



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :

Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay

ISMO

sous tutelle des

établissements et organismes :

Université Paris-Sud

Centre National de la Recherche Scientifique – CNRS



Décembre 2013



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

*Pour l'AERES, en vertu du décret du 3 novembre 2006<sup>1</sup>,*

- M. Didier HOUSSIN, président
- M. Pierre GLAUDES, directeur de la section des unités de recherche

*Au nom du comité d'experts,*

- M. Christian BORDAS, président du comité

---

<sup>1</sup> Le président de l'AERES « signe [...], les rapports d'évaluation, [...] contresignés pour chaque section par le directeur concerné » (Article 9, alinea 3 du décret n°2006-1334 du 3 novembre 2006, modifié).



# Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous.

Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

Nom de l'unité :	Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay
Acronyme de l'unité :	ISMO
Label demandé :	UMR
N° actuel :	UMR8214
Nom du directeur (2013-2014) :	M. Philippe BRECHIGNAC (JUSQU'AU 31/12/2012) M. Bernard BOURGUIGNON (DEPUIS LE 01/01/2013)
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M. Bernard BOURGUIGNON

## Membres du comité d'experts

Président :	M. Christian BORDAS, Institut Lumière Matière, Université Claude Bernard Lyon 1
Experts :	M. Lamri ADOUI, Centre de Recherche sur les Ions, les Matériaux et la Photonique, Université de Caen Basse-Normandie (Représentant du CoNRS)
	M. Xavier ASSFELD, Laboratoire Structure et Réactivité des systèmes Moléculaires complexes, Université de Lorraine
	M. Benoît BOULANGER, Institut Néel, Université Joseph Fourier, Grenoble
	M. Alain CAMPARGUE, Laboratoire Interdisciplinaire de Physique, Université Joseph Fourier, Grenoble
	M. Philippe DUGOURD, Institut Lumière Matière, Université Claude Bernard Lyon 1
	M <sup>me</sup> Frédérique DE FORNEL, Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, Université de Bourgogne (Représentant du CNU)
	M. Paul-Antoine HERVIEUX, Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg, Université de Strasbourg
	M. Mario ROCCA, Département de Physique, Université de Gênes, Italie
	M. Roland THISSEN, IPAG, Université Joseph Fourier, Grenoble
	M. Ian VICKRIDGE, INSP, Université Pierre et Marie Curie, Paris



Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M<sup>me</sup> Sylvie MAGNIER

Représentant(s) des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Etienne AUGE, Université Paris-Sud

M. Djamel BENREDJEM (Représentant ED Ondes et Matière)

M. Patrick BERTHET (Représentant ED de Chimie de Paris-Sud)

M<sup>me</sup> Pascale ROUBIN, CNRS-INP

M. Eric SIMONI, Université Paris-Sud



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

L'Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay (ISMO) est issu de la fusion de trois unités de recherche : le Laboratoire de Photophysique Moléculaire (LPPM, UPR CNRS), le Laboratoire d'Interaction du Rayonnement X avec la Matière (LIXAM, UMR CNRS-Université Paris-Sud) et le Laboratoire des Collisions Atomiques et Moléculaires (LCAM, UMR CNRS-Université Paris-Sud). Il a été créé au 1er janvier 2010 avec un statut d'UMR CNRS et Université Paris-Sud (UMR8214). L'ISMO est localisé sur le campus d'Orsay dans les locaux occupés par les anciennes unités de recherche, à savoir les bâtiments 210, 350 et 351. Par ailleurs, afin d'optimiser l'utilisation des plateformes et des sources de lumières avancées, certains dispositifs expérimentaux de l'ISMO sont localisés à Orsay, au bâtiment 106 auprès du Centre Laser de l'Université Paris-Sud (CLUPS), à St-Aubin auprès du synchrotron SOLEIL, ainsi qu'à Saclay au Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) dans le Service des Photons, Atomes et Molécules (SPAM). Dans le cadre du grand projet Paris-Saclay, la construction d'un nouveau bâtiment sur le plateau de Saclay devrait permettre le regroupement de l'Institut sur un seul bâtiment à l'horizon 2016 dans un contexte particulièrement favorable à proximité du Laboratoire de Physique des Solides (LPS), du Laboratoire Aimé Cotton (LAC), du Laboratoire de Physique Théorique et Modèles Statistiques (LPTMS), du Laboratoire Fluides, Automatique et Systèmes Thermiques (FAST) et du futur Institut de Physique Avancée (IPA), qui forment le Centre de Physique Matière Rayonnement (CPMR).

L'ISMO est bien intégré dans le contexte local dont il constitue l'un des éléments majeurs dans le domaine de la physique et de la physico-chimie :

- Membre de la fédération Lumière Matière LUMAT (avec le LAC, le Laboratoire Charles Fabry (LCF) et le Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas (LPGP)) et pilotage des plateformes du CLUPS ;
- membre de la Fédération de Chimie Physique de Paris-Saclay (nouvelle structure fédérative) ;
- membre du Centre de Physique Matière-Rayonnement (avec FAST, LAC, LPS et LPTMS) ;
- membre des LabEx PALM et NANOSACLAY.

Plusieurs plateformes expérimentales, outre celles qui dépendent de LUMAT, sont également développées et pilotées par des chercheurs de l'ISMO : spectromètre à Transformée de Fourier (TF) haute résolution sur la ligne AILES et dispositif MAIA sur la ligne PLEIADES auprès du synchrotron SOLEIL, ainsi que les dispositifs ARC EN CIEL sur ELYSE et CIEL au CEA/SPAM Saclay.

Enfin, l'ISMO sera profondément impacté par le développement du campus Paris-Saclay avec, outre la construction du nouveau bâtiment, des liens renforcés avec le CPMR, de nouvelles écoles doctorales et de nouveaux départements. Les membres de l'ISMO sont particulièrement investis dans la mise en place du campus Paris-Saclay avec une participation active aux différents groupes de travail, au futur sénat académique, ainsi que via la charge de mission de l'un des membres de l'ISMO auprès de l'INP du CNRS pour le suivi des opérations sur Saclay et Orsay.

### Équipe de direction

L'équipe de direction de l'ISMO est constituée de M. Bernard BOURGUIGNON (DR2 CNRS), directeur de l'UMR, assisté de deux directeur-adjoints : M<sup>me</sup> Marie-Pierre FONTAINE-AUPART (DR2 CNRS) et M. Philippe RONCIN (DR2 CNRS) ; d'un directeur technique : M. Marc HILAIRE (IR1) et d'une administratrice : M<sup>me</sup> Catherine SALOU (IR2, désormais affectée à l'IPNO). Cette équipe a été mise en place au 01/01/2013 soit pratiquement à la fin de la période évaluée. Elle était précédemment constituée de M. Philippe BRECHIGNAC (PRCE2 Paris-Sud) en tant que directeur, assisté des mêmes directeur-adjoints.

### Nomenclature AERES ST2

Principal : ST2 Physique. Secondaire : ST4 Chimie.



### Effectifs de l'unité

L'ISMO est organisé en 8 équipes de recherche regroupant au 30/06/2013 un total de 68 chercheurs et enseignants-chercheurs permanents, 21 chercheurs et enseignants-chercheurs non-permanents et 24 doctorants. Les services techniques et administratifs sont intégralement mutualisés au sein d'un service commun constitué de 40 personnes (1 chercheur HDR et 39 personnels techniques/administratifs).

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	31	32
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	37	37
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	37	40
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	6	4
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	15	12
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>128</b>	<b>125</b>

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	24	
Thèses soutenues	33	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	6	
Nombre d'HDR soutenues	7	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	48	47



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

L'ISMO est une unité de recherche de physique fondamentale de tout premier plan (33 chercheurs relèvent de la section 04 du CNRS et 24 enseignants-chercheurs relèvent de la section 30 du CNU) avec une forte composante chimie physique (environ 1/4 des effectifs, soit 6 chercheurs qui relèvent de la section 13 du CNRS et 11 enseignants-chercheurs de la section 31 du CNU) et une interface bien développée avec les sciences du vivant. A noter que l'ISMO représente l'unité qui rassemble le plus grand nombre de chercheurs de la section 04 (10% des effectifs de la section) pour laquelle il représente ainsi une entité stratégique. La fusion des trois unités de recherche qui a conduit à la création de l'ISMO en 2010 a été réalisée dans le but de rassembler les forces en présence au niveau de la physique moléculaire à Orsay. A ce titre, la mission essentielle de l'ISMO est de développer les connaissances dans le domaine de la physique moléculaire et de ses applications. L'aspect moléculaire est envisagé au sens large et regroupe l'ensemble des systèmes, de la molécule diatomique aux nano-objets.

Les activités de recherche de l'ISMO se répartissent en trois grands domaines de recherche :

- Matière diluée et optique (37 chercheurs et enseignants-chercheurs) ;
- Nanosciences (32 chercheurs et enseignants-chercheurs) ;
- Physique pour la biologie (6 chercheurs et enseignants-chercheurs).

L'activité « Matière diluée et optique » regroupe les équipes E2 « Dynamique d'ionisation et de dissociation de petits systèmes », E3 « Astrophysique et édifices moléculaires », E4 « Dynamique des systèmes complexes isolés » et E8 « Instrumentation innovante et spectroscopies à leurs limites », ainsi qu'une partie de l'activité de l'équipe E1 « Approches théoriques en dynamique quantique ». Cette grande thématique, qui représente la moitié de l'activité de l'unité, regroupe des études de spectroscopie et de dynamique d'atomes et de molécules. Elle concerne par exemple les études de photoionisation d'ions et de molécules libres ou complexées. Ces systèmes peuvent être produits soit en jet supersonique, en matrice cryogénique, ou en piège à ions. Les sujets abordés recouvrent le contrôle de l'état initial d'une réaction photoinduite, la reconnaissance moléculaire, la solvatation, la chiralité, ainsi que la caractérisation complète de fragments. La plupart des études reposent sur une utilisation des différentes méthodes de spectroscopie laser dans un large domaine spectral (du XUV à l'IR) et sur une gamme temporelle large (femtoseconde (fs) et champs laser ultra-intenses et ultra-courts, picoseconde (ps), nanoseconde (ns), peignes de fréquence). La spectroscopie laser est le plus souvent associée à des méthodes modernes de spectrométrie de masse et de détection résolue en temps et en position des fragments chargés. Parmi les systèmes moléculaires étudiés, une large part est consacrée à l'étude de molécules d'intérêt planétologique (CH<sub>4</sub>, acétylène et ses dérivés) ou interstellaire (hydrocarbures polycycliques aromatiques (PAH), suies carbonées ...), et à des molécules d'intérêt biologique (porphyrines, sucres, peptides et leurs complexes) libres, solvatées ou protonées ...

L'activité « Nanosciences » regroupe les équipes E5 « Surfaces Interfaces, Réactivité et Nanostructuration » et E6 « Nanosciences moléculaires », avec là encore une partie de l'activité de l'équipe E1. Les thématiques abordées dans le domaine des nanosciences s'étendent de la molécule unique à la caractérisation de surfaces au moyen de méthodes originales. Une grande partie de ces activités est réalisée au moyen de méthodes de microscopie STM (Scanning Tunneling Microscopy) et AFM (Atomic Force Microscopy) avancées. Cette thématique regroupe ainsi des travaux de manipulation de molécule unique sous pointe (déplacements, rotations, isomérisations, fluorescence), des études de molécules en interaction avec des nanostructures sur couche ultra-mince isolante, de nouveaux matériaux tels que graphène et silicène, ainsi que l'élaboration et la caractérisation de monocouches moléculaires allant jusqu'à leur utilisation comme supports d'adhésion bactérienne. Des activités en fort développement et en lien étroit avec les théoriciens de l'ISMO sont réalisées autour de la nanoplasmonique tant au niveau de la modélisation qu'en ce qui concerne le contrôle de l'émission de lumière sous pointe.

Enfin l'activité « Physique pour la biologie » est le domaine d'expertise de l'équipe E7 « Biophysique, Biophotonique », sachant que les équipes E3 et E4 étudient également les mécanismes biomoléculaires élémentaires dans des environnements contrôlés. Cette activité est conduite au moyen d'une instrumentation innovante et d'une microscopie aux limites, aussi bien spatiales que temporelles. Elle se développe en direction d'applications biomédicales avec un intérêt particulier pour la maladie d'Alzheimer, la bio-contamination des surfaces ainsi que le théranostic dans le domaine de l'hadronthérapie. Ces développements font l'objet d'une valorisation dynamique incluant prise de brevets, ainsi que partenariats hospitalier et industriel.



L'une des spécificités des équipes expérimentales de l'ISMO repose sur l'utilisation des méthodes instrumentales les plus innovantes : utilisation des sources de lumière extrêmes (rayonnement synchrotron dans l'IR ou le VUV, plateforme laser fs PLFA, laser X...); méthodes de détection sensibles en temps et en position pour lesquelles l'ISMO a eu un rôle pionnier ; peignes de fréquences ; microscopies très en dessous de la limite de diffraction pour les applications d'intérêt biologique ; étude des surfaces par AFM/STM ou méthode GIFAD (Grazing Incidence Fast Atom Diffraction) ; etc.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Outre les points forts scientifiques évoqués ci-dessus, le point fort essentiel de l'ISMO est sa réelle unité thématique autour de la physique moléculaire qui permet d'envisager des interfaces et des opérations entre, a priori, toutes les équipes de recherche. Cette position est encore renforcée sur le campus d'Orsay par la présence de plateformes instrumentales de pointe, et par la présence d'autres laboratoires importants dans le domaine de la physico-chimie ou de la physique. Il convient également de souligner que plusieurs des équipes de l'ISMO ont un savoir-faire parfois unique et un statut de leader dans leur propre domaine qui assurent à l'unité une réelle pérennité. Par ailleurs, l'institut peut s'appuyer sur des services techniques très compétents, bien structurés et parfaitement mutualisés, sans lesquels ses ambitieux développements instrumentaux ne verraient pas le jour.

Malgré son unité thématique qui lui donne une forte cohérence interne, l'ISMO bénéficie également d'une forte interdisciplinarité interne, à l'interface avec la chimie et les sciences du vivant, ainsi que de liens forts entre théorie et expérience qui s'appuient sur des développements expérimentaux originaux et une solide équipe de théorie.

Dans le cadre du grand projet Paris-Saclay, le regroupement dans le nouveau bâtiment évoqué précédemment sera extrêmement bénéfique pour la gouvernance de l'unité et la synergie entre équipes.

Enfin, le niveau de financement de l'ISMO a été excellent au cours du contrat écoulé, ce qui a été un facteur de développement important.

### Points faibles et risques liés au contexte

La fusion a parfois conduit à constituer des équipes de grande taille autour d'une véritable logique scientifique mais avec une adhésion des différents acteurs qui ne s'est pas toujours concrétisée sur le long terme, ou des conditions qui n'ont pas été réunies pour que le développement de l'activité concernée s'ancre dans l'environnement de l'unité. Une équipe se trouve ainsi dans une situation relativement critique en raison d'une difficulté à partager des projets et un équipement commun. Une autre, dont l'activité phare est réalisée outre-Rhin, se propose de rejoindre une autre équipe pour le prochain quinquennal, sans réel projet commun à l'heure actuelle. Dans le premier cas il y a un risque de scission de l'équipe, dans le second un manque de préparation qui risque d'aboutir à une juxtaposition formelle, voire un risque de perte de savoir-faire à moyen terme.

Par ailleurs, alors que certaines équipes sont particulièrement visibles dans leur domaine d'activité, on note dans d'autres un manque d'ambition ou d'innovation qui risque de s'aggraver si aucune mesure n'est prise. Dans plusieurs équipes on relève aussi un éclatement en un nombre de sujets de recherche trop grand par rapport aux effectifs. Un regroupement des forces autour de quelques projets porteurs bien identifiés serait souhaitable dans plusieurs cas, ce qui impliquerait l'arrêt concerté de certaines opérations de recherche.

Le comité d'experts déplore enfin l'absence ou la quasi-absence de doctorants dans certaines équipes. Le faible nombre de doctorants globalement au sein de l'ISMO est un point faible assez marqué (0,5 doctorant par HDR), ce qui présente un potentiel de risque élevé. En lien avec ce constat, il apparaît également que le nombre de chercheurs et enseignants-chercheurs non HDR parmi les chercheurs et enseignants-chercheurs confirmés est anormalement élevé. Il est également surprenant de constater qu'un institut de cette taille et de cette visibilité n'abrite aucun enseignant-chercheur IUF ni aucun titulaire d'un contrat ERC, et soit peu présent dans les activités éditoriales des revues scientifiques internationales.





## Recommandations

La création de l'ISMO à partir de trois unités de recherche préexistantes peut être perçue comme une véritable réussite au terme de quatre années d'exercice. La plupart des équipes ont pu, grâce à de nombreux rapprochements, étendre leur influence et leur capacité à affronter de nouvelles problématiques. La mutualisation des services techniques a également été un facteur de réussite considérable pour l'UMR. Il reste cependant quelques points critiques à améliorer de manière significative afin que l'ISMO joue pleinement le rôle qui doit être le sien comme laboratoire phare de la physique moléculaire en France :

- Rendre l'activité de l'ISMO plus visible sur le plan international, en particulier autour d'actions novatrices et autour de chercheurs et enseignants-chercheurs susceptibles de relancer une dynamique qui s'essouffle dans certains secteurs ;
- ne pas hésiter à accompagner la fin de certaines activités au profit d'autres opérations plus attractives. En particulier, il est souhaitable que l'activité de certaines équipes soit plus homogène et se trouve tirée vers le haut par ses opérations les plus dynamiques ;
- mettre en œuvre une stratégie d'attractivité, notamment internationale, à l'égard des étudiants stagiaires et futurs doctorants afin de revenir à un niveau plus satisfaisant en matière d'encadrement doctoral ;
- stabiliser le fonctionnement du service administratif, composante essentielle au bon fonctionnement d'une UMR de grande taille ;
- enfin, et de manière tout à fait générale, la direction de l'unité doit se donner les moyens de régler rapidement les problèmes de ressources humaines détectés dans les différents services et équipes de recherche de l'ISMO.

### 3 • Appréciations détaillées

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La production scientifique de l'ISMO est abondante et sa qualité scientifique est de tout premier plan comme le décrivent en détail les pages suivantes consacrées aux équipes. Une recherche bibliométrique avec les outils habituels sur le mot clé ISMO (et ses variantes) pour la période 2010-2013 montre une production de 327 articles, ce qui représente un niveau plutôt élevé de 1,2 publications par an et par chercheur permanent, avec une grande variabilité suivant les équipes. Si toutes les équipes ne publient pas dans des revues de tout premier rang, on note cependant sur la période évaluée 2 articles publiés dans Nature, 1 Nature Materials, 1 Nature Photonics, 1 Nature Communications, 2 Nano Letters, 1 Angewandte Chemie, 4 Journal of the American Chemical Society, 3 Langmuir et 12 Physical Review Letters, pour ne citer que les journaux les plus prestigieux.

Au-delà de ces indicateurs numériques, la qualité de la production scientifique de l'ISMO est attestée par les nombreux faits marquants qui ont émergé de l'ensemble des équipes au cours de la période évaluée.

Dans le domaine de la matière diluée et de l'optique, on peut relever par exemple :

- La cartographie de vitesse des fragments dans le référentiel moléculaire auprès du synchrotron SOLEIL ou avec des harmoniques d'ordre élevé avec le CEA/SPAM ;
- la modélisation de la recollision en champ laser intense et l'imagerie moléculaire ;
- les nombreux résultats en spectroscopie moléculaire d'intérêt astrophysique, comme la photolyse du méthane pertinente pour l'étude de l'atmosphère de Titan ;
- le développement de sources de matière carbonée et de spectromètres originaux (PAH, suies, etc.) ;
- les percées remarquables dans la reconnaissance chirale et dans l'association de peptides et de sucres ;
- l'étude du couplage entre la rotation frustrée des deux groupes méthyle de l'acétylacétone et la dynamique de la liaison ;
- les études de stabilité de peptides protonés suite à une excitation électronique ;
- les progrès de la spectroscopie par transformée de Fourier temporelle à l'aide de peignes de fréquence ;

Dans le domaine des nanosciences, les faits marquants sont également nombreux, parmi ceux-ci :

- Le contrôle de la direction et de l'intensité de l'émission lumineuse par la position de la pointe STM sur des nanostructures ;
- l'utilisation du STM comme une nano-antenne pour contrôler la désorption induite par laser ;
- la modélisation des effets non linéaires au voisinage des pointes et l'effet tunnel entre deux nanosphères ;
- le retournement de nano-aimants sous le courant électronique d'un STM ;
- l'observation de franges d'interférences ne dépendant que du motif zigzag des bords de feuillet de graphène ;
- le diagnostic de surface par diffraction rasante d'atomes rapides GIFAD.

Il est particulièrement intéressant de noter que nombre de ces avancées, que ce soit dans le domaine de la matière diluée ou des nanosciences, sont le fruit d'une collaboration étroite entre les groupes expérimentaux et le groupe de théorie de l'ISMO, soulignant ainsi la cohérence interne de l'UMR.

Enfin dans le domaine de la biophotonique, particulièrement actif bien que d'effectifs réduits, on peut citer :

- le développement d'une nouvelle méthode de microscopie de fluorescence offrant un double niveau de résolution axiale, couplée avec les différentes techniques de microscopie super-résolue latéralement (objectif résolution meilleure que 20 nm) ;
- la combinaison de la spectroscopie vibrationnelle par génération de somme de fréquences (SFG) et de la microscopie confocale de fluorescence.



## Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

La reconnaissance scientifique des membres de l'ISMO se traduit par un nombre très élevé de contributions orales dans des conférences nationales ou internationales : près de 400 sur la période évaluée, dont environ 180 invitées. Certaines équipes sont particulièrement dynamiques de ce point de vue, comme le montre le bilan détaillé dans les pages suivantes. La représentation de l'ISMO dans les comités d'organisation de congrès nationaux et internationaux est également très significative avec en moyenne 5 participations par équipe et une position de chair et de co-chairs dans 2 Gordon Conferences différentes.

Les membres de l'ISMO participent également à plusieurs structures d'évaluation et de pilotage (CoNRS, CNU, comités de sélection, structure fédérative) avec notamment un membre dans chacune des sections dont relève l'ISMO (04 et 13), un membre dans la section 30 du CNU et deux dans la section 31, la direction de la fédération LUMAT, la chargée de mission Europe pour la recherche de l'Université Paris-Sud, la direction de l'école doctorale Onde et matière (EDOM) jusqu'à l'automne 2013. L'ISMO est également bien représenté dans les instances de pilotage de l'Université Paris-Sud : membres du conseil et de la commission des enseignements de l'UFR Sciences, des conseils des départements physique et chimie, des conseils des écoles doctorales auxquelles l'ISMO est rattaché (EDOM et Chimie Paris-Sud), des commissions consultatives de l'université (section 30 et 31-33), ainsi que dans les comités de pilotage et les bureaux du RTRA « Triangle de la physique », du C-Nano Ile de France, de l'IDEX Paris Saclay, du Labex PALM et de l'Equipex Attolab. Dans le même ordre d'idée, le rayonnement des personnels de l'ISMO est aussi notable à travers les nombreuses demandes d'expertises issues d'agences de financement locales, régionales, nationales et internationales.

Par ailleurs, les équipes de l'ISMO ont développé de très nombreuses collaborations avec d'autres laboratoires français et étrangers ou auprès de grands instruments comme le synchrotron SOLEIL ou les sources de lumières extrêmes type HHG ou laser-X. L'ISMO est également bien représenté dans plusieurs GDR et réseaux nationaux ou européens (COST).

Malgré ce bon rayonnement d'ensemble et l'obtention de plusieurs prix ces dernières années, il est surprenant de constater que l'ISMO n'héberge aucun membre de l'IUF parmi ses enseignants-chercheurs, ni aucun titulaire d'un contrat ERC. Il n'y a pas eu non plus organisation d'une grande conférence ou école au niveau local, et une faible participation dans l'activité éditoriale d'une revue internationale est relevée. Pour des raisons probablement différentes, le rayonnement de l'ISMO ne se traduit pas positivement en termes d'attractivité vis-à-vis des doctorants, ce qui constitue un souci majeur de l'Institut.

## Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Certaines équipes de l'ISMO développent une recherche à fort potentiel de valorisation qui a conduit au dépôt de sept brevets depuis 2010, et un projet de création de start-up soutenu par OSEO en cours dans le domaine biomédical. D'autres démarches de transfert vers l'industrie sont soutenues par des ANR émergence (projets GIFAD 2 et SMARTVIEW) et devraient à terme conduire à des applications en caractérisation de surface et en microscopie de fluorescence. L'équipe E7, en pointe dans le domaine du partenariat, bénéficie également d'un contrat avec la société Michelin.

La diffusion du savoir produit au sein des équipes vers un large public est animée par une chargée de recherche qui s'occupe spécifiquement de cette mission. L'ISMO est ainsi un membre actif des réseaux de communication institutionnels (CNRS et Université Paris-Sud) et joue un rôle important dans l'organisation de manifestations grand public : fête de la science à Orsay - journées du patrimoine à la faculté des sciences d'Orsay - « jeudis de la recherche » - colloque interdisciplinaire de la faculté des sciences - actions envers les lycéens - expositions grand public (Biodiversité, Chimie, Energies, Eau) - production de documentaires scientifiques (2012 : Energies renouvelables, 2013 : petits clips sur des opérations de recherche de laboratoires CNRS/Université Paris-Sud) - écriture d'articles vulgarisés sur des travaux de recherche de laboratoires du CNRS et de l'université - etc.



## Appréciation sur l'organisation et la vie de l'unité

L'organisation de l'ISMO autour de huit équipes scientifiques et de services techniques et administratifs entièrement mutualisés est parfaitement adaptée à la taille et aux missions de l'unité. Un effort important a été réalisé à partir de la fusion des trois unités préexistantes pour regrouper, au sein d'équipes parfois relativement grandes (jusqu'à 13 permanents), l'ensemble des opérations relevant de thématiques proches. Ceci implique une organisation parfaitement lisible de l'ensemble mais demande à chaque équipe de travailler en interne pour atteindre l'équilibre nécessaire. Certaines équipes y sont parfaitement parvenues, d'autres ont encore des efforts à faire, en particulier autour de la mutualisation d'équipements et de l'identification d'objectifs communs ambitieux.

L'organisation des services techniques est remarquable et révèle une gestion très attentive des personnels qui se traduit par une réelle expression d'enthousiasme et d'implication de leur part. Les promotions sont bonnes, bien que la carrière universitaire soit très elliptique, et la participation dans les actions de formation permanente est également de très bon niveau.

La vie de l'unité est organisée autour des réunions de l'équipe de direction (directeur, directeurs-adjoints, administrateur, responsable technique), du conseil d'institut, du bureau scientifique (qui se réunit soit indépendamment des conseils, soit en amont pour préparer certains conseils, soit en aval pour acter certaines délibérations du conseil). L'assemblée générale de l'institut se réunit dans des circonstances exceptionnelles. L'échange d'informations entre le bureau et les membres de l'unité repose sur les responsables d'équipe. La préparation du prochain plan quinquennal s'est articulée autour d'une réflexion prospective inter-équipes en plusieurs étapes, qui s'est terminée par un séminaire interne de deux jours et demi hors des murs de l'institut, sous la responsabilité de quatre jeunes chercheurs et enseignants-chercheurs. Dans la suite de la dynamique lancée par cette prospective, une réflexion sera organisée prochainement, avec pour objectif d'identifier une forme pérenne d'échanges scientifiques internes à l'unité, et de meilleurs échanges entre équipe de direction, bureau scientifique et équipes de recherche. L'animation scientifique repose également en partie sur les séminaires hebdomadaires de l'institut ainsi que des séminaires d'intérêt général plusieurs fois par an. Les doctorants ont tous l'occasion de présenter un séminaire interne au cours de leur thèse. De la même façon, tous les projets de l'institut retenus sur appel d'offre (ANR, RTRA, etc.) font l'objet d'une présentation scientifique lors d'une réunion du conseil d'institut.

## Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'ISMO compte 35 enseignants-chercheurs : 24 en section 30 (milieux dilués et optique) et 11 en section 31 (chimie théorique, physique, analytique). Il y a une forte implication de ces enseignants-chercheurs et de certains chercheurs du CNRS dans les actions d'enseignement, à commencer par de nombreuses responsabilités de parcours au sein des formations de l'Université Paris-Sud ainsi que l'implantation de travaux pratiques dans l'institut. Plusieurs charges de direction sont également assurées : Polytech Paris-Sud, Master 2 « Rayonnement X des plasmas chauds », présidence de la commission des thèses de la Faculté des Sciences d'Orsay, Ecole Doctorale Ondes et Matière (jusqu'en octobre 2013), deux formations européennes (Erasmus Mundus Master Course SERP CHem et European Master Molecular Imaging). Par contre, la formation par la recherche au travers des thèses est assez faible, avec un taux moyen d'encadrement doctorants/(enseignants-chercheurs HDR + chercheurs HDR) de 0,5 sur les thèses en cours répertoriées au 30 juin 2013, avec toutefois de fortes disparités suivant les équipes. Il est aussi à noter que ce taux moyen d'encadrement est inférieur à celui des deux Écoles Doctorales de rattachement : 0,67 pour « Ondes et Matière », et 1,14 pour « Chimie ». Pour la partie chimie, le problème est probablement imputable au sous-effectif de la filière chimie-physique. La durée moyenne des thèses est de 39 mois, ce qui est de l'ordre de grandeur de ce qui est pratiqué dans les deux Écoles Doctorales. Le financement de toutes les thèses est conforme à la charte de l'Université Paris-Sud. Il a également été remarqué la forte implication des permanents de l'ISMO dans les conseils des deux Ecoles Doctorales. Cette implication forte, voire très forte, des membres de l'ISMO semble en contradiction avec le petit nombre de doctorants par HDR. Une des actions possibles suggérée par le comité de visite est d'augmenter le nombre de HDR. En effet, une forte marge de progression existe car actuellement il y a seulement 47 HDR (39 en « Ondes et Matière » dont 8 émérites, 8 en « Chimie ») sur 74 chercheurs et enseignants-chercheurs permanents et émérites.



## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La réflexion stratégique de l'unité sur son projet pour les cinq années à venir s'est organisée autour d'une prospective interne initiée par la direction de l'ISMO afin de favoriser les échanges inter-équipes. Le projet global de l'unité s'inscrit ainsi dans une réflexion prospective destinée à multiplier la synergie entre équipes qui semble tout à fait pertinente compte-tenu du contexte scientifique, et qui devrait encore améliorer la cohérence d'ensemble de l'ISMO. Cette prospective s'est déclinée en quatre thématiques transversales, avec des réflexions animées par quatre jeunes chercheurs et enseignants-chercheurs. Ces quatre thèmes sont : dynamique, nanostructuration et fonctionnalisation, matière carbonée, systèmes biologiques. Pour chaque thème, la réflexion s'est organisée au sein de l'institut pour aboutir à l'élaboration d'une synthèse des lignes de force présentée lors du séminaire interne de l'ISMO, qui a eu lieu hors des murs de l'unité sur trois journées en avril 2013. Chaque thématique transversale concerne au moins quatre équipes et les projets spécifiques seront évoqués dans les pages « équipes ». En résumé, les lignes de force du projet d'unité dans les quatre grandes thématiques fédératrices sont les suivantes :

- **Dynamique** : thème fort de l'institut, avec des expériences résolues en temps au laboratoire et sur les serveurs HHG et attoseconde, et des approches théoriques dépendant du temps. Deux projets reposent sur la chaîne laser femtoseconde de l'équipe E5, qui devra probablement évoluer. Le premier projet concerne les équipes E3-E4-E5 pour faire évoluer l'expérience d'échos de photons vibrationnels femtoseconde en spectroscopie 2D. La spectroscopie SFG évoluerait simultanément. Le second projet est initié par l'équipe E6 avec son nouveau microscope STM - AFM basse température autour du graphène. Par ailleurs, le couplage entre théoriciens de l'équipe E1 et expérimentateurs de l'équipe E2 concerne trois projets autour de la dynamique attoseconde dans les molécules, de l'ionisation en couches internes, et de l'ionisation de molécules alignées ;
- **Nanostructuration et fonctionnalisation** : autre thème fort de l'institut, la plasmonique est le sujet transverse suscitant le plus d'études, à la fois théoriques et expérimentales. Ce sujet devrait prendre encore plus d'importance à l'avenir : couplage de molécules avec des particules plasmoniques, contrôle de la direction d'émission lumineuse par des nanostructures plasmoniques de forme adaptée, etc. Le façonnage de surfaces hybrides dans l'objectif de mettre au point des systèmes moléculaires capables de répondre à des excitations pour obtenir des fonctions optiques et électroniques exploitables dans le cadre de l'électronique moléculaire est également à l'origine de plusieurs projets dans les équipes E1, E5 et E6 ;
- **Matière carbonée** : de la physique des petits agrégats de carbone et PAH, jusqu'au graphène en passant par les suies, la matière carbonée et l'hybridation 2D est un domaine particulièrement fédérateur à l'ISMO et représente un continuum de sujets couvrant la matière diluée et les nanosciences. Les équipes E3, E5 et E6 sont concernées du point de vue expérimental, ainsi que l'équipe E1 pour la théorie. Les projets concernent les propriétés du graphène pour l'électronique du futur, la caractérisation du graphène par GIFAD, les PAH en phase gazeuse ou auto-assemblés... ;
- **Systèmes biologiques** : dans la continuité de l'activité actuelle la recherche sur les systèmes biologiques continuera à se développer selon deux axes : systèmes biologiques réels dans l'équipe E7, systèmes modèles dans les autres équipes. Une collaboration a déjà été initiée entre les équipes E5 et E7 autour de l'application de la SFG à la compréhension à l'échelle moléculaire de la biocontamination des surfaces. Un projet réunit les équipes E4 et E7 autour de l'étude des processus d'ionisation des nanoparticules dans la perspective d'utilisation en adjuvant de l'hadronthérapie.

L'actuelle direction a fait d'importants efforts afin de créer une plus grande synergie entre équipes grâce à une bonne réflexion autour de la prospective, et l'encouragement des projets inter-équipes qui témoignent de la complémentarité des savoir-faire des équipes de l'ISMO et devrait accroître encore sa cohérence interne. La stratégie pour les cinq années à venir semble donc être bien balisée au niveau de l'ensemble de l'UMR.



## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Approches théoriques en dynamique quantique

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Dominique TEILLET-BILLY

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	7	7
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	4	4
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	1
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	4	3
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>16</b>	<b>15</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	3	
Thèses soutenues	3	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	9	9



## • Appréciations détaillées

L'équipe « Approches théoriques en dynamique quantique » est composée de théoriciens issus des anciens laboratoires LCAM et LPPM. Elle est constituée de 13 permanents (dont deux ayant quitté l'entité pendant le contrat en cours) appuyés par plusieurs doctorants et post-doctorants. Quatre sous-groupes sont répartis sur deux bâtiments.

Les travaux de recherche sont centrés sur les aspects dynamiques dans le domaine de la physico-chimie impliquant des systèmes allant des atomes aux nanostructures en passant par les molécules et les surfaces.

Avec comme souci principal la mise en évidence de mécanismes fondamentaux et grâce à une expertise reconnue dans la détermination de la structure électronique et la modélisation des processus dynamiques, cette équipe mène des recherches de tout premier plan au niveau international, qui s'insèrent parfaitement dans les thématiques d'actualité et qui ont généralement un couplage fort avec des équipes expérimentales locales ou extérieures.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques :

La production scientifique est remarquable avec 75 publications dans des journaux à grand facteur d'impact (1 Nature, 1 Nature Materials, 1 Nature Communications, 3 Nano Letters, 5 Physical Review Letters). La plupart des travaux de recherche de cette équipe sont menés en collaboration avec des équipes extérieures à l'ISMO et environ un quart le sont avec des équipes expérimentales de l'unité. En particulier, il est important de souligner ici le nombre impressionnant de collaborations suivies avec des laboratoires étrangers. L'équipe est structurée en quatre sous-groupes et cinq grandes thématiques : information quantique et atomes froids, champ laser intense, dynamique et réactivité au voisinage des surfaces, dynamique des électrons excités dans les surfaces et nanostructures et enfin, nanophotonique et nanoplasmonique. La qualité de la recherche s'illustre par le nombre d'avancées scientifiques majeures obtenues ces dernières années, à savoir :

- Dans le domaine des champs laser intenses : (i) une méthode d'imagerie moléculaire obtenue grâce au processus de recollision électronique ; (ii) contrôle de la dynamique par le biais de résonances ;
- dans le domaine de la dynamique des électrons excités dans les surfaces et nanostructures : (i) dynamique d'excitation de molécules sous pointe STM avec en particulier l'excitation contrôlée de la rotation d'une molécule adsorbée ; (ii) excitations magnétiques d'adsorbats en surface induites par le STM ; (iii) spectroscopie attoseconde « streaking » qui permet de sonder, dans le domaine temporel, la dynamique plasmonique dans des nanostructures métalliques ;
- dans le domaine de la nanophotonique et de la nanoplasmonique : (i) le contrôle du confinement de champ VUV sous pointe STM (en collaboration avec l'équipe E6) ; (ii) le rôle joué dans la réponse plasmonique linéaire et non-linéaire par le passage par effet tunnel des électrons entre les nanoparticules d'une antenne plasmonique de type dimère.

La plupart des travaux mentionnés ci-dessus possèdent de très fortes potentialités de développement. Dans le domaine de la nanophotonique et de la nanoplasmonique les méthodes ainsi que les cadres théoriques développés sont susceptibles de devenir les nouvelles références du domaine.

On doit aussi noter des activités de grande qualité dans le domaine de la dynamique et de la réactivité au voisinage des surfaces. Les processus élémentaires (diffusion, adsorption, collage) sont étudiés à l'aide de méthodes ab-initio. Une des principales activités concerne la formation de molécules par adsorption sur des surfaces carbonées ou silicatées parfaites ou présentant des défauts. Une question importante concerne la redistribution de l'énergie sur les différents types de degrés de liberté impliqués. Ces recherches ont des applications en astrophysique/astrochimie (où la surface est remplacée par des grains de poussière du milieu interstellaire) et en fusion thermonucléaire. Finalement, signalons aussi un travail récent sur le traitement quantique de la dynamique de chimisorption dissociative sur métaux (méthane sur une surface de nickel(111)).



Une autre thématique de recherche explorée dans cette équipe concerne l'information quantique et la condensation de Bose-Einstein (BEC). Pour la partie information quantique la création et la caractérisation de l'intrication dans différents systèmes quantiques ont été étudiées, l'accent étant mis sur la possibilité de réaliser les dispositifs expérimentaux associés. Un travail très intéressant est consacré à l'étude des propriétés de cohérence des BEC en fonction de la forme des pièges optiques permettant de les confiner. Il a ainsi été montré, qu'en façonnant la forme de ces pièges - habituellement de forme harmonique - on peut accélérer le processus de condensation. Cela pourrait ouvrir la voie à la conception de nouveaux composants d'optique atomique cohérente. Ces prédictions ont été très récemment vérifiées expérimentalement.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe bénéficie d'un très bon rayonnement national et international avec 48 présentations orales dans des congrès nationaux et internationaux dont une vingtaine sur invitations. Néanmoins, la plupart de ces invitations ne sont pas attachées à des manifestations internationales de premier plan. Par ailleurs, eu égard à la qualité du travail de recherche novateur mené au sein de l'équipe, on peut s'étonner de l'absence totale d'organisation de manifestations scientifiques ainsi que de pilotage de programmes internationaux. Cependant il faut souligner, le nombre très important de collaborations avec des laboratoires nationaux et étrangers, l'accueil de huit chercheurs invités sur la période du contrat (en général pour une durée d'un mois) ainsi que l'obtention de trois ANR internationales et trois ANR nationales et le financement de deux post-doctorants grâce à des appels d'offres locaux. Pour finir, le nombre de doctorants est faible (trois actuellement et un peu plus de deux sur la période du précédent contrat) si on le compare au nombre d'HDR qui est de neuf.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'activité de l'équipe se situe essentiellement dans le cadre de la physique fondamentale, avec un impact faible sur l'environnement social, économique et culturel.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Le comité d'experts a apprécié la bonne dynamique qui existe au sein de l'équipe. Des discussions transversales ainsi que des séminaires auxquels participent tous les membres de l'équipe s'effectuent régulièrement. Les personnels étant actuellement délocalisés sur deux bâtiments on peut légitimement penser que la structuration sera fortement améliorée par le regroupement dans les nouveaux locaux. L'équipe dispose de moyens de calculs propres qui sont mutualisés sous forme d'un groupe de stations de travail, d'un accès à la Grappe Massivement Parallèle de Calcul Scientifique (GMPCS) de la fédération LUMAT ainsi qu'à des ressources auprès des centres de calculs nationaux.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe compte actuellement trois doctorants et trois thèses ont été soutenues durant la durée du précédent contrat. Il est clair que le vivier local n'est pas très important mais cela n'explique pas totalement la faiblesse de ces effectifs. Le nombre de post-doctorants (deux actuellement) est aussi relativement faible pour une équipe de cette taille.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Les projets à cinq ans sont ambitieux et novateurs dans les cinq thématiques. Ceux sur la dynamique et la réactivité aux surfaces ainsi que sur l'information quantique sont dans la continuité des travaux précédents. En ce qui concerne la dynamique des états excités, il faut noter des extensions très innovantes - aussi bien au niveau des méthodes que de la physique à explorer - dans les domaines du nanomagnétisme (durée de vie des excitations magnétiques, incorporation des effets multiélectroniques, effet Kondo...) et de la plasmonique quantique (réponse non-linéaire de systèmes plasmoniques, génération d'harmoniques élevées assistée par plasmon...). Pour conclure, le projet associé à la thématique « champ laser intense » ou « physique à l'échelle attoseconde » vise à étendre les études précédemment menées sur le mécanisme de recollision et l'imagerie moléculaire pour étudier des situations (impulsions à polarisation circulaire) où la corrélation électronique joue un rôle primordial.





## Conclusion

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

- Développements d'outils théoriques innovants qui pourront faire référence dans le domaine ;
- l'équipe est une référence de premier plan dans son domaine ;
- excellence de l'interaction entre théorie et expérience ;
- déménagement dans de nouveaux locaux.

### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

- Faible nombre de doctorants et de post-doctorants ;
- interaction avec l'environnement social, économique et culturel quasi inexistante ;
- pas d'organisation de manifestations scientifiques ;
- pas de pilotage de programmes internationaux.

### ▪ *Recommandations :*

- Profiter de son rôle de leader pour organiser des réunions scientifiques, des congrès, des ateliers, des écoles... ;
- être à l'initiative de programmes internationaux ;
- renforcer et développer la synergie des collaborations internes en particulier avec les équipes E6 et E5.



**Équipe 2 :** Dynamique d'ionisation et de dissociation de petits systèmes

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Danielle DOWEK

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	3
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	5	5
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>10</b>	<b>9</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	4	
Thèses soutenues	4	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	5



## • Appréciations détaillées

Les axes de recherche de cette équipe, à forte dominante expérimentale, concernent l'ionisation d'atomes ou d'ions, la photofragmentation de petits systèmes moléculaires ou encore l'étude des propriétés spectrales et temporelles de lasers X. Une large palette de rayonnements est ainsi utilisée dans l'environnement régional très riche pour sonder la matière diluée (lasers ultra-courts, rayonnement synchrotron, génération d'harmoniques d'ordre élevé, collisions électroniques), conduisant à des études complémentaires constituant un ensemble d'une grande cohérence scientifique. Bien qu'ayant perdu trois permanents sur la période de référence, l'équipe E2, née d'un regroupement d'une douzaine de chercheurs et d'enseignants chercheurs issus d'unités de recherche différentes au moment de la création de l'ISMO, a maintenu des activités du meilleur niveau à l'échelle internationale. S'appuyant sur des compétences remarquables notamment du point de vue instrumental, cette équipe a mis au point nombre de dispositifs, parfois mis à disposition sur des installations laser (CIEL sur la plateforme laser PLFA/SLIC du CEA/SPAM Saclay, pour de très prometteuses expériences de photoionisation dissociative à deux couleurs) ou auprès de lignes de lumière de rayonnement synchrotron (MAIA sur la ligne PLEIADES de SOLEIL). Des résultats remarquables ont ainsi été obtenus notamment concernant la mesure de sections efficaces absolues de photoionisation d'ions atomiques multiplement chargés ou de petits ions moléculaires ou encore celle de diagrammes de photoémission d'électrons dans le référentiel de la molécule par la méthode des corrélations vectorielles dans le cas de la photofragmentation. Cette méthode permet non seulement d'avoir accès aux mécanismes d'ionisation mais également, sous certaines conditions, de réaliser une « polarimétrie moléculaire ». Notons enfin le travail de fond entrepris dans le domaine des lasers X, qui a notamment permis une caractérisation spectrale précise de tous ces lasers opérationnels à l'échelle internationale, pompés par différentes techniques, et ce dans le but d'en évaluer le potentiel et de réduire la durée de l'impulsion pour atteindre le régime femtoseconde.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'ensemble des travaux rapidement décrits ci-dessus a donné lieu au cours des quatre dernières années à une production conséquente pour les activités menées constituée de 39 publications dans des revues internationales à comité de lecture de très bon niveau (3 Physical Review Letters, 4 Physical Review A, 1 Physical Chemistry Chemical Physics...), une vingtaine d'actes de conférences internationales et deux chapitres de livre.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le rayonnement de l'équipe est attesté par près d'une trentaine de conférences invitées données par une dizaine de membres de l'équipe dont six permanents. Un investissement remarquable dans les activités d'animation de la communauté scientifique est également à noter, attesté par la direction de la fédération LUMAT et du GDR AppliX, la participation au comité de pilotage de plusieurs programmes labellisés par le Programme Investissements d'Avenir ou encore la participation aux conseils scientifiques et à l'organisation de conférences du meilleur niveau (chair d'une Gordon Conference). Un investissement important dans la vie de l'institution universitaire est également à remarquer au travers de l'organisation de formations ou encore de la prise de responsabilités telles que celle de chargé de mission Europe pour l'Université Paris 11.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'équipe développe également au travers de ses activités de recherche (développement de détecteurs sans temps mort donnant lieu à un brevet) ou de l'investissement de certaines de ses individualités (plateforme DTPI (Détection-Temps-Position-Image), participation à la Fête de la Science...) des activités de diffusion de la culture scientifique, technique et industrielle de bon niveau.



## Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

La responsable a développé une stratégie fédératrice pour l'équipe constituée au départ de quatre groupes de recherche différents. Cette stratégie s'articule autour de sujets voisins et également autour d'équipements communs. Malgré les efforts soutenus de la responsable, il s'avère que le fonctionnement de l'équipe n'est pas à ce jour adéquat pour le développement optimal des différentes activités de recherche de l'équipe. Autour d'un projet commun extrêmement ambitieux on aurait pu espérer que les différents intervenants mettent leur savoir-faire et leur disponibilité au service d'un développement harmonieux de l'équipe. La visite et les différentes discussions ont clairement montré que ce n'était pas le cas. Ceci est d'autant plus regrettable que, dans leur domaine respectif, chacune des thématiques développées dans l'équipe est au meilleur niveau international. La direction de l'ISMO devra aider l'équipe à trouver une issue bénéfique pour tous à cette situation destructrice qui ne doit surtout pas être pérennisée.

## Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe s'investit de façon importante dans le domaine de la formation par la recherche comme en témoigne l'organisation de plusieurs cours de niveau M2 et surtout la direction de huit thèses sur cette période de référence (quatre soutenues et quatre en cours). Tous les chercheurs habilités à diriger une thèse ont ainsi participé à l'encadrement doctoral. Une ou deux soutenances d'HDR pourraient d'ailleurs être encore envisagées.

## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet apparaît comme étant très bien réfléchi. Une réflexion stratégique a eu lieu pour effectuer des choix, nécessaires au vu des départs de membres permanents lors de la période précédente, se traduisant par l'arrêt de certaines activités. Les forces n'ont cependant été que peu regroupées. Ceci traduit évidemment le développement de nouvelles idées transcendant parfois les limites des équipes (réflexion autour d'un projet de développement d'un anneau de stockage pour l'étude de la photoionisation d'ions, expériences originales de photoionisation résonante à deux photons UV de molécules, étude de l'ionisation par impact d'électrons de molécules alignées, opportunités dans le domaine de l'utilisation des XFEL...) mais également sans aucun doute de difficultés relationnelles internes rendant certaines collaborations difficiles et pouvant conduire à des situations dommageables pour le bien-être des membres de l'équipe mais aussi pour le développement et l'attractivité de ses projets. Il apparaît par exemple indispensable d'offrir une meilleure mutualisation des dispositifs expérimentaux et d'assurer ainsi à chacun l'accès aux équipements que le projet commun nécessite. La réussite des ambitieux projets de l'équipe apparaît à ce prix.

## Conclusion

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

- Activités au meilleur niveau international dans plusieurs domaines ;
- développements instrumentaux innovants ;
- fort rayonnement de plusieurs membres de l'équipe ;
- réflexion stratégique autour du projet.

### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

- Fonctionnement interne de l'équipe pouvant à terme nuire au développement des activités scientifiques.



- *Recommandations :*
- Poursuivre l'exploitation de la grande diversité des rayonnements pour sonder la matière diluée, en confortant le réseau de collaborations ;
- fédérer les membres de l'équipe autour du projet ambitieux et trouver, avec l'aide de la direction, une solution pour un développement harmonieux de l'équipe. A défaut, il faudrait envisager une structuration différente de ces activités de recherche.



**Équipe 3 :** Astrophysique et édifices moléculaires

**Nom du responsable :** M. Philippe BRECHIGNAC  
M. Thomas PINO (au 1er janvier 2014)

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	6	6
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	4	6
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	2
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	3
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>12</b>	<b>17</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	2	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues	2	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	10



## • Appréciations détaillées

L'équipe E3 « Astrophysique et édifices moléculaires » développe une activité de recherche expérimentale et théorique centrée sur les systèmes moléculaires isolés, abordant les aspects de spectroscopie et dynamique, dans une très vaste gamme de longueurs d'onde (impliquant un parc laser mutualisé et une utilisation importante des sources de lumière ou de particules situées dans l'environnement très riche de l'université Paris-Sud), ainsi qu'une vaste gamme de tailles d'objets (du méthane aux suies), la plupart présentant un intérêt astrophysique bien identifié. L'équipe présente une pyramide des âges équilibrée, avec une quasi-parité hommes/femmes. Le responsable de l'équipe a assumé durant la période de très nombreuses responsabilités, dont la direction du laboratoire jusque fin 2012.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Parmi les réalisations marquantes de l'équipe, notons (i) la production de données quantitatives sur la photodissociation du méthane (de fort intérêt pour Titan), par la mise en œuvre des expertises en production et caractérisation de radicaux à l'aide des plateformes locales, (ii) la production par combustion et la caractérisation fine de structures hydrocarbonées de taille ajustable qui constituent des standards avérés de la chimie circumstellaire. C'est dans cette seconde thématique que s'exprime le mieux la fertilisation croisée entre théorie et expérience mise en œuvre dans l'équipe, avec en outre des applications très pertinentes pour l'étude des phénomènes induits par le dépôt d'énergie dans ces structures moléculaires, sous forme de photons ou de particules à haute énergie. Les études d'intérêt astrophysique dans l'infrarouge lointain à l'aide du spectromètre TF à très haute résolution couplé à la ligne AILES de SOLEIL utilisant un large éventail de sources et d'environnements d'échantillons développés au laboratoire sont à noter. L'étude des espèces biomimétiques a connu quelques succès, notamment méthodologiques, mais apparaît assez éloignée de l'ancrage astrophysique de l'équipe E3. 82 articles ont été publiés sur la période (ainsi que 18 proceedings référencés), ce qui correspond à deux articles par permanent et par an dans les journaux spécialisés couvrant les domaines de la spectroscopie, de la chimie physique et de l'astrophysique. Le tiers environ de ces articles a pour premier auteur un membre de l'équipe.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Il y a eu sur la période 25 conférences invitées de membres de l'équipe, dont la moitié dans des conférences internationales, ainsi que 30 contributions orales. Elles concernent essentiellement les chercheurs seniors de l'équipe, mais l'activité de synthèse et caractérisation des suies a conduit à une visibilité très notable pour un jeune chercheur. Deux professeurs invités ont été accueillis pour une durée de un mois chacun. Les membres de l'équipe ont participé à l'organisation de manifestations scientifiques ou écoles, mais essentiellement à un niveau local ou national. Les expertises développées dans l'équipe ont été reconnues sous la forme de participation en tant que membres à des comités d'experts, presque exclusivement au niveau national. Trois collaborations internationales sont soutenues par des programmes de soutien du CNRS avec la Pologne, le Vietnam et la Biélorussie. L'équipe a été invitée à participer à quatre ANR sur la période, mais jamais en porteur. Il n'y a pas de contrat européen.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Le transfert de la physique moléculaire vers la société, l'économie ou la culture est ardu. Néanmoins, de façon ponctuelle, le travail de l'équipe sur les suies a fait l'objet d'un communiqué de presse INSU relayé par le journal « Le Monde », et l'équipe s'est également impliquée dans la diffusion auprès des plus jeunes avec l'élaboration des pages labo du journal « Spirou », pour son édition de décembre 2009.



### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Il est apparu au cours de la visite que si la gestion semble se faire a minima, l'équipe fonctionne en très bonne harmonie et de manière collégiale, avec un partage efficace des tâches entre enseignants-chercheurs et chercheurs. Suite à la fusion réalisée en 2010, l'équipe a su intégrer une permanente provenant d'une autre composante. La fin de carrière sous forme d'éméritat d'un membre de l'équipe a permis un passage de relais et une prise d'autonomie efficace pour deux chercheurs juniors, et la décision de changement de responsable d'équipe au 01/01/2014 est opportune car elle permettra à un chercheur d'installer son mode de fonctionnement pour la mise en œuvre du nouveau projet. Il sera peut être amené à faire évoluer l'organisation de la vie scientifique de l'équipe, afin par exemple, de formaliser plus clairement des rendez-vous réguliers au sein de l'équipe.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Il y a eu sur la période deux HDR (soit 7 permanents sur 13) et six thèses soutenues. Cinq thèses sont en cours fin 2013, ce qui représente un bon taux d'encadrement. L'équipe est impliquée dans les structures locales : parmi ses membres on trouve un co-responsable des séminaires hebdomadaires de l'unité, l'ancien président de la commission des thèses de la faculté des sciences, un membre du comité d'organisation des journées de l'école doctorale « Ondes et Matière », un co-responsable du parcours « Laser et Matière » et de trois de ses modules, ainsi que d'un module dans le M2 de chimie.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le comité d'experts a considéré que l'intégration de l'équipe E8 « Instrumentation innovante et spectroscopies à leurs limites » dans l'équipe E3 est la plus logique compte tenu de la proximité thématique. Sa présentation comme un simple ajout du projet de l'équipe E8 à celui de l'équipe E3 ne permet pas de formuler une appréciation sur la cohérence d'une telle intégration du fait du caractère très incertain du devenir de l'équipe E8. Afin de ne pas pénaliser le projet de l'équipe E3, nous ferons ici abstraction du projet de l'équipe E8.

Le projet de l'équipe se base sur les réalisations du présent quinquennat, sur les ressources disponibles et sur l'expertise de l'équipe. Il résulte d'une très bonne analyse des forces de l'équipe et des questions pertinentes qu'elle doit aborder. Au niveau instrumental, on citera le développement très prometteur de la détection hétérodyne sur CLIO, la spectroscopie CRDS et le développement d'un laser VUV à haute résolution pour pouvoir approfondir les études de la dynamique et de la spectroscopie d'espèces importantes pour la planétologie, ainsi que l'abord de la recombinaison dissociative sur un anneau de stockage localisé en Chine. Il y aura également poursuite des travaux sur les structures hydrocarbonées portant sur la stabilité des agrégats de PAHs et les transferts d'énergie intramoléculaires (en relation avec les questions sur les AIBS). La poursuite des études sur les suies, formalisée dans le cadre d'un GDR en gestation et avec l'exploration d'applications terrestres est également très prometteuse.

Ces multiples facettes du projet devraient permettre d'asseoir l'équipe comme leader dans les aspects de physique moléculaire en lien avec les questions astrophysiques et de planétologie.

### Conclusion

#### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

- Equipe de recherche équilibrée ;
- applications en planétologie et en astrophysique très pertinentes ;
- dispositifs instrumentaux performants et mutualisés ;
- interaction réussie entre approche théorique et expérimentale ;
- forte implication dans la vie du laboratoire et de la communauté.

#### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*





- Visibilité trop limitée en comparaison de la qualité des recherches entreprises ;
  - activité biomimétique éloignée du contexte de l'équipe, apparaît plus proche de celui de l'équipe E4 ;
  - sources de financement à asseoir, notamment via la prise de responsabilité dans des ANR ou contrats européens ;
  - transfert à réussir au niveau de la responsabilité de l'équipe ;
  - intégration des thématiques de l'équipe E8, à mieux élaborer.
- *Recommandations :*
- Etre attentif à la prise d'autonomie et de responsabilités pour les jeunes chercheurs au sein de l'équipe. Notamment, l'héritage du responsable historique de l'équipe reste très important, il faudra réussir à maintenir la bonne dynamique actuelle, sans s'essouffler outre mesure ;
  - l'intégration de la thématique de l'équipe E8 ne devra par exemple pas incomber au seul responsable de l'équipe, mais devra impérativement être accompagnée au niveau de la direction de l'unité et de l'INP du CNRS.



**Équipe 4 :** Dynamique des systèmes complexes isolés

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Anne ZEHACKER-RENTIEN

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	4	4
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	6	6
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>13</b>	<b>11</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	1*	
Thèses soutenues	4	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	4

\* thèse soutenue le 4 juillet 2013



## • Appréciations détaillées

L'équipe « Dynamique des Systèmes Complexes Isolés » est issue de la réunion de membres des anciennes UMR LCAM et LPPM. Les personnels sont actuellement répartis sur quatre sites différents. Le futur déménagement sur le plateau de Saclay est ainsi envisagé de manière très positive. L'équipe est spécialisée dans l'étude des molécules isolées d'intérêt ou de provenance biologique par les méthodes spectroscopiques. Son but est de comprendre la dynamique de ces molécules suite à une excitation afin de remonter à leur structure et aux interactions régnant en leur sein. Les systèmes isolés sont obtenus soit en matrice cryogénique, soit en jet supersonique, soit en piège à ions. Cela permet de se focaliser sur les propriétés intrinsèques en s'affranchissant des interactions du milieu environnant. L'équipe est divisée en trois thématiques principales s'appuyant chacune sur les trois techniques permettant d'obtenir les systèmes isolés cités plus haut. Des permanents sont souvent impliqués dans plusieurs thématiques ce qui assure la cohésion de l'équipe. Certains montages expérimentaux sont uniques en France, tels que les matrices cryogéniques de para-hydrogène, et d'autres sont uniques au monde (montage Arc-En-Ciel). L'équipe participe activement à la vie de la communauté en s'impliquant dans des tâches d'intérêt collectif telles que la direction du centre CLUPS ou la responsabilité du serveur laser SELA.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La production scientifique est de très bonne qualité (1 Nature, 3 Journal of the American Chemical Society, 1 Angewandte Chemie et les journaux spécialistes de Chimie physique) et de bonne quantité : 57 articles RICL soit approximativement 1,2 article par permanent et par an. Un livre a aussi été édité qui contient un chapitre issu des travaux de l'équipe. La production est assez bien répartie sur l'ensemble des membres qui sont tous publiant. La production est assez homogène bien que certains membres se distinguent par une très bonne productivité. Les faits marquants et les avancées scientifiques sont nombreux (observation de la conversion de spins nucléaires couplée à la rotation frustrée de groupements méthyle, préparation de chaînes cyano-carbonées, échos de photons, transfert de proton photo-induits entre l'eau et les PAHs, photo-fragmentation de peptides, solvation de sucres) et impliquent les trois thématiques démontrant ainsi l'homogénéité de l'équipe.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe est très visible sur le plan international avec 22 conférences invitées dans des congrès de premier plan données par plusieurs membres, 21 contributions orales, et de nombreuses collaborations internationales (financées) bilatérales sur différents continents. Elle a réussi à obtenir plusieurs mois de professeur invité. L'équipe est partie prenante dans l'organisation d'une Gordon Conference. Elle participe également aux instances d'évaluation nationale (CoNRS).

L'équipe affiche de très beaux succès aux appels d'offre compétitifs locaux (Labex, RTRA), régionaux, nationaux (ANR) et internationaux (PHC, PICS, convention bilatérale). L'attractivité de ses compétences est soulignée par les trois ANR dont elle est partenaire.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

De manière surprenante, aucune activité d'interaction avec l'environnement n'est recensée. Est-ce que l'étude des systèmes isolés déteint sur l'équipe qui s'isole du monde non-académique ? L'équipe ne dispose d'aucun partenariat industriel et ne participe pas à la diffusion des connaissances pour le grand public.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

L'équipe est dirigée par un responsable qui organise des réunions sur une base mensuelle/bimensuelle. Les décisions de dépenses sur le budget commun sont prises de manière collégiale et démocratique. L'animation scientifique est assurée par l'organisation de séminaires internes réguliers, où les doctorants sont fortement sollicités. Une place importante est laissée aux jeunes chercheurs qui pilotent les projets thématiques. Les collaborations, internationales ou locales, sont fortement encouragées comme l'indiquent les projets intra-UMR impliquant les équipes E2, E3, E5 et E7.



## Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe a la responsabilité d'un module de M2 recherche et a fait soutenir trois thèses sur le contrat précédent. Il n'y a malheureusement aucun doctorant dans l'équipe au moment de l'évaluation. Un doctorant arrivera début 2014. Il est certain que le vivier d'étudiants locaux est extrêmement raréfié mais des efforts d'attractivité sont nécessaires. Sur les trois années du contrat, l'équipe a obtenu quatre années de post-doctorants et a participé au conseil de l'École Doctorale de Chimie.

## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet est typiquement dans la continuité des travaux réalisés. Il s'articule autour de la compréhension de la dynamique de processus photo-induits. Il bénéficie de la mise en place de dispositifs expérimentaux originaux (piège à ion, IRMPD, dichroïsme circulaire, matrice de para-hydrogène). Les mesures des fragments en vitesse et position représentent une avancée notable. Grâce à ses développements expérimentaux originaux et pratiquement uniques, l'équipe s'oriente vers l'étude à la fois des ions et des radicaux. L'équipe a su faire face avec succès au départ de quatre directeurs de recherche au cours des quatre dernières années, le maintien de l'ensemble des montages expérimentaux sera certainement lié au renforcement de l'équipe.

## Conclusion

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

- Développements expérimentaux uniques : IRMPD (en collaboration avec le LCP) ; matrice de para-hydrogène... ;
- complémentarité théorie-expérience ;
- maîtrise des techniques de relaxation énergétique ;
- déménagement sur le plateau de Saclay ;
- équipe jeune.

### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

- Faible nombre de doctorants et de post-doctorants en prévision ;
- faible nombre de contrats assurés pour les années à venir (la dernière ANR finit en 2014) ;
- l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel est inexistante.

### *Recommandations :*

- Ouverture au monde non-académique pour obtenir des financements dans le but d'embaucher des jeunes chercheurs (doctorants et post-doctorants) ;
- continuer à encourager la synergie des collaborations internes pour maintenir la cohésion du groupe tout en maintenant une identification des différents membres ;
- développer l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel.



**Équipe 5:** Surfaces Interfaces, Réactivité et Nanostructuration

Nom du responsable : M. Hocine KHEMLICHE

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	5	5
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	8	8
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>16</b>	<b>14</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	5	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	6



## • Appréciations détaillées

La composition de l'équipe « Surfaces Interfaces, Réactivité et Nanostructuration » (SIREN) de l'ISMO est restée relativement inchangée depuis sa formation à partir des quatre groupes provenant du LCAM et l'équipe femtoseconde du LPPM. Les cinq thèmes de recherche affichés par l'équipe reflètent encore en partie ce passé. Les thématiques de l'équipe s'orientent de plus en plus résolument vers l'étude de systèmes nanostructurés, faisant appel à un parc important d'instruments qui sont souvent originaux. L'équipe est active scientifiquement dans plusieurs domaines, allant des fondements des interactions ion-matière, jusqu'aux études par SFG et STM des phénomènes de catalyse sur surfaces nanostructurées et sur nano-cristaux, en passant par les effets de couches moléculaires organiques sur l'adhésion de bactéries sur des surfaces.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Des avancées majeures ont été obtenues autour du Grazing Incidence Fast Atom Diffraction (GIFAD) où une excellente collaboration avec l'équipe E1 (théoriciens) est en cours. Cette nouvelle technique de caractérisation permet d'obtenir des informations sur la structure, la rugosité, et la nanostructuration d'une surface par diffraction d'atomes rapides neutres d'hélium (avec une énergie de quelques centaines d'eV) incidents sur une surface aux angles très rasants. Elle représente l'équivalent de la diffraction rasant d'électrons à haute énergie (RHEED) mais avec les avantages de la technique de diffraction d'hélium à énergie thermique. En particulier, le niveau de dommage induit sur le système étudié est beaucoup plus faible qu'avec le faisceau d'électrons utilisé en RHEED, car le transfert d'énergie est beaucoup plus petit. L'équipe SIREN est actuellement sans doute le leader mondial de cette méthode GIFAD. Elle a prouvé la possibilité de suivre la croissance d'un film de GaAs couche-par-couche démontrant une sensibilité à l'ordre de la couche sur une échelle bien plus grande qu'avec le RHEED. Elle a également étudié le piégeage du faisceau d'ions incident et montré les possibilités qui en découlent pour exploiter la mesure de la (dé)cohérence comme outil ultrasensible de l'état de surface à une échelle latérale micrométrique. Ce développement a été suivi par un brevet. Sa valorisation, en collaboration avec l'INSP où un prototype est monté sur un bâti de croissance par MBE, a de réelles chances d'aboutir à la commercialisation dans un an ou deux d'un dispositif, et témoigne d'une forte volonté de l'équipe SIREN de s'impliquer dans toutes les étapes de valorisation.

Soulignons également les études sur l'oxydation des surfaces et la croissance de films d'oxydes ultramince, sur l'auto assemblage de films de molécules organiques sur surfaces et sur l'adsorption d'objets aussi complexes que les bactéries avec des techniques plus conventionnelles (STM, SFG, méthodes optiques et faisceaux ioniques), ce qui présente un très fort potentiel de développement et d'impact pour de larges communautés scientifiques.

L'ensemble des travaux de l'équipe a fait l'objet de 31 articles dans des revues internationales à comité de lecture et deux chapitres de livres, ce qui est relativement modéré compte-tenu de la taille de l'équipe qui comprend 13 permanents. Il s'avère donc que l'activité scientifique de l'équipe n'est pas toujours matérialisée dans la production de publications scientifiques, surtout dans des journaux à haute visibilité, ce qui est un point à surveiller pour le futur.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le travail de l'équipe a été assez largement présenté dans des conférences internationales (47 présentations dont 18 invitées), et le rayonnement de l'équipe est attesté par un bon niveau d'encadrement de doctorants (6 thèses soutenues) et de chercheurs postdoctoraux. Les membres de l'équipe font partie de comités de 4 conférences internationales et 2 nationales. Par ailleurs l'équipe a bénéficié de cinq contrats ANR, dont deux comme porteur, ainsi que 6 contrats locaux (LUMAT, RTRA, etc.).

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'équipe a obtenu une ANR Emergence en vue de la valorisation du dispositif GIFAD (2012-2013) qui a fait l'objet de la prise d'un brevet. Les possibilités de valorisation de la méthode GIFAD à la caractérisation de surfaces sont explorées et un partenariat industriel est en cours.

L'équipe participe également de façon régulière au carrefour des métiers du lycée Michelet de Vanves.



### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Bien qu'issus de différents laboratoires d'origine et parfois de thématiques a priori relativement disjointes, les membres de l'équipe E5 se sont placés résolument dans une démarche parfaitement adaptée au partage et à l'échange de connaissances ainsi qu'à la mise en commun de moyens et d'outils qui donnent à l'évidence l'impression d'une équipe très soudée. Le comité a particulièrement apprécié cette démarche collective très positive qui se concrétise par une réelle homogénéité de l'équipe et un projet commun fédérateur autour d'un « tunnel ultravide » qui permettra de regrouper l'ensemble des moyens d'élaboration et de caractérisation de l'équipe sur une plateforme partagée.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe E5 a un excellent taux d'encadrement doctoral puisque six thèses ont été soutenues sur la période évaluée, et cinq doctorants travaillent actuellement au sein de l'équipe. Un membre de l'équipe a été directeur de l'école doctorale Ondes et Matière de 2010 à 2013. Un autre membre de l'équipe est responsable de parcours au sein du Magistère de physico-chimie moléculaire de l'Université Paris-Sud et de l'ENS Cachan.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'équipe a fait un effort salutaire de réflexion à la fois autour de ses thématiques de recherche et autour des futurs développements expérimentaux. L'idée sous-jacente est de mettre en synergie les atouts considérables de l'équipe autour d'un projet d'étude de molécules organiques déposées sur des substrats nanostructurés. Ce choix thématique semble être judicieux car il fédère des compétences et des acquis aussi bien en maîtrise de la préparation de surfaces nanostructurées (surfaces Cu (110) et Ag(110) restructurées par adsorption d'oxygène et d'eau) qu'en dépôt et croissance d'une panoplie de couches organiques. Ce développement bénéficiera également des grandes compétences de l'équipe en modification ou manipulation de ces dernières, notamment par irradiation avec des électrons, ou par exemple en induisant des transitions « couché-debout » des molécules adsorbées. De plus, les moyens de caractérisation développés au sein de l'équipe - SFG, STM/AFM, HREELS, LEED, GIFAD et LEIS - sont tous pertinents pour l'étude de couches organiques. Dans ce cadre, le projet de l'équipe de regrouper ce puissant arsenal expérimental via un tunnel ultravide, permettant le transfert d'échantillons entre les différents bâtis, est particulièrement fédérateur. Il a une très grande probabilité de conduire à des rapprochements thématiques au sein de l'équipe, mais aussi de favoriser ceux déjà en évidence avec d'autres équipes de l'ISMO. Au vu du fait que le tunnel ne pourra être installé qu'une fois le nouveau bâtiment intégré (2016 vraisemblablement) l'équipe dispose du temps pour définir précisément quels propriétés ou comportements, de quelles couches, sur quels substrats nanostructurés, seront étudiés avec ce nouvel ensemble. Il conviendrait de bien mettre à profit les deux années à venir pour achever la réflexion de fond déjà entamée, afin de préciser plus en détails les études qui seront ciblées une fois que tous les équipements seront liés par le tunnel, et si possible même d'en démarrer certaines dans les cas où le transfert d'échantillons par valise ultravide actuellement disponible s'avèrera être possible.

### Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*
- Bonne et fructueuse interaction avec les théoriciens de l'équipe E1 ;
- projet fédérateur autour des couches organiques sur substrats nanostructurés et tunnel ultravide ;
- leader mondial en développement et application de GIFAD ;
- bonne attractivité pour les doctorants et post-doctorants ;
- études sur l'adhésion bactérienne sur surface.



- *Points faibles et risques liés au contexte :*
  - Production scientifique trop limitée par rapport aux effectifs et aux ressources ;
  - peu d'attention à publier dans des journaux à haute visibilité.
  
- *Recommandations :*
  - Un effort concerté de publication d'articles scientifiques dans des revues internationales, en particulier dans des revues de haut rang ;
  - élaborer plus en détail le projet « couches inorganiques ».





**Équipe 6 :** Nanosciences moléculaires

**Nom du responsable :** M. Gérald DUJARDIN

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	3
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	5	4
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>10</b>	<b>8</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	3	
Thèses soutenues	3	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	5



## • Appréciations détaillées

L'équipe Nanosciences Moléculaires, issue du LPPM, a intégré en cours de période évaluée une nouvelle opération grâce à l'arrivée d'enseignants-chercheurs par mobilité. Son activité de recherche repose sur la maîtrise des différentes méthodes de microscopie à effet tunnel (STM) ou à force atomique (AFM) pour manipuler ou étudier les propriétés optiques, électroniques ou dynamiques de systèmes moléculaires individuels. L'équipe a joué un rôle pionnier dans ce domaine en contribuant de manière significative au développement du STM en mode d'excitation électrique locale.

Les travaux de l'équipe Nanosciences Moléculaires se déclinent suivant quatre thèmes : l'électronique moléculaire, le graphène, le silicène et les nano-sources de photons et de plasmons. Chaque thème est porté par au moins deux permanents. Les sous-groupes correspondant sont bien équilibrés et il est important de noter que des doctorants y participent activement. Les études sur le graphène ont donné lieu à de nombreuses publications. On peut noter en particulier les résultats issus de la collaboration avec Y. Kuk de l'Université Nationale de Séoul qui ont conduit à la démonstration de l'existence d'interférences quantiques en bord de marches. Ces observations remettent en question les modélisations habituellement admises. Par ailleurs, l'arrivée d'une nouvelle activité s'est concrétisée par des travaux reconnus au meilleur niveau international sur le silicène : l'équipe a pu imager des rubans et feuillets de silicène déposés sur des surfaces métalliques (Ag(110), Ag(111) et Au(110)). Le groupe travaillant sur les dispositifs pour l'électronique moléculaire a lui aussi montré des résultats de très haute qualité, avec par exemple la démonstration du déplacement d'une molécule individuelle en modifiant son état électronique grâce à un microscope à effet tunnel. Enfin, l'équipe dont le thème porte sur les nanosources de photons et de plasmons a démontré qu'il était possible de contrôler une nano-antenne par la pointe d'un STM. L'ensemble de l'équipe Nanosciences Moléculaires a présenté des opérations et des projets de recherche tout à fait convaincants et ambitieux.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe a obtenu des résultats majeurs, comme par exemple le contrôle de l'émission d'un nano-cristal par STM, ou la croissance du silicène qui est une première mondiale. La production scientifique est très bonne, avec la publication de 38 articles dans des revues à comité de lecture dont 2 Nano Letters et 6 Physical Review B. Au cours de la période 2010-2013, un ouvrage et deux chapitres de livre ont été édités.

L'équipe est également engagée au niveau éditorial, l'un de ses membres étant éditeur associé de Progress in Surface Science.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'attractivité de l'équipe est très bonne. Elle s'est traduite par l'accueil de sept chercheurs invités, mais aussi par celui de six doctorants. Un doctorant a reçu le prix de thèse de l'École Doctorale Ondes et Matière et également le prix du meilleur poster ICN+T. Ceci montre clairement le dynamisme de cette équipe qui a par ailleurs accueilli un jeune chercheur et deux enseignants-chercheurs en mutation. Cette intégration s'est directement accompagnée de publications de haut niveau.

De façon corrélée, de nombreuses conférences invitées ont été données (37 contributions orales au total) par plusieurs membres de l'équipe, et sur ses différents thèmes. Les membres de l'équipe ont également organisé une dizaine de conférences.

Le rayonnement et l'attractivité de l'équipe Nanosciences Moléculaires sont donc de très haut niveau.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'interaction avec l'environnement social, économique et culturel est relativement limitée. Toutefois, en termes de diffusion scientifique, il est fait mention de la participation aux « Fêtes de la Science », à un article de vulgarisation dans la revue Photonique de la Société Française d'Optique, ainsi que la présidence de l'association « Collectif citoyens nanotechnologie » du plateau de Saclay, et celle de l'association « Science Technologie Avancée et Recherche pour la Méditerranée ».



### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

L'équipe a accueilli un nouvel entrant en 2011, ainsi que deux professeurs en mutation. Cet accueil a permis de développer une nouvelle activité particulièrement visible autour du silicène. Il montre le dynamisme et l'attractivité de cette équipe. Les nouveaux entrants ont publié régulièrement depuis leur arrivée. Les étudiants comme les jeunes chercheurs participent à des conférences. De façon hebdomadaire, des réunions de groupe sont organisées, donnant ainsi l'occasion aux étudiants de présenter et discuter leurs résultats. Tout ceci est le fruit d'un pilotage performant et collégial de l'équipe.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe est formée de trois enseignants-chercheurs de l'Université de Paris-Sud et de six chercheurs CNRS. Elle encadre actuellement trois doctorants, ce qui est relativement limité par rapport à son nombre de permanents. Sur la période 2010-2013, six doctorants ont été encadrés par l'équipe, soit un niveau plus satisfaisant sur l'ensemble de la période écoulée.

L'un des membres de l'équipe coordonne les travaux pratiques de Nanosciences dans un master international de l'Université Paris-Sud.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Avec l'arrivée de trois collaborateurs en 2011, l'équipe a gagné en thèmes et activités. L'équipe a obtenu des résultats remarquables au niveau international sur différents thèmes. Les projets présentés dans le dossier sont très ambitieux : le souhait par exemple de vouloir démontrer la miniaturisation ultime à l'échelle d'un seul atome, d'une seule molécule ou d'un seul nano-objet, de fonctions électroniques ou optiques peut sembler encore lointain pour une équipe de la taille de l'équipe Nanosciences Moléculaires. Malgré tout, cette stratégie devrait donner des résultats de très bon niveau. De nouveaux montages sont en cours d'installation avec en particulier des capacités élargies dans le domaine de l'ultraviolet ou des très basses températures. Le futur couplage avec les lasers femtoseconde des autres équipes de l'ISMO ouvre également des perspectives qui devraient permettre à l'équipe E6 de rester à la pointe de son domaine d'expertise. Enfin, la grande qualité des jeunes chercheurs de l'équipe laisse augurer d'un développement qui ne devrait pas ralentir sur le plus long terme.

### Conclusion

L'équipe Nanosciences Moléculaires a clairement fait ses preuves avec des résultats de tout premier plan dans ses différentes thématiques. Le nombre de doctorants est tout à fait honorable par rapport au taux d'encadrement du laboratoire. De même, l'équipe a démontré son attractivité avec l'arrivée de trois collaborateurs en 2011 mais aussi avec l'accueil de six chercheurs invités. Cette dynamique devrait permettre à l'équipe d'aborder les futurs projets dans les meilleures conditions.

#### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

- Qualité et résultats scientifiques ;
- développement de nouvelles thématiques.

#### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

- Les interactions avec l'environnement social économique et culturel et, dans une moindre mesure, l'engagement dans la formation par la recherche gagneraient à être confortés.

#### ▪ *Recommandations :*

- Sur des sujets où le fondamental et la haute technologie se côtoient, le comité recommande à l'équipe de développer plus de collaborations en profitant du futur environnement local.



**Équipe 7 :** Biophysique, Biophotonique

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Sandrine LACOMBE

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	4
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	3
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	1
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	5	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	7



## • Appréciations détaillées

Les travaux de l'équipe « Biophysique Biophotonique » couvrent un continuum entre physique fondamentale, physico-chimie et applications médicales. Ces cinq dernières années, elle a réalisé des développements instrumentaux remarquables dans le domaine de la microscopie de fluorescence. On peut notamment souligner la microscopie supercritique permettant une visualisation simultanée de membranes cellulaires et de l'intérieur de la cellule, développements qui ont notamment été mis à profit pour l'étude de l'adhésion cellulaire, de mécanismes d'endocytose. Les couplages avec une imagerie résolue en temps sont particulièrement pertinents pour les études d'interaction entre protéines. Les récents progrès en super-résolution et super-localisation (au-delà des développements instrumentaux et méthodologiques) ont permis le développement de collaborations extrêmement fructueuses en neurobiologie. Pour le prochain contrat, il s'agit de continuer à repousser les limites spatiales et temporelles de la microscopie avec notamment les développements instrumentaux en cours sur la microscopie de super-localisation et supercritique, en amont des projets de l'équipe dans le domaine des applications biologiques et médicales. Ces projets concernent en particulier la compréhension et le diagnostic précoce des maladies neurodégénératives et de cancers.

Il faut aussi souligner le développement novateur de nanolasers dans des microgouttes, ouvrant des perspectives nouvelles au niveau de la migration cellulaire en lien avec l'aspect adhésion cellulaire. Les applications médicales s'inscrivent là encore dans les grands défis sociétaux avec par exemple l'étude de l'adhésion des cellules cancéreuses sur l'endothélium et la migration de ces cellules au travers des vaisseaux sanguins, étapes critiques dans de nombreux cancers. Ce projet ambitieux bénéficie d'une fertilisation croisée entre optique, microfluidique et biologie et bénéficie du savoir-faire, du réseau relationnel et des infrastructures de l'équipe (laboratoire de sécurité biologique de niveau L2) dans le domaine des applications médicales.

Les applications médicales concernent également la hadronthérapie et la nanomédecine, activité bénéficiant d'une forte reconnaissance internationale. Les nanoparticules sont utilisées pour augmenter la sensibilité en hadronthérapie (seul groupe à les utiliser avec du carbone). Un travail sur des plasmides et des cellules, associé à de la microscopie, a permis de mettre en défaut le dogme d'une mort cellulaire due principalement à des dommages à l'ADN. Il faut souligner les aspects fondamentaux de ces études visant une compréhension des mécanismes qui font directement suite à l'interaction hadron-nanoparticule. Une autre perspective de ces travaux est le couplage diagnostic / radiation avec par exemple l'utilisation de particules contenant du gadolinium.

Le dernier axe de recherche concerne les biofilms avec tout d'abord une activité reconnue sur le développement de revêtements antiadhésifs (pour des applications médicales) et la compréhension des mécanismes de résistance aux antibiotiques. On peut souligner les aspects fondamentaux de ces études avec l'influence de la matrice d'exopolymère sur la résistance aux antibiotiques ainsi que l'influence de micro hétérogénéité de charge sur l'adhésion. Cet axe bénéficie d'une collaboration avec l'équipe E6.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité décrite ci-dessus se traduit par un fort taux de publication (38 RICL pour 7 permanents) dans des revues variées traduisant la transdisciplinarité des recherches (Physical Review Letters, Optics Letters, Langmuir, Cell Death Disease), 16 conférences internationales invitées et de très nombreuses communications orales (57) données par les différents membres de l'équipe et sur les différents sujets. Cela souligne que l'ensemble des activités de l'équipe est reconnu par la communauté internationale.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le rayonnement se traduit par un réseau de collaborations nationales et internationales dense avec des laboratoires de physique, chimie, biologique, des services de médecine (l'équipe participe à un PICS, un programme COST). Les membres de l'équipe participent aux comités scientifiques de 5 congrès dont un international et ont organisé une école d'été.



### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'interaction avec le milieu médical et le monde socio-économique est remarquable. Les activités de l'équipe sont en partie localisées au Centre de Photonique Bio Moléculaire de la fédération LUMAT, ce qui conduit à l'accueil de nombreuses équipes de recherche, d'industriels, de travaux pratiques de master, l'organisation de formations continues... Les développements instrumentaux et applications médicales se traduisent également en termes de valorisation avec quatre brevets, des contrats industriels, un succès au concours émergence MESR et OSEO.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Les activités de l'équipe reposent sur un transfert remarquable de technologie entre développements fondamentaux et instrumentaux en microscopie optique et applications en recherche biomédicale. L'équilibre entre recherche fondamentale et valorisation est excellent. Le comité salue le transfert de responsabilité de l'équipe réalisé avec succès et la politique scientifique développée par les deux responsables successifs.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Un point particulièrement fort de cette équipe est son attractivité substantielle vis-à-vis des jeunes chercheurs (étudiants et post-doctorants) et des chercheurs étrangers. Il faut souligner une implication forte dans l'enseignement avec la coordination de formations européennes (dans le cadre d'Erasmus Mundus).

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La stratégie de l'équipe pour le futur se construit sur le continuum entre recherche fondamentale et applications et repose sur une mutualisation du matériel et des compétences au sein de l'équipe. Les recrutements récents s'inscrivent parfaitement dans cette stratégie avec de nouvelles compétences en physique médicale et permettront également d'étendre les études sur les biofilms à la décontamination et biodépollution des sols. Au-delà de l'ISMO dans le cadre de Paris-Saclay et du regroupement sur le plateau, l'équipe joue un rôle important dans le projet SESAME « ImPhysBio » qui fédère les activités à l'interface physique biologie au sein du CPMR.

### Conclusion

Cette équipe a su trouver un équilibre entre une recherche excellente en microscopie optique et hadronthérapie et les applications biomédicales. Son dynamisme et la pertinence de ses sujets de recherche se traduisent par une forte attractivité vis-à-vis des étudiants, et de collaborateurs académiques et du monde socio-économique.

#### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

- Une recherche fondamentale à la pointe en microscopie optique ;
- une activité de valorisation réussie ;
- nombre important d'étudiants et de post-doctorants ;
- diversité des contrats (ANR, industriels...) et des collaborations (équipes académiques en physique, chimie, biologie, services cliniques, industriels) ;
- intégration dans le projet SESAME.

#### ▪ *Recommandations :*

- L'équipe a atteint la maturité suffisante pour porter de grands projets Européens.



**Équipe 8 :** Instrumentation innovante et spectroscopies à leurs limites

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Nathalie PICQUE

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	1	
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>3</b>	

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	1*	
Thèses soutenues	1	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	

\* thèse soutenue le 5 juillet 2013

## • Appréciations détaillées

L'équipe E8 « Instrumentation innovante et spectroscopies à leurs limites » (1 CR, 2 chercheurs émérites) regroupe deux thématiques distinctes : la spectroscopie des peignes de fréquences et la modélisation des profils spectraux moléculaires.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité « peignes de fréquences » est développée dans le cadre du Laboratoire Européen Associé « European Laboratory for frequency comb spectroscopy » par un des membres de l'équipe mis à disposition depuis 2011 au Max Planck Institut für Quantenoptik à Garching (Allemagne), dans le laboratoire de Theodor W. Hänsch qui a reçu le prix Nobel sur le sujet. Les travaux menés sont au meilleur niveau international comme en témoignent leur publication dans des revues prestigieuses (environ 25 RICL dans cette thématique dont 1 article dans Nature, 3 dans Nature Photonics, etc.) et le nombre important de conférences invitées. Les activités comprennent le développement de nouvelles sources à peignes de fréquences, avec en particulier l'extension dans l'infrarouge par conversion paramétrique optique ou mélange à quatre ondes, et la conception, mise en œuvre et application de ces peignes à de nouvelles approches de spectroscopie linéaire ou non-linéaire. Les interférences temporelles entre deux peignes de fréquences légèrement différentes sont exploitées pour mesurer un spectre à large bande spectrale avec un seul détecteur permettant un gain considérable en temps d'acquisition et en sensibilité. Les perspectives ouvertes par ces recherches sont en train de révolutionner la spectroscopie moléculaire et les champs d'application explorés sont très prometteurs.

L'activité « profils spectraux moléculaires » vise à une meilleure compréhension fondamentale des nombreux mécanismes physiques à l'origine des profils spectraux et utilise des calculs de dynamique moléculaire pour modéliser les ailes de raie lointaines (avec des applications aux spectres d'atmosphères terrestre et planétaires), les mélanges de raies, les profils de raies de gaz confinés dans des matériaux nanoporeux. L'approche développée en collaboration avec des chercheurs du LISA fait référence au niveau international et a donné lieu à une quinzaine de publications sur la période.

La production totale de l'équipe s'élève à 38 articles RICL, ce qui, compte-tenu de la taille de l'équipe, est remarquable.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Dans la « Présentation synthétique de l'activité », il est fait état de 45 conférences invitées à des congrès internationaux, ce qui serait exceptionnel pour une équipe de cette taille. Cependant, moins d'une vingtaine de conférences de ce type - toutes relevant de la thématique « peignes de fréquences » - est en fait listée dans la « Production Scientifique » ce qui laisse apparaître un certain flou autour de ce point.

Plusieurs distinctions de niveau international ont couronné la thématique « peignes de fréquences » : « Beller Lectureship Award, IAP », « Femmes en or » et « Coblentz Award, USA » illustrant le caractère pionnier et innovant de ces recherches développées dans un premier temps à l'ISMO et depuis 2011 à l'Institut Max Planck à Garching.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'activité « peignes de fréquences » est susceptible de donner lieu à des applications dans les domaines de l'analyse des gaz et de la spectro-imagerie. Les chercheurs travaillant sur ce sujet sont co-inventeurs de deux brevets concernant la spectroscopie FTS avec des peignes de fréquences. L'activité « profils de raie » est une activité à l'interface avec la physique atmosphérique qui vise à répondre à des demandes croissantes pour l'analyse fine de données terrestres (satellites) et planétaires.





### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Sur la période, une maître de conférences a quitté l'équipe qui est donc très réduite. Il n'est pas possible de parler de vie d'équipe dans le cas présent. La thématique « profils de raies » portée par un émérite et la thématique « peignes de fréquences » concernant un émérite et une chercheuse de l'ISMO mise à disposition à Garching se développent indépendamment.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Une thèse portant sur les peignes de fréquences a été soutenue début 2011 et une deuxième vient de l'être début juillet. La direction de l'EDOM a été assurée par un professeur de l'équipe jusqu'en septembre 2009. Aucune thèse en cours actuellement à l'ISMO.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Il n'est pas possible d'avoir une idée claire sur le devenir de la thématique « peignes de fréquences » dont l'évolution est très dépendante de celle du groupe de Theodor Hänsch à l'Institut Max Planck de Garching. Dans le dossier d'évaluation, le projet correspondant a été accolé à celui de l'équipe E3 pour des raisons de proximité thématique évidentes. A l'heure actuelle, il est impossible de savoir si cette thématique pourra être, à terme, à nouveau développée à l'ISMO, tant les incertitudes sur le matériel et les personnes en charge sont grandes.

Le comité d'experts souligne néanmoins l'importance de voir développer en France ces recherches très prometteuses de spectroscopie par peignes de fréquences. Ceci ne sera pas possible sans une forte anticipation, une communication fluide entre les personnes concernées au niveau du laboratoire et des tutelles et un accompagnement en moyens humains et matériels. Le comité d'experts a noté que des locaux nécessaires ont été prévus dans le nouveau bâtiment sur le plateau de Saclay.

### Conclusion

#### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

- Qualité scientifique et caractère novateur des travaux développés sur les peignes de fréquences. Les travaux se déroulent en Allemagne avec une équipe formée de plusieurs doctorants et post doctorants encadrés par Theodor Hänsch et une chercheuse de l'ISMO, les perspectives scientifiques à court terme sont incontestables ;
- l'activité « profils spectraux moléculaires », sur laquelle seul un membre désormais émérite de l'équipe contribue, est d'excellent niveau, mais elle devrait progressivement disparaître de l'ISMO.

#### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

- Régularisation de la situation actuelle du membre de l'équipe localisé à Garching ;
- devenir des travaux portant sur les peignes de fréquences à plus long terme.

#### ▪ *Recommandations :*

Il est important de se poser assez tôt et avec l'ensemble des organismes concernés, la question du retour de la chercheuse portant la thématique « peignes de fréquences » à Orsay : soutien en moyens humains, rapatriement de certains équipements.



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite

**Début :** 9 décembre 2013 à 11h  
**Fin :** 11 décembre 2013 à 15h30

### Lieu de la visite

**Institution :** ISMO - Orsay  
**Adresse (n° voie ville) :** Bâtiments 210, 350 et 351

### Déroulement ou programme de visite

#### Lundi 9 décembre : Bâtiment 210

11h00 : Accueil du comité d'experts  
 11h00-11h20 : Réunion à huis clos des membres du comité d'experts  
 11h20-12h20 : Présentation du bilan et du projet de l'unité par le directeur en présence des membres du comité d'experts, des représentants des tutelles, du délégué scientifique AERES et des membres de l'unité  
 12h20-13h20 : Déjeuner-buffet avec les membres du laboratoire  
 13h20-16h00 : Présentation du bilan et du projet des équipes par les responsables d'équipes en présence des membres du comité d'experts, des représentants des tutelles et des membres de l'unité  
 16h00-16h30 : Débriefing en présence uniquement du comité d'experts et du délégué scientifique AERES & Pause café  
 16h30-16h50 : Présentation de la fédération de recherche par le responsable, en présence des membres du comité d'experts, des représentants des Tutelles, du délégué scientifique AERES et des membres de l'Unité  
 16h50-18h50 : Visite des équipes 1 par groupes d'experts  
 18h50-19h20 : Rencontre avec le directeur et l'équipe de direction, en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES  
 19h20-19h50 : Débriefing en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES

#### Mardi 10 décembre : Bâtiments 350 - 351 jusqu'à 14h15, Bât. 210 ensuite

08h30-10h30 : Visite des équipes 2 par groupes d'experts  
 10h30-10h45 : Pause café  
 10h45-12h45 : Visites des équipes 2 par groupes d'experts - suite Bât 350



12h45-13h15 :	Débriefing en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES
13h15-14h15 :	Déjeuner buffet, bibliothèque 351
14h15-16h15 :	Visites des équipes 3 par groupes d'experts Bât 210
16h15-16h30 :	Pause café
16h30-18h00 :	Rencontres du comité d'experts avec les représentants du personnel
16h30-17h00 :	ITA et BIATOS
17h00-17h30 :	Doctorants et post-doctorants
17h30-18h00 :	Chercheurs et enseignants-chercheurs
18h00-19h00 :	Visite du CLUPS et de l'atelier de Mécanique
19h00-19h30 :	Débriefing en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES

**Mercredi 11 décembre : Bâtiment 210**

09h00-09h15 :	Entretien avec les directeurs des Écoles Doctorales
09h15-11h00 :	Rencontre du comité d'experts avec les représentants des tutelles
11h00-11h30 :	Rencontre finale du comité d'experts avec le directeur et l'équipe de direction
11h30-15h30 :	Réunion à huis clos du comité d'experts.

**Points particuliers à mentionner**

Absence des tutelles CNRS et université ou de leurs représentants durant les 2 premiers jours de la visite.



## 6 • Observations générales des tutelles

Le Président de l'Université Paris-Sud

à

Monsieur Pierre GLAUDES  
Directeur de la section des unités de recherche  
**AERES**  
20, rue Vivienne  
75002 Paris

Orsay, le 2 avril 2014

N/Réf. : 88/14/JB/LM/AL

Objet : Rapport d'évaluation d'unité de recherche  
N° S2PUR150007938

Monsieur le Directeur,

Vous m'avez transmis le 13 mars dernier, le rapport d'évaluation de l'unité de recherche - INSTITUT DES SCIENCES MOLÉCULAIRES D'ORSAY - n° S2PUR150007938 et je vous en remercie.

L'université se réjouit de l'appréciation portée par le Comité sur cette unité et prend bonne note de ses suggestions. Elle suivra avec attention l'évolution des différentes équipes, en particulier lorsque l'unité aura emménagé dans son nouveau bâtiment.

Vous trouverez en annexe les éléments de réponse de Monsieur Bernard BOURGUIGNON, directeur de l'unité de recherche.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma sincère considération.

  
UNIVERSITÉ  
PARIS  
SUD  
PRÉSIDENCE  
Jacques BITTOUN  
91405 Orsay cedex  
Président