Klein, C. Chardonnet, C. Daussy and B. Darquié, Precision measurements and tests of fundamental physics with molecules: measuring kB and searching for parity violation effects by high-resolution spectroscopy, International Conference on Precision Physics of Simple Atomic Systems, PSAS'2014, Rio de Janeiro, Brazil (25-30 may 2014) (invité)
11. Olivier Lopez, Nicola Chiodo, Fabio Stefani, Anthony Bercy, Fabrice Wiotte, Nicolas Quintin, Giorgio Santarelli, Christian Chardonnet, Paul-Eric Pottie, Anne Amy-Klein, Progress towards a metrological fiber wide-area network, Third International VLBI Technology Workshop, 10-13 Novembre 2014, Groningen/Dwingeloo, Pays-Bas (invité)
12. Bercy Anthony, Stefani Fabio, Lopez Olivier, Lee Won-Kyu, Chardonnet Christian, Pottie Paul-Eric, Amy-Klein Anne, Two-way optical frequency comparisons over telecommunication network fibers, IFCS/EFTF2015 Joint Conference, 13-16 avril 2015, Denver, USA.
13. A.Bercy, F.Stefani, O.Lopez, C.Chardonnet, P-E.Pottie and A.Amy-Klein, Two-way optical frequency comparisons at  $5 \times 10^{-21}$  relative stability over 100-km telecommunication network fibers, CLEO®/Europe - EQEC 2015, 21-25 juin 2015, Munich, Allemagne.
14. S.K. Tokunaga, A. Shelkovnikov, P.L.T. Sow, S. Mejri, O. Lopez, A. Goncharov, B. Argence, C. Daussy, C. Chardonnet, A. Amy-Klein and B. Darquié, Towards measuring parity violation in chiral molecules using vibrational spectroscopy, Quantum Manipulation of Atoms and Photons international workshop 2015 (QMAP 2015), Shanghai, China (27-30 October 2015) (invited)

15. PHILIPPE C., LE TARGAT R., HOLLEVILLE D., LOURS M., MINH-PHAM T., HRABINA J., DU BURCK F., WOLF P., ACEF O., *Frequency tripled 1.5  $\mu\text{m}$  telecom laser diode stabilized to iodine hyperfine line in the  $10^{-15}$  range*, 30th European Frequency and Time Forum (EFTF 2016) York, Grande Bretagne (4-7 Avril 2016)

## Développements instrumentaux et méthodologiques

### Prototypes et démonstrateurs

Repeater Laser Station : élément clé du fonctionnement d'un lien optique compensé en bruit. Une station laser permet de cascader 2 segments de lien optique, de recopier sans dégradation le signal entrant en sortie avec une puissance et une polarisation fixée, de compenser le bruit du segment suivant et de distribuer le signal ultrastable à un utilisateur local. Elle fonctionne automatiquement et ne nécessite pas d'horloge RF ultrastable. Elle permet également de comparer les signaux ultrastables d'entrée et de sortie d'un lien, ou bien les signaux de deux liens.

### Patent

ACEF O., DU BURCK F., DIMARQ N., *Génération de faisceaux optiques IR et visibles, puissants, cohérents en phase et ultrastables en fréquence*, Brevet n° 3004820, Bulletin Officiel de la Propriété Industrielle n° 43 du 24 octobre 2014.

### E-learning, moocs, etc.

1. C. Daussy, S. Forget, Publication du site web de l'association « Atouts Sciences », [www.atouts-sciences.org/](http://www.atouts-sciences.org/) (2014) - **commun à plusieurs équipes**
2. S. Chénais, S. Forget, C. Daussy, Création d'un MOOC pour l'Université Sorbonne Paris Cité intitulé « La Physique : Vivez l'expérience ! » (ouverture en 2017) - **commun à plusieurs équipes**

## Outreach

### Émissions radio, TV, presse écrite

1. C. Daussy, Participation à 4 émissions « On n'est pas que des cobayes » pour France 5, (2014-2015)
2. C. Daussy, F. Wiotte, Participation à l'émission « On n'est pas que des cobayes » pour France 5, « Détection et comptage par laser », (2015) - **commun à plusieurs équipes**
3. C. Daussy, Participation à l'émission « E=M6 » pour M6, « l'Arc-en-ciel », (2015) et à l'émission « Visites Privées » pour France 2, « A la découverte des étoiles » (2016)

### Produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.

1. C. Daussy, Les expériences pédagogiques au Laboratoire de Physique des Lasers, Optique Paris 13, Villetaneuse, France (8-11 juillet 2013) (conférence invitée)
2. B. Darquié, Experimenting Science: the laser fountain and other popularisation experiments developed at Laboratoire de Physique des Lasers, Fourth Saudi International Meeting on Frontiers of Physics (SIMFP 2015), Jazan University, Saudi Arabia (17-19 February 2015) (invité)
3. Anne Amy-Klein, Olivier Lopez, Christian Chardonnet, Emilie Camisard, Giorgio Santarelli et Paul-Eric Pottier, La lumière des meilleures horloges accessible par les fibres du réseau Internet, *Reflats de la Physique* n° 47-48, 91-94 (2016)
4. C. Daussy, LightBox : Le kit pédagogique, Université Alioune Diop de Bambey, Sénégal (16/12/2016) (atelier pédagogique, invité)

### Produits de médiation scientifique

1. C. Daussy, Président Fondateur de « Atouts Sciences », association affiliée à l'Institut Galilée/ Université Paris 13 et œuvrant pour la diffusion de la culture scientifique (2014)

2. C. Daussy, R. Dubessy, L. Longchambon, Conception et production de 300 kits pédagogiques, « La LightBox », pour l'année Internationale de la Lumière (financé par le Labex First-TF) (2015) - **commun à plusieurs équipes**

### Débats science et société

1. V. Roncin, référent scientifique sur le projet « Regard sur les nanos », participation au film du projet (2015 et 2016)

### Participation in editorial boards

- depuis 2014 : B Darquié membre du Review Editorial Board de 'Frontiers in Physical Chemistry and Chemical Physics', section de 'Frontiers in Chemistry and Physics'.

### Evaluation activities

- 2013-2017 : CD et AAK membres du comité d'expert de l'Université Paris 13, 30ème section

- 2013 : AAK : présidence d'un comité de sélection (IOGS, Bordeaux)

- 2012-2016 : participation de membres de l'équipe à 18 comités de sélection

- AAK, BD, CD, FDB : Referees pour les revues Journal of Molecular Spectroscopy, Optics Express, Applied Physics B, Metrologia, Transactions on TeraHerz Science and Technology, Transactions on Ultra Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, Chinese Optics Letters, Phys. Rev. Lett., Phys. Rev. A, J. Chem. Phys., Symmetry, Chirality, Optics letters, Applied Optics, Sensors environ 37 reviews pour la période 2012-2016

- CD et FDB : Experts pour l'Agence Nationale de la Recherche (2014 et 2016)

- C. Daussy, Expert Scientifique pour l'attribution des allocations doctorales - Université de Reims Champagne Ardenne (2015)

### Expertises

- depuis 2013 : C. Daussy, Membre du Consultative Committee for Thermometry (CCT) Task Group pour la préparation de la réforme du Système International d'Unités (SI)

- depuis 2008 : FDB membre du comité scientifique «Masse et Grandeurs apparentées / longueur et grandeurs dimensionnelles» du Laboratoire National d'Essais (LNE).

- depuis 2011 : AAK membre du conseil scientifique de l'Action Spécifique du CNRS GRAM (INSU) (devenue Programme national en 2016)

- 2011-2014 : AAK membre nommée du conseil scientifique de l'INP du CNRS

- depuis 2012 : AAK et FDB (depuis 2015) membre du bureau du Labex First-TF

- depuis 2015 : AAK membre du groupe de travail de physique fondamentale du CNES.

- depuis 2017 : BD membre du bureau de l'axe "Capteurs Quantiques et Métrologie" du DIM SIRTEQ (Science et Ingénierie en Région Île-de-France pour les Technologies Quantiques)

- 2015-2016 : VR : Membre de la cellule diffusion du savoir du DIM Nano-K

### Conference organisations

- Depuis 2008 : C. Daussy, Membre du comité scientifique de la conférence PAMO-JSM.

- 2013 : AAK, CD, VR membres du comité d'organisation du congrès Optique Paris 13 (500 participants)

- depuis 2013 : AAK membre du comité scientifique de l'école « European Frequency and Time Seminar », organisé par l'Institut FEMTO-ST, Besançon, France

- depuis 2014 : AAK membre du comité scientifique du congrès international European Frequency and Time Forum (EFTF) et membre du comité scientifique du congrès international International Frequency Control Symposium (IFCS)

- 2016 : AAK et FDB : organisation de l'Assemblée générale du Labex First-TF à l'Université Paris 13 (1 journée, 85 participants)
- 2016 : VR membre du Comité d'organisation « journée FTTH, CFOR / SFO, 25 janvier 2016, Campus de Villetaneuse (Université Paris 13)
- 2017 : BD membre de l'Executive Committee de 16<sup>th</sup> International Conference on Chiroptical Spectroscopy (CD2017)

### Hired non-permanent staff

- 2012-2014 : S. Mejri, financée par Labex First-TF puis contrat LNE, 8 publications
- 2012-2013 : F. Stefani, 1 an, financé par l'Equipex Refimeve+, 7 publications + 1 soumise
- 2013-2016 : Nicolas Quintin, ingénieur de recherche Refimeve+, 3 publications + 1 soumise
- 2013-2014 : Nicola Chiodo, ingénieur de recherche Refimeve+, 18 mois, 7 publications
- 2013-2015 : B. Argence, 2 ans, financés par l'ANR LIOM puis par le Labex First-TF, 4 publications
- 2015-2016 : P. Gruning, 1 an, financé par le Labex First-TF, 1 publication parue + 1 soumise
- 2016-2017 : R. Santagata, 18 mois, financée par contrat Labex First-TF puis ANR
- 2017 : E. Moufarej, 1 an, financé par EURAMET IMERA
- 2012-2016 : Andrey Goncharov, chercheur invité (1 mois/an), 2 publications
- 2016-2017 : Alexander Shelkovnikov, chercheur invité (1 ou 2 mois/an), 1 publication

### Interactions with environment

#### Contrats de R&D avec des industriels

Contrat de Prêt de matériel N/Ref : TRT/62442485.2015 entre LPL et GIE 3-5 Lab (VR).

Dans le cadre de l'Equipex Refimeve+ : mise en place de 5 marchés publics pour la réalisation de différentes parties du réseau métrologique national, avec la société Idil (contrat arrêté avant son terme), avec la société Kéopsys (réalisation d'amplificateurs bidirectionnels), avec la société Muquans et son sous-traitant Syrlinks (réalisation de prototypes de station laser, de station d'extraction, d'un logiciel de supervision, d'un banc de test et d'un tronçon du réseau).

#### Créations d'entreprises, de start-up, d'associations

- 2014 : Création par les membres du LPL de l'association « Atouts Sciences », association affiliée à l'Institut Galilée/ Université Paris 13 et œuvrant pour la diffusion de la culture scientifique.

### Contrats

#### Contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO , etc.)

- 2010-2012 : projet 'Trapping molecules on a chip: towards fundamental measurements' financé par la Royal Society, échange de chercheurs (financements de missions – voyage et logement) entre le LPL et le groupe CCM (Ed Hinds) de l'Imperial College London, coordinateur pour le LPL : B. Darqué, 17 k€
- 2012-2014 : European Metrology Research Programme 2012 (Health, SI Broader Scope & New Technologies), collaborator du JRP « Implementing the new kelvin » EURAMET IMERAPLUS 2012, (responsable: G. Machin, NPL, responsable UP13 : C. Daussy)
- 2013-2015 : Géant Open Call, International Clock Comparisons via Optical Fiber "ICOF", coordinateur H. Schnatz (PTB), coordinateur pour le LPL (associate partner) : A. Amy-Klein, budget pour le LPL : 30 k€

- 2015-2016 : projet 'Cold Chiral Molecules for Parity Violation' financé conjointement par le CNRS et la Royal Society, échange de chercheurs (financements de missions – voyage et logement) entre le LPL et le groupe CCM (Ed Hinds) de l'Imperial College London, coordinateur pour le LPL : B. Darqué, 27 k€ au total

- 2015-2018: European Metrology Research Program, JRP « Implementing the new kelvin 2» EURAMET IMERA 100 k€ pour le LPL (responsable: G. Machin, NPL, responsable UP13 : C. Daussy)

- 2016-2019 : European Metrology Research, Joint Research Program "OFTEN", coordinateur H. Schnatz (PTB), coordinateur pour le LPL : A. Amy-Klein, budget pour le LPL : 150 k€

- 2017-2019 : Appel d'offre européen Infranov : projet CLONETS, coordinateur P. Tuckey (Observatoire de Paris), coordinateur pour le LPL : A. Amy-Klein, budget pour le LPL : 60 k€

### Contrats nationaux

- 2010-2015 : *partenaire* ANR blanche NCPHEM, Non-Conservation de la Parité dans les Systèmes Moléculaires, partenaires : LCPQ, ISCR, MONARIS, PhLAM et LPL, porteur : T. Saue du LCPQ, coordinateur pour le LPL: B. Darqué, financement total : 680 k€ HT, dont 147 k€ pour le LPL

- 2011-2014 : *porteur* ANR blanche LIOM, Lien optique multiplexé pour la métrologie et la physique fondamentale, partenaires : LPL et LNE-SYRTE, porteur : A. Amy-Klein, porteur pour le Syrte : Y. Le Coq, financement total : 381 k€ HT, dont 203 k€ pour le LPL (125 k€ équipement et fonctionnement, 70 k€ personnel)

- 2012 : *porteur* Contrat LNE/DRST N° 11 3 002 entre le Laboratoire National de Métrologie et d'Essais et l'Université de Paris XIII, « Etude approfondie de profils de raies d'absorption de la molécule atmosphérique NH<sub>3</sub> autour de 10 μm à l'aide d'un spectromètre laser à cascade quantique. Développement d'une méthodologie pour l'analyse de profils de raies en absorption linéaire vers une application à des mesures exactes de pressions totales et partielles sur NO<sub>2</sub> au LNE», 75 k€ HT, (responsable : C. Daussy)

- 2012 : *porteur* appel d'offres du labex First-TF, projet « Liens ultra-stables par fibres optiques », partenaires : LPL, SYRTE, LKB, porteur : A. Amy-Klein, demi-allocation de thèse pour A. Bercy (50 k€)

- 2012 : *porteur* appel d'offres du labex First-TF, projet « Stabilisation en fréquence de lasers à cascade quantique dans l'infra-rouge moyen », partenaire : LPL, porteur : B. Darqué, financement de 6 mois de postdoc

- 2012 : *porteur* appel d'offres du labex First-TF, projet « Piège électrique pour particules chargées », partenaire : LPL, porteurs : C. Daussy, B. Darqué, R. Dubessy, 3 k€ de fonctionnement **ATTENTION: commun à plusieurs équipes**

- 2013 : *porteur* appel d'offres du labex First-TF, projet « Transfert de fréquences du proche au moyen IR : performances ultimes et application à la stabilisation et au balayage de QCL », partenaires : LPL, SYRTE, porteurs A. Amy-Klein, B. Darqué et C. Daussy, budget 52 k€ (10 k€ équipement et 42 k€ personnel (9 mois de post-doc))

- 2013 : *porteur* Action Spécifique GRAM « Transfert de fréquences par lien optique et application à la stabilisation d'un laser à cascade quantique », 15k€ (responsable : C. Daussy)

- 2013 : *porteur* projet d'échange de chercheurs (financements de missions - voyage et logement) entre le LPL et le groupe CCM (Ed Hinds) de l'Imperial College, financé par l'Université Paris 13. Porteur : B. Darqué, Intitulé du projet : Refroidissement de molécules organo-métalliques par collision avec un gaz tampon d'hélium à 4 K.

- 2013-2015 : *partenaire* ANR Astrid « Détection à distance de gaz par lasers infrarouges à cascade quantique », 87 k€ LPL, (porteur ANR: B. Parvite / responsable LPL: C. Daussy)

- 2014 : *porteur* appel d'offres du labex First-TF, projet « Stabilisation d'un peigne de fréquence sur une référence hybride », partenaires : LPL, SYRTE, porteurs A. Amy-Klein et O. Lopez, financement : 25 k€ équipement et 18 k€ personnel (4 mois de CDD IR)

- 2014 : *porteur* appel d'offre USPC, projet « Le MOOC : La Physique, vive[z] l'expérience ! », 40 k€ LPL, porteur C. Daussy, S. Chénais, S. Forget **ATTENTION: commun à plusieurs équipes**

- 2014 : *partenaire* Action spécifique GRAM du CNRS, projet : Lien optique Paris-Londres, porteur : P. E. Pottie (SYRTE), porteur pour le LPL : A. Amy-Klein, financement 12 k€

- 2014 : projet 'Photoelectron Circular Dichroism (PECD) of chiral organometallic complexes' sur la ligne de lumière DESIR (dir. L Nahon) du Synchrotron SOLEIL, porteur : B. Darqué, 120 h de temps de faisceaux allouées.

- 2014-2016 : *porteur* appel d'offres du labex First-TF, projet « Stabilisation de Pelgne de fRequences Auto-impulsionnels (SPIRAL) » ; partenaires : LPL, 3-5 Lab, UMRCNRS 6082 FOTON; porteurs V. Roncin et F. Du Burck, financement sur 3 ans : 43 k€ équipement et 47 k€ personnel (12 mois de post-doc en 2015)

- 2015 : *porteur* appel d'offres du labex First-TF, projet « Réalisation de spectromètres à très haute résolution à base de QCL pour la spectroscopie moléculaire de très grande précision », partenaires : LPL, LPMAA, porteurs : A. Amy-Klein et B. Darquié, financement pour le LPL : 10 k€ équipement et demi-allocation de thèse pour M. Pierens (50 k€)

- 2015 : *porteur* appel d'offres du labex First-TF, projet « LightBox : le kit pédagogique », financement : 8 k€ porteurs : C. Daussy, R. Dubessy **ATTENTION: commun à plusieurs équipes**

- 2015-2016 : *porteur* projet 'Photoelectron Circular Dichroism (PECD) of chiral organometallic complexes - Part 2' sur la ligne de lumière DESIR (dir. L Nahon) du Synchrotron SOLEIL, porteur : B. Darquié, 192 h de temps de faisceaux.

- 2016 : *porteur* appel d'offres du labex First-TF, projet « Liens ultrastables hybrides pour la comparaison d'horloges », partenaires : LPL, SYRTE, porteur A. Amy-Klein, financement : 15 k€ équipement, 11 k€ fonctionnement, 50 k€ personnel (1 an post-doc).

- 2016 : *porteur* appel d'offres du labex First-TF, projet « Microwave field imaging with an atomic probe », partenaire : LPL (2 équipes), porteurs R. Dubessy et S.K. Tokunaga, financement : 20 k€ équipement, 7 k€ fonctionnement **ATTENTION: commun à plusieurs équipes**

- 2016 : *porteur* appel d'offres du labex First-TF, projet « La science par l'expérience », allocation de monitorat pour mission de médiation scientifique : 6 k€ (porteur LPL/ association Atouts Sciences : C. Daussy)

- 2016-2020 : *porteur* ANR Jeune Chercheuse Jeune Chercheur PVCM, Parity Violation in Chiral molecules, partenaire : LPL, porteur : B. Darquié, 394 k€ HT

- 2017-2019 : *porteur* ANR Tremplin ERC PSYChE, Testing the Parity SYmmetry in CHiral Molecules, partenaire : LPL, porteur : B. Darquié, 150 k€ HT

#### Contrats avec les collectivités territoriales

- 2012-2017 : *porteur* Equipement mi-lourd Ile de France REseau fibré Métrologique Ile-de-France - REMIF, porteur : C. Chardonnet, partenaires : SYRTE, LKB, LCFIO, APC, LPMAA, financement : 340 k€ d'équipement.

- 2015-2018 : *porteur* projet d'équipement mi-lourd 'Sources of Cold Molecules for Parity Violation' (CMPV) financé par le Domaine d'Intérêt Majeur (DIM) 'Des atomes froids aux nanosciences' (NanoK) de la région Île-de-France, partenaires : LAC et LPL, porteur B. Darquié, porteur pour le LAC : H. Lignier, financement total 294 k€ dont 171 k€ pour le LPL

#### Contrats financés dans le cadre du PIA

- 2011-2019 : *partenaire* Labex First-TF dirigé par N. Dimarcq du LNE-SYRTE (Labex national composé d'un 1<sup>er</sup> cercle de 5 laboratoires) - budget : 6.5 M€, géré par le CNRS (INSIS)

- 2012-2019 : *porteur* Equipex Refimeve+, coordonné par C. Chardonnet (LPL), géré par l'Université Paris 13, avec transfert de savoir-faire vers deux sociétés privées pour l'établissement d'un réseau métrologique national - budget : 6.7 M€

## Academic reputation and appeal

### Prizes

- A. Bercy : Prix 2013 et 2014 de la Student Competition du congrès European Frequency & Time Forum (EFTF-Prague et EFTF-Neuchâtel)

### Learned society responsibilities

- Depuis 2007 : C. Daussy membre élu du bureau PAMO de la Société Française de Physique
- 2011-2016 : Anne Amy membre du jury du prix Aimé Cotton de la SFP
- 2014 : Christophe Daussy membre du jury du prix « Jeune Chercheur » de la Société Française de Physique 2014
- 2015 : Vincent Roncin membre du Jury du prix de l'image scientifique du DIM Nano-K (11 mars 2015)

### Invitations

- depuis 2008 : B Darquié visiteur académique à l'Imperial College : 15 visites courtes depuis 2012
- C. Daussy, invitation pour un cycle conférence/atelier pédagogique à Université Alione Diop de Bambey, Sénégal (décembre 2016)
- AAK, CD, BD, FDB : 15 séminaires invités en France ou à l'étranger

### Liste des thèses soutenues avec le devenir et les publications associées

- C Lemarchand (septembre 2008 - juillet 2012), enseignant dans le supérieur privé, 8 publications.
- B. Chanteau (octobre 2009-décembre 2013), post-doctorant à l'Université de Hanovre, groupe du Pr. Morgner sur l'Optique Laser Ultrarapide, 7 publications.
- P. L. T. Sow (septembre 2011 - avril 2015), enseignant-chercheur au Sénégal, 7 publications.
- A. Bercy (octobre 2012-décembre 2015), ingénieur dans la société Parrot, 7 publications.

**ANNEXE 4.3 - the 20% most significant products and activities in the "Atoms at interfaces" axis**

**Selected articles**

[1] Taillandier-Loize T., Aljunid SA., Correia F., Fabre N., Perales F., Tualle J-M., Baudon J., Ducloy M., Dutier G., A simple velocity-tunable pulsed atomic source of slow metastable argon, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **49** 135503 (2016).

[2] Lalot A., Passerat de Silans T., Maurin I., Ducloy M., Bloch D., Casimir-Polder interactions in the presence of thermally excited surface modes, *Nature Communications*, **5**, 4364 /ncomms5364, (2014).

[3] Ballin P., Moufarej E., Maurin I., Lalot A., Bloch D., Three-dimensional confinement of vapor in nanostructures for sub-Doppler optical resolution, *Applied Physics Letters*, **102**, 23, 231115, (2013).

[4] Moufarej E., Maurin I., Zabkov I., Lalot A., Ballin P., Klimov V.V., Bloch D., Infiltrating a thin or single layer opal with an atomic vapour: sub-Doppler signals and crystal optics, *Euro Physics Letters* **108**, 17008, (2014).

**Book Chapter**

Bloch D. and Rios Leite J.R.

"Extreme focusing and the Orbital Angular Momentum"

en préparation, parution de l'ouvrage prévue courant 2017 éditions ISTE "Orbital Angular Momentum (in optics and radiowaves)".

**Invited conferences and oral presentations**

Maurin I., Moufarej E., Ballin P., Lalot A., Bloch D.,

Infiltrating an artificial opal with an atomic vapour: observation of sub-Doppler signals in linear spectroscopy,

META14 (5th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics), Singapour, Singapour, (2014).

Lalot A., Passerat De Silans T., de Aquino Carvalho J.C., Chaves de Souza Segundo P., Maurin I., Leite J.R.R., Ducloy M., Bloch D.,

Effets de la température sur l'interaction Casimir-Polder en champ proche,

COLOQ / Optique-Bretagne 2015, Rennes, France, (2015).

Lalot A., de Aquino Carvalho J.C., Passerat De Silans T., Chaves de Souza Segundo P., Maurin I., Ducloy M., Bloch D.,

Atom in front of a hot surface: Thermal dependence of the Casimir-Polder interaction,

EGAS 47 (47 th European Group for Atomic Spectroscopy), Riga, Lettonie, (2015).

Lalot A., Passerat de Silans T., Maurin I., Gorza M.-P., Ducloy M., Bloch D.,

Temperature dependence of the atom-surface interaction in thermal equilibrium,

IQEC, International Quantum Electronics Conference, Munich, Allemagne, (2013).

Lalot A., Passerat de Silans T., Gorza M.-P., Maurin I., Ducloy M., Bloch D.,

Atoms feel the near field of thermal radiation,

International Conference on Laser Spectroscopy, Berkeley, CA, États-Unis, (2013).

Moufarej E., Ballin P., Zabkov I., Maurin I., Lalot A., Bloch D.,

Confining a vapour in nanostructures for sub-Doppler linear spectroscopy,

International Conference on Laser Spectroscopy,

Berkeley, CA, États-Unis, (2013).

T. Taillandier-Loize, M. Hamamda, G. Dutier, F. Perales, M.-P. Gorza, C. Mainos, J. Baudon, M. Boustimi, V. Bocvarski and M. Ducloy  
"Surface interactions in atom interferometry"  
(MPLP'2013 – 6<sup>th</sup> International Symposium on Modern Problems of Laser Physics, Novosibirsk, Russie – Août 2013).

M. Ducloy (key-note)

"Atom-Metamaterial resonant coupling: a model of hybrid quantum system"  
(International Workshop on Quantum Manipulation of Atoms and Photons, QMAP2015, Shanghai, Chine – Octobre 2015).

Correia C., Fabre N., Perales F., Baudon J., Ducloy M. and Dutier G.  
Slow velocity-tunable metastable argon beam for matter wave experiments  
FOMO, Arcachon, France (2016).

### Main scientific results

OIA: Versatile slow metastable atomic beam with a narrow velocity distribution and a velocity accuracy up to 0.2%.

Diffraction picture of 20 m/s atomic beam through a 100 nm nanograting.

SAI: Temperature dependence of the Casimir-Polder interaction (an experimental demonstration (at thermal equilibrium)).

Sub-Doppler spectroscopy in an infiltrated opal (a type of soft chemistry photonic crystal).

### Main scientific objectives

OIA: Unprecedented analysis of slow atoms near a nanosurface.

A slow atomic beam of  $^{36}\text{Ar}$  leading to a new range of constraints for a gravitational non-Newtonian potential.

SAI: Molecular spectroscopy close to an interface, possible orientational and rovibrational ( $v, J$ ) selectivity for the molecule-surface interaction + easier technology close to a nanostructure than hot alkali vapour.

### Academic reputation and appeal

#### Learned societies responsibilities and distinctions

-Martial Ducloy, Member of the Russian Academy of Sciences (elected Dec.2011-jan 2012).

-Martial Ducloy, President of the Société Française de Physique until mid-2012 then deputy president until mid-2013).

#### Congress organizations

-Martial Ducloy, General Chair (with S Bagayev) of the "XXIst International Conference on Coherent and Nonlinear Optics" (ICONO/LAT 2013), Moscow, June 2013.

-Daniel Bloch and Gabriel Dutier, members of the Comité local de Optique Paris 2013.

### Outreach

Publication in "Actualités" de l'Institut de Physique du CNRS "L'attraction atome-surface exaltée par la chaleur" (sept2014), et article équivalent par la Société Brésilienne de Physique (juillet 2014).

### Large audience publications and events

- Bloch D., Lalot A., Maurin I., La couleur du rayonnement de « corps noir » sondée avec des atomes dans La Gazette de Galilée n°12 (2015) -publication de l'Institut Galilée -Université Paris13

- Bloch D., "L'intelligence des machines : j'en parlerai à mon cheval", en lien avec le "Festival des Idées" de USPC, The Conversation (2016) et reprise sur contrepoints.org

-Supervision de "Regards sur les nanos" opération lourde du C'nano Ile-de-France (soutien région) pour quelques classes de lycées, chacune encadrées pour environ 10 séances pour les éditions 2015 et 2016

incluant visite de labos avec restitution sous le patronage du Conseil Régional + stand relatant l'opération à la Villette, Cité des sciences et de l'Industrie (Fête de la Science 2016) (Bloch D. et Roncin V.)

- Isabelle Maurin, Gabriel Dutier, Franck Correia, Stand de vulgarisation du LPL dans le cadre de :

- "Savante Banlieue": annuellement ;
- + "Rencontres Sciences et Citoyens" (2013)
- + "Printemps à la Fac" (2015)

### Presentations

-Daniel Bloch, « Tout est quantique », *CNAM, Juin 2012*

"Des ailes des papillons à la nanophotonique : les couleurs du nanomonde".

- Festival des Idées de USPC (2016)

"Quelles sciences pour les machines ?" (D Bloch).

-"Cristaux photoniques" pour expo de cristallographie avec MJC Ermont, dans le cadre de l'année internationale (2014).

-Nuit des chercheurs (2012).

### Post-doctorants et chercheurs accueillis

-Pedro Chaves de Souza Segundo sur soutien USPC et CNRS, chercheur visiteur.

-Nombreuses collaborations et visites de collègues provenant essentiellement des pays suivants : Brésil, Uruguay, Russie. En prolongement de collaborations déjà établies : V Klimov, JR Rios Leite, H Failache, A Lezama, M Chevrollier, M Oria ou de nouveaux partenariats : D. Chang (Barcelone), I. Kominis (Heraklion), ainsi que S. Tojo (Chuo U, Tokyo) avec ici un accord d'échanges étudiants entre Chuo U et l'UP13.

### Expertise and evaluation activities

-Martial Ducloy, Présidence du Comité AERES 2014 de l'Institut d'Optique.

-Daniel Bloch, expertises pour le Conseil régional IdF (Sesame 2012, Vulgarisation 2015), le PRES Paris Sud, la FNS (Suisse) et l'UE.

-Athanasios Laliotis, expertise pour NAFOSTED (Agence Vietnamienne de Financement de projet scientifique).

-Gabriel Dutier, expertise pour le LABEX Palm.

-Important activité d'évaluation d'articles scientifiques (reviewer) pour Science Advances, EPL, Opt. Comm., J. Appl. Phys., Opt. Quant.Electr, PRL, PRA, Nature communications, Opt. Lett., EPL, Opt. Comm., EPJD, Appl. Phys. Lett, Appl. Phys. B, J. Opt, ...

### Thesis and habilitation

P Ballin (PhD, defended in June 2012) " Confinement tridimensionnel d'une vapeur de césium dans une opale de nanobilles" - presently working for a software company.

T. Taillandier Loize (PhD, defended in December 2014) "Jet lent d'atomes d'argon métastables pour l'étude de l'échange de métastabilité, des interactions de van der Waals et des milieux d'indice négatif" – presently working at Télécom SudParis as chargé d'enseignement et de recherche.

E. Moufarej (PhD, defended in December 2014) " Infiltration d'une vapeur diluée dans une opale artificielle Langmuir-Blodgett : études optiques et spectroscopique" - presently postdoc at LPL-MMTF after a postdoc at LAC.

I. Maurin, permanent LPL member, MCF, HDR defended in December 2016 " Spectroscopie atomique avec confinement nanométrique ou tridimensionnel. Recherche d'un effet de température dans l'interaction Casimir-Polder".

**APPENDIX 4.4 - the 20% most significant products and activities in the Photonics axis**

**Articles**

Team 1

A.Barbet, A. Paul, T. Gallinelli, F. Balembois, J-P. Blanchot, S. Forget, S.Chénais, F.Druon, and P. Georges  
"LED pumped luminescent concentrators: a new opportunity for low cost solid-state lasers"  
Optica 3, 465-468 (2016)

O. Mhibik, S. Forget, D. Ott, G. Venus, I. Divliansky, L. Glebov and S. Chénais  
"An ultra-narrow linewidth solution-processed organic laser"  
Light: Science & Applications 5, e16026 (2016)

Team 2

L. Zeng, A. C. Chime, M. Chakaroun, S. Bensmida, H. Nkwawo, A. Boudrioua, and A. P. A. Fischer, "Electrical and Optical Impulse Response of High Speed Micro-OLEDs under Ultra-Short Pulse Excitation" submitted to the IEEE Transactions on Electron Devices, accepté (2017).

S. Khadir, A. T. Diallo, M. Chakaroun and A. Boudrioua, "Exciton enhancement and exciplex quenching by plasmonic effect of Aluminum nanoparticle arrays in a blue OLED", 25(9), 9812 - 9822 Optics express (2017).

H. Chikh-Touami, R. Kremer, H-J. Lee, M. Lee, L-H. Peng and A. Boudrioua, "Shared optical parametric generation interactions in square lattice nonlinear photonic crystals", Applied Physics B 123:113 DOI 10.1007/s00340-017-6702-2 (2017).

R. Fernandez Garcia, L. Zeng, S. Khadir, M. Chakaroun, A. P. A. Fischer and A. Boudrioua "Enhanced electroluminescence of organic light emitting diode by localized surface plasmon using Al-periodic structure", J. of Opt. Soc. of America B 33 (2) 246 - 252 (2016).

S. Khadir, M. Chakaroun, A. Belkhir, A. Fischer, O. Lamrous and A. Boudrioua, "Localized surface plasmon enhanced emission of organic light emitting diode coupled to DBR-cathode microcavity by using silver nanoclusters", Optics Express, 23 (18), 23647 - 23659 (2015).

M. Lazoul, A. Boudrioua, L.-M. Simohamed, and L-H Peng, "Multi-resonant optical parametric oscillator based on 2D-PPLT nonlinear photonic crystal", Optics Letters, 40(8), 1861-1864 (2015).

G. T. Ayenew, A. P. Fischer, C-H. Chan, C.-C. Chen, M. Chakaroun, J. Solard, L-H. Peng, and A. Boudrioua, "Self-organized nanoparticle photolithography for two-dimensional patterning of organic light emitting diodes", Optics Express, 22 (S6), A1619 - A1633 (2014).

F. Gourdon, A. T. Getachew, M. Chakaroun, A. P. A. Fischer and A. Boudrioua, "Study of the organic layer thickness effect in a hybrid photonic crystal L3 nanocavity under optical pumping", J. Nanophoton. 8(1), 084092-7 (2014).

Team 3

L. Museur, A. Zerr, and A. Kanaev, "Photoluminescence and electronic transitions in cubic silicon nitride," Scientific Reports, 6 (2016)

E. Evlyukhin, L. Museur, M. Traore, C. Perruchot, A. Zerr, and A. Kanaev, "A New Route for High-Purity Organic Materials: High-Pressure- Ramp-Induced Ultrafast Polymerization of 2-(Hydroxyethyl) Methacrylate," *Scientific Reports*, 5 (2015)

#### Review papers

S.Chénais and S.Forget

“Recent advances in solid-state organic lasers”

*Polymer International*, Review paper, 61: 390–406 (2012)

#### Books

A.Boudrioua, M. Chakaroun et A. Fischer, “Introduction to Organic Lasers”, Eds ISTE Wiley (2017)

<http://www.hive.co.uk/Product/Azzedine-Boudrioua/Organic-Lasers/19126605>

S. Forget and S. Chénais

*Organic Solid-state Lasers*,

Springer Series in Optical Science, Vol. 175, Springer. 130 pages, ISBN 978-3-642-36704-5. (2013)

#### Book chapters

S.Forget, I.Robert-Philip et P.Balcou : Chapitre : « Lasers of all sizes » dans l’ouvrage collectif "Le Laser", coordonné par F.Bretenaker et N.Treps, 180 pages, collection « une introduction à... », Editions EDP Sciences ISBN 978-2-7598-0517-4 (juin 2014)

#### Patents

A.Barbet, F.Balembois, S.Chenais, S.Forget, T.Gallinelli, JP. Blanchot, A.Paul, F.Druon, P.Georges, « Module d’émission lumineuse à concentration et dispositif laser utilisant un tel module », Brevet Institut d’Optique Graduate School/Université Paris 13/Effilux/CNRS, déposé à l’INPI le 18 décembre 2015 – référence 28368/002FR1

Alexis Fischer, Ayenew Getachew, Azzedine Boudrioua, Jeanne Solard, US Patent, 14/878915, “Method for making micro nano scale patterned layer of material using photolithography”, October (2015).

S. Forget, S. Chénais

« Laser organique à capsules interchangeable : un système laser organique et procédé de modification de la longueur d’onde d’émission du système laser »

Brevet Université Paris 13/CNRS, 2012, référence WO2013189811

#### E-learning, moocs, etc.

MOOC « Vivez l’expérience ! », C.Daussy, S.Chenais, S.Forget – commun à plusieurs axes

#### Liste des thèses et HDR soutenues avec le devenir et les publications associées pour les doctorants

- Hocine Chick-Touami (Septembre 2013 – Juillet 2017), Enseignant à l’Ecole Polytechnique d’Alger (Algérie), 2 publications.
- Tatiana Leang (Octobre 2011-Décembre 2015), ingénieur Cap Gemini, 2 publications.
- Lei Zeng (Novembre 2012 – Octobre 2016), Chargé de mission dans une société d’équipement scientifiques, 2 publications.

- Samira Khadir (Septembre 2012 – Octobre 2016), Post-doc à l'Institut Fresnel (Marseille), 4 publications.
- Fadwa Baladi (Septembre 2010 – Juillet 2014), Activité dans une entreprise privée, 3 publications.
- Getachew Ayenew (Septembre 2010 – Juillet 2014), Post-doc à l'Université de Nice, 3 publications.
- Quentin Ripault (Septembre 2009 – Juillet 2013), Post-doc au CEA, 1 publication.
- Mohamed Lazoul (Septembre 2009 – Avril 2013), Enseignant chercheur à l'Ecole Polytechnique (Algérie), 3 publications.
- Egor Evlyukhin (septembre 2012 - décembre 2015), en stage post-doctoral (University of UTAH), 2 publications.
- Sébastien Forget, permanent LPL member, MCF, HDR defended in June 2017 "Lasers organiques solides".

**ANNEXE 4.5 - the 20% most significant products and activities in the “Laser for living science” axis**

**Products**

Scientific production,					
Articles avec comité de lecture	14	Actes de colloques	7	Séminaires	2
Article de synthèse	1	Conférences invitées	5	Prototypes	1
Autres articles	1	Communications	12	Brevets	2

**Article selection 3/13**

K. Barjean, K. Contreras, J.-B. Laudereau, É. Tinet, D. Etti, F. Ramaz and J.-M. Tualle,  
Fourier transform acousto-optic imaging with a custom-designed CMOS smart-pixels array,  
Optics Letters Vol. 40, Issue 5, pp. 705-708 (2015).

T.N. Le, J-C. Pouilly, F. Lecomte, N. Nieuwjaer, B. Manil, C. Desfrancois, F. Chirot, J. Lemoine, P. Dugourd, G. van der Rest, G. Grégoire,  
Gas-Phase Structure of Amyloid-beta (12-28) Peptide Investigated by Infrared Spectroscopy, Electron Capture Dissociation and Ion Mobility Mass Spectrometry  
Journal of the American Society for Mass Spectrometry 24 (2013) 1937.

R. Lozada Garcia, N. Nieuwjaer, C. Desfrancois, F. Lecomte, S.D. Leite, B. Manil, M. Broquier, G. Grégoire  
Vibronic spectra of protonated hydroxypyridines: contributions of prefulvenic and planar structures  
Physical Chemistry Chemical Physics 19 (2017) 8258.

**Review article**

J.-M. Tualle,  
Derivation of the radiative transfer equation in a medium with a spatially varying refractive index: a review,  
Adv. in imaging and electron physics **171**, 115-143 (2012).

**Autres articles (articles publiés dans des revues professionnelles ou techniques, etc.)**

J-M. Tualle, K. Barjean, D. Etti et É. Tinet,  
La tomographie optique diffuse,  
Photoniques 62, 38-41, (Novembre 2012).

**Articles publiés dans des actes de colloques / congrès**

H.F. Beyer, Th. Stöhlker, D. Banas, D. Liesen, D. Protić, K. Beckert, P. Beller, J. Bojowald, F. Bosch, E. Förster, B. Franzke, A. Gumberidze, S. Hagmann, J. Hozzowsk, P. Indelicato, O. Klepper, H.-J. Kluge, St. König, Chr. Kozuharov, X. Ma, B. Manil, I. Mohos, A. Oršić-Muthig, F. Nolden, U. Popp, A. Simionovici, D. Sierpowski, U. Spillmann, Z. Stachura, M. Steck, S. Tachenov, M. Trassinelli, A. Warczak, O. Wehrhan and E. Ziegler,  
Crystal optics for precision x-ray spectroscopy on highly charged ions-conception and proof  
Journal of Physics B 48 (2015) 144010

K. Barjean, D. Etti, E. Tinet, A. Dupret, J.-M. Tualle,  
An ultrafast, ultracompact sensor for diffuse wave spectroscopy,  
Proceedings of SPIE -- Volume 8659, Sensors, Cameras, and Systems for Industrial/Scientific Applications XIV, 865906 (2013)

**Invited conferences :**

J.-M. Tualle, K. Barjean, É. Tinet, D. Etti, D. Etti,

High sensitivity analysis of speckle patterns: a technological challenge for biomedical optics, IS&T/SPIE Electronic Imaging 2013, Sensors, Cameras, and Systems for Industrial/Scientific Applications XIV (Conference 8659-21), San Francisco, USA (3-7 février 2013)

S.-D. Leite, F. Lecomte, N. Nieuwjaer, C. Desfrancois and B. Manil

Experimental alternative to investigate the radiation-induced radical chemistry at the molecular level ISSAC2015 (Madrid, Espagne), 18 – 21 juillet 2015

**Instrumental developments**

**Prototype**

Acousto-optic imaging system with a custom-designed CMOS smart-pixels array.

**Patent**

Procédé d'analyse d'un échantillon diffusant par mesure résolue en temps et dispositif associé, Université Paris 13, demande de brevet n° 12/56196 du 28 juin 2012

Inventeurs : J.-M. Tualle, E. Tinet, O. Cussenot.

**ACTIVITÉS DE RECHERCHE ET INDICES DE RECONNAISSANCE**

**Responsabilités au sein d'instances d'évaluation**

J-M TUALLE membre du Program Committee de la conférence Image Sensors and Imaging Systems, programmée dans le cadre du congrès IS&T/SPIE Electronic Imaging.

J-M TUALLE président du comité scientifique des colloques OptDiag 2012, OptDiag 2014 et OptDiag 2016.

**Organisation de colloques / congrès**

Co-organisation des colloques OptDiag 2012, OptDiag 2014 et OptDiag 2016.

Co-organisation du congrès international IBBI à Porquerolles.

**Post-doctorants et chercheurs accueillis**

Rolando Lozada (ATER 2015-2016 puis post-doc financé par contrat INCa)

Christelle Abou Nader (ATER 2016-2017)

**Contracts**

BMS team

INCa Plan Cancer, BIORAD, Effect of a complex environment on radiation damage: DNA sequences into ices or liquid micro-droplets containing radio-sensitizers and polypeptides, 2015-

OMA team

ANR, ICLM, Imagerie Cohérente de Lumière Multi-diffusée, 94k€, 2011-2015

Défi Imag'In, MALT, Multimodal Acousto-optic imaging in Living Tissues, coordinateur JM Tualle, 21k€ 2016

ANR, DIAGNOSIS, Diffuse and fluorescence light Analysis with Gathered Novel Opto Sensors for early Inexpensive diagnosis Solutions, porteur D Etti, 198k€, 2016-

INCa Plan Cancer, MALT, Multi-wave Acousto-optic imaging in Living Tissues, 130 k€, 2016-

ANR, LiOS, Imageur médical connecté et configurable à haute résolution spatiale et chromatique, porté par le CHU de Toulouse, 106 k€, 2016-

### Responsabilités

Charles Desfrançois :

- Directeur du LPL (2008-2012)
- VPCS de l'UP13 (2008-2014)
- Directeur Scientifique de la COMUE USPC (2015-2016)

Vincent Lorent :

- Directeur ED Galilée (jusqu'en 2015)
- Directeur-Adjoint de l'Institut Galilée pour les Masters (2015-2017)

Bruno Manil :

- Directeur de l'Institut Fédératif UP13 IISE (depuis sa création en 2014)
- Membre élu du Conseil de direction de l'Institut Galilée (depuis 2013)
- Membre élu du Conseil Scientifique de l'Institut Galilée (depuis 2013)

### Liste des thèses soutenues avec le devenir et les publications associées

K. Barjean (septembre 2012-avril 2016), postdoctorant au CEA-LETI à Grenoble, 4 publications.

L.-T. Nga (septembre 2010 - avril 2014), enseignant dans le secondaire, 2 publications.

T.-N. Nguyen, (mars 2011 - 23 juin 2014), chargé de recherches CNST de Hanoi (Vietnam), 1 publication.

S.-D. Leite (septembre 2013 - mai 2017), en recherche d'emploi, 1 publication.

## Annexe 5 : Règlement Intérieur du LPL

### LABORATOIRE DE PHYSIQUE DES LASERS - UMR7538 Règlement intérieur

#### 1. Conseil de laboratoire, assemblée générale, les « mini-réunions »

Le conseil de laboratoire est présidé par le directeur de l'unité. Outre le directeur, il comprend des membres nommés (4) et des membres élus (8). Réuni au moins 3 fois par an, il a un rôle consultatif et émet un avis sur toutes les questions relatives à la politique scientifique, la gestion des ressources, l'organisation et le fonctionnement de l'unité. Un règlement concernant ce conseil est consultable au secrétariat.

L'assemblée générale comprend tous les personnels de l'Unité. Elle est réunie au moins une fois par an sur proposition de la direction ou du conseil de laboratoire, et a également un rôle consultatif.

Les réunions de laboratoire ont lieu en général une fois par mois et réunissent les responsables d'équipes, le directeur et le responsable administratif. Elles ont pour but de trouver des actions communes ponctuelles ou à plus long terme sur toutes les questions relatives à la politique scientifique, la gestion des ressources, l'organisation et le fonctionnement de l'unité.

#### 2. Accès au laboratoire

Un badge individuel est remis à chaque membre du laboratoire, qui ne doit pas être prêté. Il correspond à des horaires d'accès précis propres à chaque agent. En cas de perte ou de vol, il faut impérativement et immédiatement en informer (voir annexe 1) le secrétariat du laboratoire et la direction afin de neutraliser votre badge.

#### 3. Horaires, congés, absences

La durée annuelle de travail effectif est de 1607 heures. Les modalités de mise en œuvre dans l'unité prennent en compte les dispositions figurant dans le décret du 25 août 2000, dans l'arrêté du 31 août 2001, dans le décret du 29 avril 2002 et dans le cadrage national du CNRS. Les modalités de mise en œuvre dans l'unité devront être prises en compte en fonction de l'établissement de rattachement des agents concernés.

##### 3.1. Horaires de travail

Pour les personnels permanents relevant du CNRS : La durée hebdomadaire du travail effectif pour chaque agent de l'unité travaillant à temps plein est de 38h30 répartie sur les 5 jours ouvrés.

Pour les personnels permanents 13iatss relevant de l'Université Paris13 : La durée hebdomadaire du travail effectif pour chaque agent de l'unité travaillant à temps plein est de 37h40 répartie sur les 5 jours ouvrés (circulaire annuelle sur les congés annuels et les autorisations d'absence).

Pour les Doctorants : La durée hebdomadaire du travail effectif pour chaque agent de l'unité travaillant à temps plein est de 38h répartie sur les 5 jours ouvrés. Cette réglementation prendra effet si et seulement si le contrat doctoral fait référence à la réglementation du laboratoire en matière de congés annuels. Le contrat doctoral faisant foi.

Pour les personnels en COD : se référer au contrat de travail

Seuls les personnels à temps partiel (80% ou moins) peuvent répartir leurs heures sur moins de 5 jours.

La plage horaire minimale de présence s'étend de 9h30 à 16h. Néanmoins, chacun peut pratiquer régulièrement un horaire journalier décalé par rapport à ces plages horaires, après accord du directeur de l'unité et en s'engageant à maintenir ces horaires une année minimum suivant l'accord. En tout état de cause, chacun doit accomplir la durée hebdomadaire de travail effectif relevant de son employeur, la durée maximale de présence journalière étant limitée à 11 heures dont 1 heure de pauses.

##### 3.2. Congés annuels

Pour les personnels permanents relevant du CNRS : Le nombre de jours de congés annuel est de 32 jours ouvrés (du lundi au vendredi, hors jours fériés), auxquels s'ajoutent un ou deux jours de fractionnement (1 jour si l'agent prend 5,6 ou 7 jours entre le 1er janvier et le 30 avril ou entre le 1er novembre et le 31 décembre, et de 2 jours si ce nombre est au moins égal à 8 jours). Le nombre de jours accordés au titre de l'ARTT est de 13 jours par an. Compte tenu de la journée de solidarité qui vient en déduction, le nombre total de RTT disponibles est de 12 jours. Le nombre de jours de congés (congés annuels auxquels s'ajoutent les jours de fractionnement et les RTT) est donc limité à 46 par an.

Le décompte des jours se fait par année civile. L'agent peut reporter ses congés annuels et ses RTT non utilisés jusqu'au 28 février de l'année suivante.

Pour les personnels permanents Biatss relevant de l'Université Paris13, le nombre de jours de congés annuel (RTT compris) est de 53 jours ouvrés (du lundi au vendredi, hors jours fériés). Le décompte des jours se fait par année universitaire (1er septembre de l'année N au 31 Août de l'année N+1). L'agent peut reporter ses congés annuels et ses RTT non utilisés jusqu'au 31 Décembre de l'année N+1.

Pour les personnels enseignants-chercheurs relevant de l'Université Paris 13, se référer à la Note du 30 avril 2012 du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Pour les personnels en CDD : se référer au contrat de travail.

Au-delà de la date limite de report, les jours de congés et de RTT non utilisés sont définitivement perdus, sauf s'ils ont été déclarés dans un Compte Epargne Temps (voir annexe CET).

Les jours RTT sont utilisés dans les mêmes conditions que les congés annuels. Ces jours (RTT et congés) sont accordés, après avis du directeur de l'unité, sous réserve des nécessités de service. Ces demandes doivent être effectuées avec un délai de prévenance de 8 jours s'il s'agit de moins de 3 jours, sinon de deux fois la durée du congé demandé et doivent être transmises au secrétariat après accord du directeur.

Pour les doctorants : Le nombre de jours de congés annuel est de 32 jours ouvrés (du lundi au vendredi, hors jours fériés), auxquels s'ajoutent un ou deux jours de fractionnement (1 jour si l'agent prend 5,6 ou 7 jours entre le 1er janvier et le 30 avril ou entre le 1er novembre et le 31 décembre, et de 2 jours si ce nombre est au moins égal à 8 jours). Le nombre de jours accordés au titre de l'ARTT est de 10.5 jours par an. Compte tenu de la journée de solidarité qui vient en déduction, le nombre total de RTT disponibles est de 9.5 jours. Le nombre de jours de congés (congés annuels auxquels s'ajoutent les jours de fractionnement et les RTT) est donc limité à 41 par an.

Le décompte des jours se fait par année universitaire. L'agent peut reporter ses congés annuels et ses RTT non utilisés jusqu'au 31 décembre de l'année N+1.

Cette réglementation prendra effet si et seulement si le contrat doctoral fait référence à la réglementation du laboratoire en matière de congés annuels. Le contrat doctoral faisant foi.

Le laboratoire est fermé chaque année entre le 25 décembre et le 1er janvier et les jours de congés correspondants à cette période sont inclus dans les jours de congés annuels. Par ailleurs, chaque personnel est tenu de prendre 2 semaines de congés entre le 15 juillet et le 22 août.

L'absence de service au titre des congés et ARTT ne peut excéder 31 jours consécutifs, la durée étant calculée du 1er au dernier jour, sans déduction des samedis, dimanches et jours fériés.

### 3.3. Absence pour raison médicale

Toute indisponibilité consécutive à une maladie doit être signalée au directeur de l'unité dans les 24 heures. Le certificat médical doit être produit dans les 48 heures.

### 3.4. Missions

Tout agent se déplaçant pour l'exercice de ses fonctions doit être en possession d'un ordre de mission établi préalablement au déplacement. Ce document est obligatoire du point de vue administratif et juridique. Il assure la couverture de l'agent au regard de la réglementation sur les accidents de service.

Cependant, un agent qui se déplace pour les besoins du service dans sa commune de résidence administrative / familiale ou dans les communes franciliennes desservies par des moyens de transports publics de voyageurs, n'aura pas à se munir d'un ordre de mission. Toutefois, si l'agent souhaite être indemnisé de ses frais de transport (dans la limite du tarif du transport en commun le mieux adapté au déplacement), il devra établir, préalablement au déplacement, un ordre de mission « avec frais ». Le

remboursement des frais de repas est à la seule appréciation de la personne habilitée à signer l'ordre de mission.

Dans le cas de missions régulières hors résidence administrative / familiale ou dans les communes limitrophes desservies par des moyens de transports publics de voyageurs, un ordre de mission permanent peut être établi chaque année.

#### 4. Nouveaux entrants

Chaque nouvel entrant (agent, stagiaire, doctorant, visiteur, ...) devra être présenté par son responsable à l'ensemble du laboratoire, et notamment aux responsables des ateliers, à la direction, au secrétariat et aux assistants de prévention.

Il lui sera remis le livret « hygiène et sécurité au CNRS » ainsi que les feuilles « santé - voyages - missions à l'étranger » et le livret d'accueil du laboratoire.

Par ailleurs, chaque nouvel entrant devra assister à une réunion d'information sur les dispositions régissant les principes de sécurité au laboratoire. A défaut, pour les stagiaires ou lors d'une arrivée au fil de l'eau, le nouvel entrant devra être informé des principes de sécurité (fiche d'accueil) et effectuer une visite du laboratoire avec son référent. Tout nouvel entrant dont le séjour au LPL est supérieur à 6 mois devra suivre une formation laser obligatoire.

#### 5. Formation

Le plan de formation de l'unité est soumis pour avis au conseil de laboratoire. Le correspondant formation de l'unité informe et conseille les personnels pour leurs besoins et demandes de formation. Il participe, auprès du directeur d'unité, à l'élaboration du plan de formation du laboratoire.

#### 6. Diffusion des résultats scientifiques

Les publications des membres de l'unité doivent faire apparaître leur appartenance à l'unité et le rattachement à leurs tutelles, sous une forme conforme aux normes bibliométriques internationales qui permette une affiliation claire au laboratoire, au CNRS et à l'université. La forme d'affiliation recommandée est la suivante et tient compte de deux grandes règles nouvelles:

1/ Conformément au souhait du CNRS, il faut, lorsque c'est possible, utiliser l'affiliation multi-ligne.

2/ Conformément au souhait de l'université, il faut ajouter, à la suite de Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité.

Système multi-ligne:

- Pour un enseignant-chercheur P13:

Jean Dupont<sup>1,2</sup>

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

2 CNRS, Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, Laboratoire de Physique des Lasers, UMR 7538, LPL, F-93430,

Villetaneuse, France.

- Pour un chercheur CNRS:

Marie Durand<sup>2,1</sup>

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

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

Système mono-ligne (si multi-ligne non admis dans le format de la revue):

- Que ce soit pour un enseignant-chercheur P13 ou un chercheur CNRS:

Jean Dupont, Marie Durand

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

Dans les deux cas, l'adresse postale doit être également normalisée : Laboratoire de Physique des Lasers  
Université Paris 13, 99, avenue J.B. Clément, F-93430 Villetaneuse, France

Toutes les publications (articles, revues, etc.) dont tout ou partie du travail a été effectué dans l'unité doivent être déposées, en version électronique originale, sur le serveur HAL et, pour les thèses, sur le serveur TEL du CNRS.

#### 7. Confidentialité

Chacun est tenu de respecter la confidentialité éventuelle des travaux qui lui sont confiés ainsi que ceux de ses collègues. Le caractère confidentiel des travaux est définitivement perdu dès qu'il y a une communication orale ou écrite à toute personne extérieure au laboratoire. Il est toutefois préservé si un accord de confidentialité a été signé avec cette personne.

#### 8. Cahiers de laboratoire

Il est demandé à tous les personnels de recherche de l'Unité de tenir un cahier de laboratoire afin de garantir le suivi et la protection des résultats de leurs travaux.

Les cahiers sont remis par la secrétaire du laboratoire sur demande.

Ces derniers appartiennent aux tutelles de l'Unité et sont par conséquent conservés au laboratoire même après le départ de l'agent (dans certains cas une copie peut être remis à l'agent).

#### 9. Utilisation des équipements communs

##### 9.1. Moyens informatiques

L'utilisation des moyens informatiques est soumise aux règles explicites des chartes informatiques de l'Université Paris 13 et du CNRS qui sont signées par tout nouvel arrivant.

##### 9.2. Ateliers

Il est vivement recommandé de ne pas travailler seul, en particulier dans les salles d'expériences et dans les ateliers. Le règlement intérieur de l'atelier mécanique devra être signé par tout nouvel entrant. Le travail à l'atelier de mécanique est soumis à des règles précises dont le non-respect peut entraîner la désactivation du badge d'accès à l'atelier :

- Accès interdit aux stagiaires non accompagnés
- Interdiction de travailler seul
- Interdiction absolue de désactiver les systèmes de sécurité (carter et protections diverses)
- Utilisation obligatoire de lunettes de protection
- Obligation de nettoyage des machines et de rangement des outils après usage
- Accord d'un mécanicien pour tout emprunt de matériel (échelle, transpalette, perceuse, etc..) ; tout emprunt doit absolument être noté sur le tableau de l'atelier
- Accord d'un mécanicien, après une formation spécifique, pour l'emploi de toutes les machines ; certaines machines-outils sont réservées aux seuls mécaniciens.

D'une manière générale, il est vivement recommandé de solliciter les conseils du personnel qualifié avant l'exécution de tout travail.

##### 9.3. Bibliothèque

Le fonctionnement de la bibliothèque du laboratoire est soumis à des règles précises, que toute personne empruntant un ouvrage s'engage à respecter (voir annexe).

#### 10. Prévention et sécurité

Ces dispositions sont prises dans le cadre des livres Ier à V de la quatrième partie du code du travail en application des décrets 1982 (82-453) et 1995 (95-680) relatifs aux conditions de santé, de sécurité et de médecine préventive, ainsi que de l'instruction du C.N.R.S. n°122942DAJ du 1er décembre 2012.

##### 10.1. Rôle du Conseil de laboratoire

Le conseil de laboratoire fait office de Conseil Hygiène et Sécurité, au moins une fois par an. L'Assistant de Prévention en est alors membre de droit (voir annexe).

### 10.2. Consignes générales d'hygiène et de sécurité

Il incombe au directeur de laboratoire de veiller à la sécurité et à la protection santé des agents qui sont placés sous son autorité et d'assurer la sauvegarde des biens de l'Unité.

Il est assisté dans cette mission par l'Assistant de prévention, notamment pour la mise en œuvre des règles d'hygiène et de sécurité, l'évaluation des risques, la réalisation d'actions de prévention et la tenue du registre de santé et sécurité au travail. Dans le cadre de cette mission, l'assistant de prévention reçoit une lettre de cadrage de la part du directeur d'unité.

Ce registre de santé et sécurité au travail (à la disposition du personnel - bureau D011) permet de consigner toutes les observations et suggestions relatives à la prévention des risques et à l'amélioration des conditions de travail ainsi que tout incident ou accident (même minime) survenu dans le laboratoire.

### 10.3. Sécurité

Chacun doit par ailleurs se préoccuper de sa propre sécurité et de celle des autres, notamment en suivant les règles suivantes :

- Ne pas entreposer dans les couloirs et portes d'accès aux pièces de matériel qui représente une gêne en cas d'évacuation urgente des locaux. Ne pas non plus stocker de matériel inutilisé durant une longue période dans les salles d'expériences et les bureaux. Une salle de stockage de matériel à l'atelier mécanique est mise à disposition afin de désencombrer les lieux de travail. Les agents doivent également stocker les cartons vides dans la mezzanine de l'atelier mécanique.
- Pour toute manipulation de produits chimiques et/ou tout travail à proximité des lasers, utiliser des moyens de protection adéquats tels que lunettes, masque, gants. Ce matériel est disponible dans les salles d'expériences ou dans les ateliers de mécanique et d'électronique.
- Pour dépanner ou modifier une installation électrique, faire appel à une personne habilitée.
- Connaître l'emplacement des extincteurs dans les salles de manipulation ainsi que dans les couloirs et participer aux exercices d'évacuation des locaux réalisés par l'université.

De façon générale, chaque agent doit recevoir une formation à la sécurité et, le cas échéant, une formation spécifique adaptée à son poste de travail.

### 10.4. Travail isolé

Les situations de travail isolé doivent rester exceptionnelles et être gérées de façon à ce qu'aucun agent ne travaille isolément en un point où il ne pourrait être secouru à bref délai en cas d'accident.

Le laboratoire est doté depuis Mars 2014 d'un dispositif de protection du travailleur isolé (PTI). Ce dernier est à destination du/des mécaniciens.

### 10.5. Hygiène

Chacun doit préserver la propreté des lieux collectifs : ateliers de mécanique, d'électronique, la cafétéria, la salle de travail commune, la salle de réunion, la bibliothèque-salle de conférence, la salle de courrier et les couloirs et toilettes. Il est interdit de fumer dans l'enceinte du laboratoire.

### 10.6. Médecine de prévention

Le médecin de prévention définit la fréquence et la nature des visites médicales, qui présentent un caractère obligatoire pour tous les agents. Les examens complémentaires prescrits par les services de médecine de prévention font partie intégrante de la surveillance médicale des agents, à ce titre, ils ne sont pas optionnels.

Fait pour valoir ce que de droit, en 4 exemplaires originaux,  
à Villeteuse le

Pour l'Université Paris 13 :

Monsieur Jean-Loup Salzmans, Président de l'Université

Madame Françoise Dibos, Directrice de l'Institut Galilée

Monsieur Olivier Gorceix, Directeur du Laboratoire de Physique des Lasers

Annexe au règlement intérieur du LPL – Document fourni aux entrants

Prévention et sécurité

Consignes en cas d'alerte :

Le lieu de rassemblement en cas d'alerte incendie est situé à côté du forum (voir plan)

Chaque aile dispose de boutons d'alarme incendie, et d'une couverture anti-feu.

Sont également présents sur le site du laboratoire : extincteurs, consignes et numéros d'urgences, plan d'évacuation, éclairage de secours (voir plan).

Consigne en cas d'accident :

En cas de blessure légère, effectuer nettoyage et désinfection à l'aide des armoires à pharmacie situées : Aile B Rez-de-chaussée

Aile E Rez-de-chaussée Aile O Rez-de-chaussée Atelier de mécanique

En cas de blessures graves contacter : Poste de sécurité-Tél : 17

Pompiers Tél : (0)18

Infirmierie Poste : 30.78 Médecine préventive Poste : 30.77 ou 30.74 Services techniques

Poste : 20.92 Secrétariat LPL Poste : 34.00

PC sécurité Poste : 40.40

Vous trouverez sur les armoires à pharmacie du laboratoire le nom, numéros de poste téléphonique et de bureau des sauveteurs secouristes du LPL.

Pour des observations « prévention et sécurité » concernant le LPL un registre « prévention et sécurité » est disponible en salle 0011 du LPL.

Pour des observations « prévention et sécurité » concernant l'Institut Galilée, un registre est disponible au secrétariat du directeur de l'Institut Galilée (salle 0206 ; tél : 3650).

Annexe au règlement intérieur du LPL - Fonctionnement de la bibliothèque du LPL (salle 0102)

- Les livres entreposés dans ces armoires peuvent être empruntés, par ordre de priorité : par les étudiants du Master et par les membres du LPL, par les membres d'autres laboratoires.
  - Les livres sont numérotés dans l'ordre de référencement, et répartis dans 5 armoires numérotées de 1 à V. Ils ne sont par conséquent pas ordonnés thématiquement !
  - Pour vos recherches par titre, auteur ou mot-clé,
  - rendez-vous sur honolulu (lien cc extranet LPL » sur le site du labo ou en tapant honoululpl sur google, login : NOM en majuscule et mot de passe : lplxxyyy. où xx = mois de naissance, yyyy = année de naissance et surtout ne pas oublier le point à la fin), rubrique cc bibliothèque LPL »
  - téléchargez le fichier excel où sont référencés tous les livres. Ce fichier est mis à jour régulièrement à chaque nouvel arrivage.
  - La recherche dans le fichier se fait classiquement avec l'outil recherche d'Excel (Ctrl+F).
  - Vous pouvez aussi me demander ce fichier directement par mail (sebastien.chenais@univ-paris13.fr)
  - Pour emprunter un livre, remplissez la fiche qui se trouve à l'intérieur du livre, en indiquant votre nom et la date, puis rangez-la dans la boîte à fiches qui se trouve dans l'armoire. S'il manque une fiche, contactez-moi.
- Pour les étudiants et non-membres du LPL, merci d'indiquer sur la fiche un numéro de poste ou une adresse mail.

Pour éviter les pertes, aucun emprunt ne doit être effectué même pour quelques minutes sans respecter cette règle.

- Durée d'emprunt : pour les étudiants ou non-membres du LPL, veuillez respecter une durée d'emprunt de 1 mois. Pour les membres du LPL, la règle est plus souple et il est facile en regardant la fiche de savoir si un livre est souvent emprunté : dans ce cas pensez à le rendre rapidement. Corollaire : si vous recherchez un livre qui n'est pas dans les rayonnages, regardez les fiches pour aller le réclamer directement à la personne qui l'a emprunté.
- Vous pouvez à tout moment me signaler des références de livres pour de nouvelles acquisitions (1 fois par an environ). N'oubliez pas aussi que la bibliothèque centrale est avide de demandes d'achats, surtout pour des livres d'enseignement.

#### Annexe au règlement intérieur - Fonctionnement du Compte Epargne Temps (CET) au LPL

La possibilité d'avoir un CET est ouverte à l'ensemble des personnels titulaires ou contractuels ayant travaillé de manière continue pendant au moins un an, exceptés les enseignants-chercheurs. La demande doit être faite sous couvert du chef de service, au Délégué Régional ou au Président de l'Université.

Le compte peut être alimenté tous les ans entre les mois de novembre et décembre, avec un maximum de 26 jours épargnés par an (20 jours de congés annuels au moins, hors report, doivent être pris dans l'année), limité à 10 jours dès que le compte contient au moins 20 jours. Au total, le CET ne doit pas comporter plus de 60 jours.

Les 20 premiers jours sont obligatoirement épargnés sur le CET, au-delà du 20<sup>ème</sup> jour, vous devez choisir entre 3 options ou les combiner entre elles :

- conserver ces jours sur votre CET (10 jours supplémentaires maximum par an) pour prendre des congés ultérieurement à votre rythme et sous réserve des nécessités du service.
- demander l'indemnisation de tout ou partie de ces jours.
- Demander de placer la somme correspondant à tout ou partie de ces jours au sein du régime de retraite additionnelle de la fonction publique (RAFP). Seuls les agents titulaires peuvent bénéficier de cette option.

Faute de choix explicitement exprimé au 31 janvier de l'année suivante, les jours au-delà de 20 seront automatiquement placés au RAFP si vous êtes fonctionnaire ou indemnisés si vous êtes agent non titulaire. L'épargne peut être utilisée sous forme de congés sans restriction, ni de durée, ni de nombre minimum de jours épargnés, ni de nombre minimum de jours pris sur ce CET.

Ces congés doivent être pris en compatibilité avec les nécessités de service.

Les formulaires correspondants à chacune de ces étapes (ouverture et alimentation du compte, demande d'utilisation des congés épargnés) sont disponibles au secrétariat.

#### Annexe au règlement intérieur du LPL - STATUTS DU CONSEIL DE LABORATOIRE DE PHYSIQUE DES LASERS

##### 1. - CONSTITUTION

Art. 1 Il est créé un conseil de laboratoire au sein de l'UMR 7538 CNRS - Université Paris 13.

##### II. COMPOSITION ET DESIGNATION

Art. 2 Le conseil de laboratoire comprend 13 ou 14 membres :

- le directeur de l'unité et, le cas échéant, le directeur adjoint
- 8 membres élus,
- 4 membres nommés.

Art. 3 Les élections sont organisées dans le délai maximum de trois mois à compter de la date de début de contractualisation pluriannuelle.

Elles ont lieu au suffrage direct et au scrutin plurinominal à deux tours selon des modalités précisées au règlement intérieur.

Tout électeur est éligible.

Les listes électorales sont établies sous la responsabilité du directeur de l'unité.

Sont électeurs :

a) Les personnels affectés sur un poste permanent attribué au laboratoire, rémunérés par le CNRS, par l'Université Paris 13 ou par un autre établissement d'enseignement supérieur et/ou de recherche ;

b) sous réserve d'un contrat d'au moins un an dans l'unité considérée, les personnels non permanents participant à l'activité de l'unité et répertoriés dans la base Labintel.

Les électeurs sont répartis en trois collèges, celui des chercheurs et enseignants-chercheurs permanents ou associés, celui des personnels administratifs et techniques d'appui ou de soutien à la recherche (ITA et BIATSS) et celui des doctorants et post-doctorants travaillant dans l'unité.

- Le collège des chercheurs et enseignants-chercheurs élit quatre représentants.
- Le collège des personnels administratifs et techniques élit deux représentants.
- Le collège des doctorants et post-doctorants élit deux représentants.

Les membres du Conseil sont élus pour la durée du contrat pluriannuel, à l'exception des doctorants élus pour deux ans. Tout membre d'un conseil de laboratoire quittant définitivement l'unité où il exerçait ses fonctions, ou n'appartenant plus au collège par lequel il a été élu, cesse de faire partie de ce conseil et doit, selon qu'il en aura été membre élu ou nommé, y être remplacé par voie d'élection ou de nomination, selon des modalités précisées au règlement intérieur. L'élection a lieu pour la durée restant à couvrir du mandat du membre remplacé.

Les membres nommés sont choisis par le directeur de l'unité parmi les inscrits sur les listes électorales, en essayant de respecter au mieux la répartition entre les trois collèges.

### III. - COMPETENCES

Art. 4 Le conseil de laboratoire a un rôle consultatif.

A) Il est consulté par le directeur de l'unité sur :

- l'état, le programme, la coordination et l'évolution des thèmes de recherche, la composition des équipes ;
- les moyens budgétaires et humains à demander par l'unité et la répartition de ceux qui lui sont alloués
- la politique des contrats de recherche concernant l'unité ;
- la politique de transfert de technologie et de valorisation et la diffusion de l'information scientifique de l'unité ;
- la gestion des ressources humaines ;
- la politique de formation par la recherche dans l'unité ;
- les conséquences à tirer des avis formulés par les instances nationales ou locales qui examinent l'activité du laboratoire.
- toutes mesures relatives à l'organisation et au fonctionnement de l'unité et susceptibles d'avoir une incidence sur la situation et les conditions de travail du personnel.

D'une façon générale, le directeur de l'unité consulte le conseil de laboratoire sur toutes les questions nécessitant l'établissement de priorités vis-à-vis des tutelles

B) Conformément au décret du 30 décembre 1983 modifié, l'avis du conseil de laboratoire est pris avant l'établissement du rapport de stage des fonctionnaires stagiaires administratifs et techniques recrutés au CNRS ou à l'université Paris 13.

C) L'avis du conseil de laboratoire doit également être pris et transmis à l'Institut de Physique du CNRS et à la commission recherche (CR) de l'université Paris 13, en vue de la nomination du directeur de l'unité.

D) Il reçoit communication :

- du relevé des propositions du comité scientifique telles qu'elles ressortent du procès-verbal du comité, à l'exclusion de la relation des débats ;
- des documents, décrits à l'article 7 de la décision du 17 septembre 1990, préparés par le directeur de l'unité à l'intention du comité scientifique.

E) Lorsque l'unité est évaluée par les instances nationales ou locales (HCERES, CoNRS, CR Paris 13) le conseil de laboratoire se prononce sur le dossier soumis, préalablement à son dépôt. Il peut y joindre un rapport comportant ses observations à l'adresse de l'instance d'évaluation. A l'issue de l'évaluation, le conseil de laboratoire reçoit communication du rapport et des recommandations faites et, le cas échéant, se prononce sur la teneur de la réponse à y apporter.

F) Le conseil de laboratoire est tenu informé par le directeur de l'unité de la politique du ou des instituts du CNRS et de celle de la commission recherche de l'université Paris 13 et de leur incidence sur le développement de l'unité.

#### IV. - FONCTIONNEMENT

Art. 6 Le conseil de laboratoire est présidé par le directeur de l'unité. Il est convoqué par son président soit à l'initiative de celui-ci, soit à la demande du tiers de ses membres.

Le conseil peut entendre, sur invitation de son président, toute personne participant aux travaux de l'unité ou appelée à titre d'expert sur un point de l'ordre du jour.

Le président arrête l'ordre du jour de chaque séance ; celui-ci comporte toute question, relevant de la compétence du conseil de laboratoire, inscrite à l'initiative de son président ou demandée par plus d'un tiers des membres du conseil ou par l'ensemble des élus d'un collège de membres permanents. L'ordre du jour est communiqué huit jours avant la réunion à l'ensemble des membres de l'unité.

Un compte-rendu des séances est établi, sous la responsabilité du directeur ; il peut être consulté par tous les membres du laboratoire.

#### REGLEMENT INTERIEUR DU CONSEIL DU LABORATOIRE

##### I. Elections :

1. Le mandat des membres élus court sur la durée du contrat pluriannuel, sauf en cas d'élection partielle suite à un départ ou une démission, conformément à l'article 3 des statuts.
2. Les élections sont organisées sous la responsabilité du directeur du laboratoire.
3. Les listes électorales sont arrêtées et peuvent être consultées 15 jours avant la date des élections au secrétariat. Les demandes de rectification doivent être faites au moins 7 jours avant cette date.
4. Un délai d'une semaine sépare les deux tours.
5. Le dépôt des candidatures est souhaité, mais non nécessaire. La liste des candidats est affichée sur les lieux du vote.
6. Le directeur, ainsi que tous les membres du conseil à la date où sont arrêtées les listes électorales en cas d'élection partielle, sont inéligibles.
7. Le scrutin a lieu à bulletin secret. Chaque électeur coche, au plus, autant de noms que de sièges à pourvoir sur la liste électorale de son collège, modifiée conformément à l'alinéa 5.

8. Il est possible de voter par procuration écrite confiée à une personne du même collège. Le nombre de procurations est limité à deux par personne.
9. Le collège des chercheurs et enseignants-chercheurs élit 2 représentants appartenant à la catégorie A (DR, PU et assimilés) et 2 représentants appartenant à la catégorie B (CR, MCF et assimilés). Les bulletins de vote comportent la liste des personnes éligibles de chaque catégorie. Pour être non nul, un bulletin doit comporter un nombre de noms cochés inférieur ou égal aux chiffres précédents dans chaque catégorie. Un bulletin ne comportant aucun nom coché, est déclaré nul.
10. Le dépouillement est ouvert à tous les membres du Laboratoire.
11. Au premier tour, sont déclarées élues les personnes ayant obtenu un nombre de voix supérieur à la moitié du nombre de bulletins non nuls dans son collège, et acceptant leur désignation immédiate. Au second tour, l'élection est prononcée à la majorité relative, les personnes n'acceptant pas leur désignation immédiate étant remplacées par celles obtenant le nombre de voix immédiatement inférieur. En cas d'égalité, a lieu un tirage au sort immédiat.
12. Il est pourvu dans un délai de trois mois au remplacement d'une personne démissionnaire, ou ayant quitté l'unité. Aucune élection partielle n'est organisée dans les trois mois qui précèdent le renouvellement pluriannuel du conseil.

II. Fonctionnement :

1. Le conseil se réunit au moins 3 fois par an.
2. Les modifications du règlement intérieur sont adoptées par le conseil par une majorité d'au moins 8 voix.
3. Le conseil s'efforce, dans les conditions exprimées à l'art. 6 des statuts, de faire procéder en son sein à des votes permettant de dégager des avis du conseil parmi les différents points de vue qui s'y sont exprimés.
4. Le conseil de Laboratoire fait office de Comité d'Hygiène et Sécurité (CHS) lorsque les questions d'hygiène et de sécurité sont abordées. L'assistant de prévention est alors membre de droit. Les questions d'hygiène et de sécurité doivent être à l'ordre du jour du conseil au moins une fois par an.

Annexe 6 : Informations administratives

**HCERES**  
Haut conseil de l'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

**Vague D :**  
**campagne d'évaluation 2017 - 2018**  
**Dossier d'évaluation des unités de recherche**  
**Données du contrat en cours**

**1 – Informations administratives sur l'unité au 30 juin 2017**

**Intitulé complet de l'unité de recherche**  
Intitulé en français : Laboratoire de Physique des Lasers  
Intitulé en anglais : Laser Physics Laboratory

<b>Responsable</b>	Nom	Prénom	Coop	Établissement d'enseignement supérieur d'attribution ou organisme d'appartenance
M / J / N	GORCEIX	OLIVIER	Pr	Université Paris 13 / Sorbonne Paris Cité

\* J'autorise la diffusion de mon nom sur internet (annuaire des unités de recherche)

**Label(s) et n°**  
UMR 7538

**Établissement(s) et organisme(s) de rattachement de l'unité (tutelles)**  
Tout dossier déposé doit être préalablement validé par l'ensemble des tutelles de l'unité.

<b>Établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche</b> (sélectionner / rattachement soumise dans les menus déroulants) établissement : U Paris 13	<b>organisme(s) de recherche</b> (sélectionner / organisme soumise dans les menus déroulants) organisme : CNRS	<b>établissement d'enseignement supérieur d'attribution ou organisme d'appartenance</b> établissement, département, ville et code postal
		COMUE SPC

préciser l'établissement ou organisme responsable du dépôt du dossier :  
(sauf exception, le dossier est déposé par l'enseignant de l'unité de recherche)  
préciser le cas échéant le délégué unique de gestion : .....

**Adresse partenariale de l'unité (hors tutelles)**  
(sélectionner / rattachement ou / organisme soumise dans les menus déroulants)  
établissement / enseignement supérieur et de recherche : .....  
organisme(s) de recherche : .....  
autres : .....

**École(s) doctorale(s) de rattachement au 30 juin 2017 / n° intitulé, responsable, établissement support**  
ED 146 Sciences, Technologies, Santé, Galilée, Dominique LEDOUX, UP13  
ED 563 Médecine, Toxicologie, Chimie, Imagerie, Frédéric CHAUBERT, UMR 13, USPC  
Participation à une ou plusieurs structures fédératives au 30 juin 2017 (label et n° intitulé, responsable, établissement support)  
ISE, Bruno MAILL, UP13

**Parcours scientifique de l'unité**  
(sélectionner le domaine soumise dans les menus déroulants situés sous les intitulés)  
Indiquer les domaines disciplinaires par ordre décroissant d'importance

<b>Domaine scientifique 1</b> Physique	<b>Domaine scientifique 2</b>	<b>Domaine scientifique 3</b>
SR		

**mots-clés**  
libres (5 maximum) : Physique quantique, photonique, physique atomique et moléculaire, nanotechnologies, spectroscopie, métrologie

**Coordonnées de l'unité**  
Localisation et établissement : Université Paris 13 - Institut Galilée  
Numéro, voie : 99 av. J.B. Clément  
Boîte postale : 93430  
Code Postal et ville : Villiers-sur-Meuse

**Date et signature du responsable de l'unité**  
Villiers-sur-Meuse, le 28 août 2017

  
**Olivier Gorceix**  
 Directeur du Laboratoire  
 de Physique des Lasers

Téléphone : 149403400  
Adresse électronique : [olivier.gorceix@univ-paris13.fr](mailto:olivier.gorceix@univ-paris13.fr)