



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

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :  
Laboratoire Interactions, Dynamique, Laser  
LIDYL

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies  
Alternatives - CEA

Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS



Novembre 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. Alain DUBOIS, 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 :	Laboratoire Interactions, Dynamique, Laser
Acronyme de l'unité :	LIDYL
Label demandé :	UMR
N° actuel :	Service des Photons, Atomes et Molécules (SPAM) Laboratoire Francis Perrin (LFP) URA 2453 M <sup>me</sup> Cécile REYNAUD (SPAM, jusqu'au 31/05/2013) M. Philippe MARTIN (SPAM, depuis le 01/06/2013) M <sup>me</sup> Dimitra MARKOVITSI (LFP)
Nom du directeur (2013-2014) :	M. Philippe MARTIN (SPAM, depuis le 01/06/2013) M <sup>me</sup> Dimitra MARKOVITSI (LFP)
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M. Philippe MARTIN (LIDYL)

## Membres du comité d'experts

Président :	M. Alain DUBOIS, Université Pierre et Marie Curie - Paris 6
Experts :	M. Marcello BRIGANTE, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand 2 (représentant du CoNRS) M <sup>me</sup> Corinne CHANEAC, Université Pierre et Marie Curie - Paris 6 M. Fabien DORCHIES, Université Bordeaux 1 M. François GUILLAUME, Université Bordeaux 1 M. Franck LEPINE, Université Claude Bernard Lyon 1 (représentant du CoNRS) M. Fernando MARTIN, Universidad Autonoma de Madrid, Espagne M. Maurizio PERSICO, Università di Pisa, Italie M. Marc SENTIS, Université d'Aix-Marseille



## Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M<sup>me</sup> Sylvie MAGNIER

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

M. Michel ALBA (CEA DSM)

M. Patrick BERTHET (représentant de l'ED Chimie de Paris-Sud n° 470)

M. Eric CHARRON (représentant de l'ED Onde et Matière n° 288)

M. Jean-Paul DURAUD (CEA DSM)

M. Didier NORMAND (CEA DSM/IRAMIS)

M<sup>me</sup> Pascale ROUBIN (CNRS INP)

M. Claude SAINT-CATHERINE (CEA DSPG)



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le Service des Photons, Atomes et Molécules (SPAM), créé en 1991, est un service de l'Institut Rayonnement et Matière de Saclay (IRAMIS) de la Direction des Sciences de la Matière (DSM) du CEA. Le Laboratoire Francis Perrin (LFP) est une composante du SPAM et une Unité de Recherche Associée (URA 2453) affiliée au CEA et au CNRS depuis 2002.<sup>2</sup> Le SPAM et le LFP sont localisés dans le bâtiment 522 (et partiellement en 462) sur le Centre CEA de Saclay.

Le SPAM regroupe des personnels CEA (80%) et CNRS (20%), chercheurs, physiciens ou physico-chimistes, et, pour environ 40% de l'effectif total des permanents, des ingénieurs et personnels techniques et administratifs. L'activité principale des huit équipes (SLIC, ATTO, PHI, MHDE, BME, SBM, DyR et EDNA)<sup>3</sup> qui constituent le SPAM est axée sur l'étude des interactions entre le rayonnement et la matière, sondée dans sa structure, ses propriétés, sa réactivité et sa dynamique dans une large échelle de temps allant jusqu'aux attosecondes. Le LFP est une structure relativement indépendante administrativement du SPAM et regroupe quatre de ses équipes à dominante physico-chimiste (BME, SBM, DyR et EDNA), pour environ 50% du personnel total du SPAM et la totalité des agents CNRS.

Dans le contexte du plan de réorganisation de l'IRAMIS, le projet proposé par le SPAM et le LFP pour le prochain contrat (2015-2020) concerne la création d'une nouvelle unité de recherche, le Laboratoire Interactions, DYnamique, Laser (LIDYL), composée des 7 équipes<sup>4</sup> SLIC, ATTO, PHI, MHDE, BME, SBM et DyR, auxquelles s'ajoute l'équipe PCR (Physico-Chimie sous Rayonnement) actuellement intégrée sous le nom LRAD (Laboratoire de Radiolyse) au Service Interdisciplinaire sur les Systèmes Moléculaires et les Matériaux (SIS2M, UMR 3299 CEA-CNRS). Pour cette nouvelle unité, il est demandé un rattachement au CEA, au CNRS (INP en rattachement principal et INC en secondaire) et à l'Université Paris-Sud. Dans la suite de ce rapport, l'évaluation des activités 2008-2013 portera sur le SPAM (SLIC, ATTO, PHI, MHDE) et le LFP (BME, SBM, DyR, EDNA), la partie perspective 2015-2020 se référant uniquement au LIDYL.

### Équipe de direction

SPAM : M. Philippe MARTIN depuis le 01/06/2013. M<sup>me</sup> Cécile RAYNAUD précédemment.

LFP : M<sup>me</sup> Dimitra MARKOVITSI (directeur) et M. Jean-Michel MESTDAGH (directeur-adjoint)

### Nomenclature AERES

ST2 - ST4

---

<sup>1</sup> Le LFP a été créé en 2001 comme Formation de Recherche en Evolution (FRE) avant de devenir URA en 2002.

<sup>2</sup> SLIC (Saclay Laser-matter Interaction Center), ATTO (ATTOphysique), PHI (Physique à Haute Intensité), MHDE (Matière à Haute Densité d'Énergie), BME (BioMolécules Excitées), SBM (Structures BioMoléculaires), DyR (Dynamique Réactionnelle) et EDNA (EDifices NANométriques).

<sup>3</sup> L'équipe EDNA du LFP va rejoindre le nouveau pôle Nanosciences/Nanotechnologies (NIMBE) de l'IRAMIS.<sup>4</sup>



## Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
	SPAM / LFP	LIDYL
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1	1
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	23 / 23	38
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	17 / 15	25
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	8 / 10	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>50 / 48</b>	<b>65</b>

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au01/01/2015 <sub>2</sub>
	SPAM / LFP	LIDYL
Doctorants	15 / 18	
Thèses soutenues	18 / 15	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	22 / 52	
Nombre d'HDR soutenues	2 / 4	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	14 / 17	30



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

Le SPAM est un laboratoire majeur dans la communauté internationale par ses contributions dans le domaine des lasers ultra-brefs, intenses et ultra-intenses, des attosciences (phase diluée ou condensée) et de l'optique relativiste. La qualité de ses personnels et de ses réalisations scientifiques et instrumentales, se traduit par une production excellente, en quantité et particulièrement en qualité, avec un taux impressionnant de publications dans des revues à très fort impact, et une forte présence dans les conférences internationales majeures du domaine. Son rôle de plate-forme laser d'accueil et les avancées techniques réalisées dans ce contexte en font un acteur essentiel dans la communauté scientifique nationale et européenne.

Le LFP est un jeune laboratoire qui s'est imposé par l'originalité de ses thématiques, dans les domaines de la physico-chimie appliquée aux biomolécules, de la femtochimie, en phase gazeuse et condensée, et des nanosciences/nanotechnologies. La production scientifique est excellente, en quantité et qualité ; les taux importants d'invitations dans des conférences majeures et de réussite dans les appels d'offre nationaux démontrent la visibilité et la qualité de ses équipes. Le développement de montages instrumentaux originaux et son implication (femtochimie et fluorescence) dans la plate-forme laser d'accueil national et européen SLIC démontrent également son dynamisme et la cohérence de la structure de recherche formée avec le SPAM.

Le comité d'experts juge très positivement le projet de fusion du SPAM et du LFP en un laboratoire unique, le LIDYL, avec le recentrage sur les activités laser. Il souligne la cohérence de cette stratégie qui s'appuie sur (i) l'excellence des expertises complémentaires en chimie physique, physique et instrumentation des équipes impliquées, (ii) deux équipements d'excellence ATTOLAB et CILEX et (iii) un couplage renforcé avec les différents partenaires, notamment universitaires, du Campus Paris-Saclay, pour devenir, à terme, un pôle laser de niveau mondial.

### Points forts et possibilités liées au contexte

- Originalité des activités attophysique, physique à très haute intensité et chimie physique ; reconnaissance et très grande visibilité internationales de la plupart des thématiques ; production scientifique de très haute qualité ;
- Forte participation dans les réseaux de recherche locaux, nationaux et internationaux, avec d'excellents taux de réussite dans les appels d'offre ;
- Implication active, avec coordination de projets, dans les EquipEx ATTOLAB, CILEX et le LabEx PALM sur Paris-Saclay et en Europe dans Laserlab-Europe et ELI ;
- Rattachement formel aux partenaires du Campus Paris-Saclay, notamment à l'Université Paris-Sud.

### Points faibles et risques liés au contexte

- Fragilisation de certaines thématiques à court ou moyen termes : équipes en taille sous-critique, départs en retraite et prise de responsabilités ;
- Déménagement progressif des installations expérimentales et des équipes à l'Orme des Merisiers, avec délocalisation sur 3 sites dans la période intermédiaire ;
- Besoins en moyens financiers et humains pour assurer la création de l'infrastructure laser et pérenniser le LIDYL à moyen et long termes, spécialement dans sa mission de plate-forme d'opération de chaînes laser, de R&D et d'accueil d'utilisateurs extérieurs.



## Recommandations

- Réussir la fusion SPAM-LFP en veillant à l'équilibre des deux sensibilités - Physique et Chimie Physique - des équipes du LIDYL, également vis-à-vis des tutelles ; soutenir les projets inter-équipes pour pérenniser des thématiques porteuses mais à faible effectif et accentuer les demandes communes de moyens aux agences ;
- Veiller à l'ouverture renforcée aux équipes extérieures des chaînes laser et montages de fin de ligne ; renforcer les partenariats et collaborations, tout en conservant une originalité et un programme scientifique propres à l'unité ;
- Pallier aux besoins liés à la création et aux projets du LIDYL en ressources humaines (entre autres, personnels techniques et administratifs propres) et financières pour ne pas dépendre majoritairement (et dangereusement quant à la visibilité de l'unité dans le contexte très compétitif des infrastructures laser internationales) des réussites aux appels d'offre des agences locales, nationales et européennes. A court terme, recrutement dans l'équipe PHI pour soutenir son activité, après la prise de responsabilité de son leader à la tête du LIDYL.



### 3 • Appréciations détaillées

Depuis sa création, le SPAM joue un rôle majeur dans la communauté scientifique internationale par ses contributions dans le domaine des lasers ultra-brefs et des lasers intenses/ultra-intenses. Les recherches que développent ses équipes concernent la compréhension de l'interaction laser-matière dans les conditions les plus extrêmes (intensité, durée), son contrôle et son utilisation pour l'étude de la matière en phase gazeuse et solide : optique non linéaire, physique des champs ultra-intenses et optique relativiste, phénomènes ultra-rapides en physique atomique et moléculaire et physique du solide. Une contribution plus modeste en termes de ressources humaines concerne la physique des plasmas denses et chauds. Ces recherches, à vocation académique, sont principalement expérimentales et s'appuient sur une forte composante instrumentale ayant abouti à des transferts technologiques originaux, avec dépôt de brevets et développement de partenariats étroits avec trois PME françaises, leaders dans les domaines des lasers avancés et de l'optique. Dans ce contexte, l'équipe SLIC joue dans l'unité un rôle central en R&D. Cette activité est menée en parallèle de sa mission de soutien aux activités expérimentales des équipes du SPAM, qui implique la gestion du fonctionnement, de la maintenance, et du développement des trois chaînes lasers en opération (LUCA, PLFA et UHI) ainsi que l'organisation des ateliers communs (bureau d'étude, mécanique et électronique, web). Le SPAM, au travers de l'équipe SLIC, est une infrastructure laser d'accueil pour des utilisateurs extérieurs provenant de laboratoires français (appel d'offre commun au Laboratoire d'Optique Appliqué -LOA- et au Centre Lasers Intenses et Applications -CELIA-) et européens, dans le cadre du consortium européen Laserlab-Europe. Cette activité a permis la réalisation d'une quarantaine de projets impliquant l'accueil d'environ quatre-vingts chercheurs.

Le SPAM compte 24 chercheurs CEA et 16,5 ITA CEA, en augmentation notable (+5) par rapport au précédent rapport d'activité, avec le renforcement des équipes SLIC (3 chercheurs et 1 ITA) et ATTO (1 chercheur). Sur la période de référence (2008-2013), le budget - hors salaires et frais d'infrastructure - du SPAM a été d'environ 12.5M€, dont 90% sur contrats.

Le LFP est une unité de recherche récente dont les activités principales concernent, comme pour le SPAM, l'interaction rayonnement-matière, avec l'originalité d'une approche physico-chimique (photophysique/photochimie/femtochimie) tournée vers la compréhension de la structure, de la réactivité et de la dynamique de systèmes moléculaires et de clusters. Dans ce contexte, l'accent est particulièrement mis sur l'étude de biomolécules complexes (ADN et protéines), en phase gazeuse ou condensée (liquide), et la mise en évidence de mécanismes et processus élémentaires qui induisent des phénomènes biologiques naturels. Le second axe thématique développé au sein du LFP concerne des activités de recherche tournées vers les nanomatériaux et les nanotechnologies. Excentrée du cœur de métier du LFP (et du SPAM) quant aux objets étudiés et techniques utilisées, cette activité s'appuie sur une approche de type bottom-up pour l'élaboration de matériaux avancés reposant sur une expertise en chimie et chimie physique (procédés de synthèse innovants, fonctionnalisation et contrôle des interfaces, caractérisation) jusqu'aux aspects applicatifs, pour le transfert technologique et le développement à objectif commercial (brevets et création de start-up). Le LFP fait appel aux services du SLIC, mais dans une moindre mesure que les équipes du SPAM pour les plates-formes laser.

Le LFP compte 24 chercheurs (12 CEA, 12 CNRS) et 15,5 ITA (11,5 CEA, 4 CNRS), en augmentation notable (+8-1=+7) par rapport au précédent rapport d'activité, avec le renforcement des équipes MBE (3 CR, dont 1 en mobilité) et EDNA (1 chercheur CEA et 4 ITA, dont 2 en mobilité) et l'affaiblissement de l'équipe SBM (1 chercheur CEA). Sur la période de référence (2008-2013), le budget - hors salaires et frais d'infrastructure - du LFP a été d'environ 12M€, dont 95% sur contrats, le budget sur contrats de l'équipe EDNA représentant environ 80% du budget total du LFP.

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

Le SPAM est un laboratoire mondialement reconnu pour la qualité et l'originalité de ses activités scientifiques et instrumentales concernant l'étude de la matière, en phases gazeuse, solide et sous forme plasma à l'aide de rayonnements lasers ultra-courts, intenses ou ultra-intenses. En parallèle de recherches très fondamentales dans les domaines de la physique atomique et moléculaire, de la physique du solide, des plasmas et de l'optique relativiste, une activité à fort potentiel applicatif est menée au sein du SPAM : elle touche évidemment le développement et l'optimisation (performances en durée, intensité, stabilité et reproductibilité) de sources laser pulsées et des outils pour leur diagnostic mais aussi la production de faisceaux d'ions et d'électrons.



Parmi les réalisations les plus significatives du SPAM, on peut mentionner (i) l'imagerie d'orbitales moléculaires par spectroscopie HHG (High Harmonic Generation), alliant des résolutions spatiales et temporelles extrêmes ( $\approx \text{\AA}$ , 100 attosecondes respectivement), (ii) la production d'impulsions attosecondes isolés (attosecond lighthouse) ouvrant la voie à des expériences de type pompe-sonde dans ce domaine de durée ou encore (iii) le développement d'un dispositif électro-optique original (breveté) pour le contrôle et la stabilisation de la CEP (enveloppe porteuse de phase) pour les systèmes laser d'énergie supérieure au mJ et à haute répétition ( $> \text{kHz}$ ).

La production scientifique du SPAM est excellente, tant quantitativement que qualitativement, avec une stratégie éditoriale ambitieuse pour viser préférentiellement des revues prestigieuses : environ 160 publications (hors proceedings) dans des revues scientifiques internationales de rang A, dont 26 (soit environ 15%) articles dans des journaux de facteur d'impact supérieur à 7 (10 du groupe Nature - Physics, Photonics et Communications - et 16 Physical Review Letters). A côté de cette déclinaison éditoriale de l'activité du SPAM, la mission d'accueil sur les trois chaînes laser LUCA, PLFA et UHI doit être prise en compte, avec environ 60 utilisateurs par an, et la réalisation d'une quarantaine de projets pour environ quatre-vingt chercheurs extérieurs au SPAM (français et européens). Cette activité scientifique et technique de très haute qualité est démontrée par la reconnaissance internationale des membres du SPAM reflétée par les très nombreuses invitations dans les conférences majeures du domaine et leurs très nombreux succès aux appels d'offres locaux, nationaux et internationaux (environ 50 contrats dont 15 européens) : RTRA « Triangle de la Physique », SESAME et DIM Ile-de-France, OSEO, ANR, Euratom et FP6/7, avec 1 ERC Starting Grant et 1 ERC Proof of Concept. Finalement, le SPAM est membre actif dans des projets liés aux programmes Investissements d'Avenir : LabEx PALM, EquipEx CILEX (partenaire et directeur scientifique) et EquipEx ATTOLAB (porteur). Au delà de la qualité scientifique, cette implication montre également les forces des équipes du SPAM pour le développement d'infrastructures laser importantes et uniques en France et qui renforceront assurément dans le futur la visibilité internationale du SPAM mais aussi celle de la communauté scientifique française.

Les équipes du LFP développent une activité scientifique dont la haute qualité leur procure une visibilité nationale et internationale dans les domaines des nanosciences/nanotechnologies et de la chimie physique (physical chemistry et chemical physics) appliquée aux systèmes moléculaires complexes, en phase gazeuse ou condensée. Cette activité scientifique est menée en parallèle d'une activité d'instrumentation soutenue pour le développement de montages expérimentaux uniques centrés sur l'utilisation de sources excitatrices laser (continues ou pulsées jusqu'au régime femtoseconde), et qui assure l'originalité et la diversité des thématiques du LFP. Parmi les faits marquants de ces dernières années, on peut mentionner (i) la démonstration expérimentale d'effets collectifs qui expliquent l'absorption de rayonnement UVA par des doubles hélices d'ADN (les bases isolées y sont transparentes) et du rôle d'états excités de transfert de charge sur l'altération de l'ADN induisant des mutations cancérogènes, (ii) le développement du montage itinérant GOUTTELIUM (pour la réalisation de la spectroscopie d'espèces isolées dans des gouttelettes d'hélium superfluides), unique en France, et qui permettra une approche originale pour l'étude, entre autres, des effets de la solvatation sur les dynamiques réactionnelles ou de la structure conformationnelle de systèmes biomoléculaires. Dans l'axe nanosciences/nanotechnologie du LFP, il est remarquable que l'approche bottom-up utilisée par l'équipe ait abouti à une forte activité de valorisation, avec la prise de brevets et de licences d'exploitation et la création de deux start-ups. Cette équipe est également fortement investie dans l'acceptabilité des nanotechnologies en participant à un nombre conséquent de projets centrés sur l'écotoxicité et la cytotoxicité des nano-objets au niveau national et à travers des programmes européens.

Les nombreux résultats et avancées techniques et scientifiques obtenus au LFP ont été présentés dans de nombreuses conférences internationales et nationales et ont fait l'objet de publications dans des revues prestigieuses ainsi qu'à des communiqués de presse rédigés sous l'égide des tutelles (CNRS, CEA). Dans la période de référence, les équipes du LFP ont publié environ 200 articles et lettres dont 21 dans des revues de facteur d'impact supérieur à 7 (10 JACS, 1 Chem. Soc. Rev., 1 Nano. Lett., 1 ACS Nano, 1 Angew. Chem. Int. Ed., 1 Adv. Energy Mater., ...). Remarquons que le facteur d'impact moyen des publications est de 4.2, en nette progression par rapport au contrat précédent. Le fait que les ressources du LFP proviennent à 95% de contrats (vide supra) démontre à la fois le dynamisme des équipes du LFP et la qualité des projets déposés : ANR (23 dont 1/3 comme coordinateur), FP6/7, RTRA « Triangle de la Physique », CEA/DEN, ... On peut néanmoins remarquer la répartition très inhomogène sur les équipes, l'équipe EDNA contribuant à environ 80% (14 ANR par exemple) à ces ressources contractuelles, évidemment dans la mesure où l'axe nanotechnologies/ transfert vers l'industrie est très porteur auprès des agences de moyens. Le LFP est également impliqué dans des projets liés aux Investissements d'Avenir : LABEX PALM et NanoSaclay et aux EquipEx ATTOLAB et TEMPOS.



## Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le rayonnement et l'attractivité académiques sont directement liés à la qualité et à la production scientifique : c'est un point fort du SPAM, comme l'attestent également les très nombreuses collaborations développées avec des équipes de très grande renommée internationale. Les équipes du SPAM sont impliquées dans de nombreuses structures ou réseaux, au niveau local et national : RTRA « Triangle de la Physique », LabEx PALM, EquipEx ATTOLAB et CILEX, Fédération Laser et Plasmas et GDR « APPLIX », dans lesquels des membres du SPAM ont joué un rôle moteur dans leur création et sont actifs, par exemple en tant que directeur scientifique, coordinateur général ou affecté à un axe particulier, membres de comités de direction, conseils scientifiques, etc. Au niveau européen et international, la visibilité du SPAM est aussi excellente, avec son implication dans 3 réseaux Marie Curie ITN (XTRA, ATTOFEL) et IRSES (X-MOTION), du réseau européen « Integrated Initiative » Laserlab-Europe (regroupant 30 laboratoires de 16 pays) et de l'action COST MP1203 « Advanced X-ray spatial and temporal metrology ». La visibilité du SPAM dans la communauté laser internationale est aussi démontrée par sa participation au projet européen « Extreme Light Infrastructure » (ELI), l'un des membres du SPAM étant depuis 2012 représentant français du consortium.

Comme déjà mentionné plus haut, le SPAM, au travers du SLIC, est une infrastructure laser d'accueil par l'intermédiaire d'appels d'offre nationaux (avec le CELIA et le LOA) et européens (Laserlab-Europe) qui en fait un partenaire privilégié d'équipes de recherche disséminées en Europe et tend à renforcer l'attractivité et la visibilité de ses équipes.

Par ailleurs, le nombre de contributions orales à des conférences internationales et nationales est tout à fait remarquable, avec plus de 170 présentations dont 74/48 invitations au niveau international/national. 17 conférences et workshops nationaux et internationaux ont été (co-)organisés par le SPAM à différents niveaux de responsabilité, notamment en tant que co-chairs de deux conférences internationales de grande renommée dans les domaines concernés.

Enfin, un financement ERC Starting grant et un ERC Proof of Concept, ainsi que trois prix (La Recherche, Aimé Cotton de la Société Française de Physique (SFP) et Fellow de l'Optical Society of America), ont été obtenus par des membres du SPAM.

L'attractivité et la visibilité d'un laboratoire de taille moyenne tel que le LFP peuvent se mesurer par la participation de ses membres à des conférences et workshops internationaux et nationaux : on relève environ 280 contributions à ce type de manifestations, avec 74/16 invitations au niveau international/national, ce qui représente une excellente visibilité dans ce contexte. En parallèle de ce paramètre et de la production scientifique, 76 ( $\approx 1/3$ ) publications émanant du LFP sont co-signées par membres de laboratoires étrangers. Les équipes du LFP ont également participé à l'organisation d'une quinzaine de conférences et workshops internationaux et nationaux.

L'attractivité des équipes du LFP est démontrée par leurs participations à de nombreux réseaux internationaux et nationaux, notamment Laserlab-Europe (via le SLIC du SPAM et les montages de fluorescence et de femtochimie) et 2 réseaux européens COST dans des thématiques très diverses : COST EuNetAir et G4-Net. Le LFP participe également au Centre de compétences NanoSciences (C'Nano) Ile-de-France, aux réseaux FEMTO (CNRS) et MELUSYN (Biologie des Radiations), à 9 GDR (dont 6 en nanoscience) et au GDRi PHENICS (« PHoto-switchable orgaNIC molecular systems & deviceS »). L'implication du LFP dans l'Association Européenne de Photochimie, en ayant assumé la présidence en 2007-2009, est également à souligner quant à l'intégration et la visibilité des chercheurs du LFP dans la communauté internationale de photochimie et photophysique. Le LFP a par ailleurs accueilli pour des visites de plus d'une semaine 27 collègues étrangers dans la période de référence.

Au niveau local, la visibilité des équipes du LFP est excellente avec leur participation active - notamment dans les comités d'axes scientifiques - à la Fédération de Chimie Physique de Paris Saclay (directeur-adjoint), aux LabEx PALM et NanoSaclay, au RTRA « Triangle de la Physique » (présidence de la commission de la vie scientifique). Elles sont également partenaires des EquipEx ATTOLAB et TEMPOS.

Les activités de chercheurs du LFP ont été récompensées par 5 prix dans l'axe nanosciences, notamment dans le contexte de l'innovation, la valorisation et la création d'entreprise. Deux membres du LFP se sont vus remettre le grade de Chevalier dans l'ordre national de la Légion d'Honneur.



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

Comme déjà mentionné plus haut, le SPAM participe très activement à son environnement scientifique immédiat, avec une implication active, organisationnelle et logistique, dans le LabEx PALM, les EquipEx ATTOLAB et CILEX, le RTRA « Triangle de la Physique » et la Fédération Laser Plasmas. Cette implication effective depuis plusieurs années a d'ailleurs été essentielle pour la construction du projet scientifique et politique pour les cinq prochaines années.

Le SPAM est une unité de recherche à caractère principalement fondamental, mais s'est toujours attaché à avoir une démarche volontaire pour la valorisation de ses travaux et de ses innovations exploitables dans le milieu industriel. Les activités de R&D du SLIC, mais également des équipes ATTO et PHI, ont permis une interaction très étroite avec trois PME françaises Fastlite, Cristal Laser et Amplitude-Technologies, cette dernière ayant participé à la création en 2009 du laboratoire commun IMPULSE dans les locaux du SPAM. Cette activité a fait l'objet de six contrats industriels et du dépôt de quatre brevets. En 2012, il a été également obtenu un financement ERC « Proof of Concept » en partenariat avec la société Fastlite pour la construction d'un dispositif de diagnostic des couplages spatio-temporels de faisceaux laser ultra-brefs et ultra-intenses. Mentionnons également les projets de développement (i) d'équipement compact de protonthérapie par laser ultra-intense (projet OSEO avec Amplitude Technologies) et (ii) d'un système d'imagerie 2D/3D nanométrique sans lentille par diffraction (projet ANR PNano avec Imagine Optics).

Soulignons finalement que les équipes du SPAM sont aussi très impliquées dans des opérations de diffusion et de vulgarisation scientifiques, telles que la Fête de la Science, des conférences et des articles grand public, des communiqués de presse...

Les interactions avec le monde économique sont très nombreuses et de qualité, bien que touchant les équipes du LFP de façon très différenciée : c'est évidemment la thématique nanosciences/nanotechnologies qui draine la quasi totalité des relations avec le monde industriel. En concentrant son activité sur une approche bottom-up incluant la valorisation de ses travaux, le dynamisme de cet axe - soutenu par la politique proactive du CEA dans cette démarche - a permis de développer une activité exceptionnelle dans ce contexte. 17 brevets ont été déposés, dont 8 ont donné lieu à des licences d'exploitation. Deux start-ups ont été créées : ETHERA (2010) pour la production et la commercialisation de kits de diagnostic pour la qualité de l'air pour des espèces chimiques ciblées et NAWATechnologies (2013) pour la production de super-capacités à base de nanotubes de carbone alignés verticalement (les revenus de contrats liés à ces start-ups est d'environ 5M€). Une quinzaine de contrats avec des partenaires industriels a été obtenue dans la période de référence, avec des financements OSEO, ANR, DGA et CEA/DEN... Mentionnons aussi l'effort de valorisation de logiciels d'analyse de données, avec deux prises de brevet et 15 accords de licence d'exploitation avec des équipes universitaires, en grande majorité étrangères.

L'implication des équipes du LFP dans des actions de diffusion et vulgarisation scientifiques est excellente : Fête de la Science, conférences grand public, émissions de télévision, ... auxquels s'ajoute une action TIC originale soutenue par le programme « Lifelong Learning Programme » de la Communauté Européenne pour le développement d'outils de transmission non académique des savoirs scientifiques (e-KNOWLEDGE) et dont le LFP est l'un des cinq partenaires.

Le LFP est également engagé activement dans son environnement scientifique local : Fédération de Chimie Physique de Paris Saclay, LabEx PALM et NanoSaclay, RTRA « Triangle de la Physique » et EquipEx ATTOLAB et TEMPOS (vide supra).

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

Il est délicat de séparer la vie scientifique et l'organisation du LFP et celles du SPAM car elles sont relativement imbriquées, le LFP étant une structure indépendante (URA sous convention CEA-CNRS) et en même temps une composante hébergée au sein du SPAM. Cette interpénétration des structures est quelque peu surprenante vue de l'extérieur puisqu'ayant abouti dans un passé récent au fait qu'un responsable d'équipe du LFP soit en même temps directeur du SPAM et donc supérieur hiérarchique du directeur du LFP. Cette imbrication ne semble néanmoins pas avoir posé de problèmes insurmontables quant à la gestion des deux structures. L'appartenance à l'une ou l'autre des tutelles n'est d'ailleurs pas apparue lors de la visite comme un frein à l'activité des équipes : la réponse des services techniques communs (gérés au sein du SPAM) est équivalente pour les équipes du SPAM et du LFP et l'équipe de secrétariat/gestion (avec un personnel CEA commun) présente une polyvalence quant à l'utilisation des outils propres au CEA ou au CNRS. L'appartenance des chercheurs à la communauté des chimistes (LFP) et des physiciens (SPAM) est peut-être un peu plus marquée.



La vie du LFP s'organise autour d'une équipe de direction (directeur, directeur-adjoint), d'un conseil d'unité qui se réunit trois fois/an et d'une réunion mensuelle des responsables d'équipes ; le règlement intérieur de l'unité a été mis à jour en 2011. Des recrutements importants (incluant des mobilités internes) ont été réalisés dans les équipes BME (+3) et EDNA (+5) pendant la période de référence, dans la logique des recommandations faites au cours de la campagne d'évaluation de 2009. Notons néanmoins que l'équipe SBM n'a pas bénéficié du renforcement recommandé et a subi une mobilité sortante fin 2009.

Le SPAM s'organise autour d'un chef de service, d'un conseil d'unité (incluant des personnels LFP) qui se réunit trois par an et de réunions bimensuelles des responsables des huit équipes du SPAM-LFP, avec comptes rendus diffusés à tous. L'effectif du SPAM a crû (+5) pendant la période de référence, avec le renforcement de l'équipe SLIC (+4) et, dans une moindre mesure, de l'équipe ATTO (+1).

Pour les deux unités, les fonctions liées à l'hygiène et sécurité, la formation, la sécurité informatique et la communication (notamment le site web) sont bien définies et gérées en commun pour plus d'efficacité, sauf sur des points spécifiques. Hors réunions internes aux équipes, l'animation scientifique du LFP et du SPAM paraît être très active et également organisée en commun, avec chaque année : une journée scientifique ouverte à tous, ainsi qu'aux collaborateurs externes, une journée des doctorants et un nombre important (>100) de séminaires. Au delà de cette vie scientifique, on notera malgré tout un faible taux de publications communes malgré les points de rapprochement entre thématiques, où seul le SLIC joue un rôle fédérateur, notamment avec ATTO, et, dans une moindre mesure, avec PHI et DyR.

Lors de la visite du comité, les personnels du SPAM et du LFP ont montré explicitement leur adhésion à la stratégie et au projet scientifique annoncés pour le LIDYL, cette adhésion apparaissait également dans les présentations des équipes, et dans l'unité de format des documents présentés au comité. Ils s'inquiètent, à juste titre, du projet de mutualisation des services communs (ateliers et administratifs), qui fragiliserait la nouvelle structure dans le contexte complexe de fusion des unités, de déménagement sur le site de l'Orme des Merisiers et de délocalisation temporaire des équipes et services sur trois sites.

Finalement, au terme de l'existence du SPAM et du LFP, il est important de noter que leurs personnels et leurs directeurs successifs ont réalisé un excellent travail qui leur a permis de les faire vivre, de croître et de leur assurer la position qu'ils possèdent maintenant dans la communauté scientifique française et internationale.

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

Le SPAM et le LFP ne sont pas couplés formellement avec un établissement de l'enseignement supérieur et ne comptent qu'un enseignant-chercheur. De plus, en raison de leur localisation excentrée et sans l'obligation statutaire d'enseigner pour leurs personnels, l'implication dans la formation universitaire des SPAM et LFP est relativement modeste mais certainement pas inexistante. Dans ce contexte, on peut noter les efforts réalisés pour augmenter leur contribution à l'enseignement, notamment à l'Université Paris-Sud, à l'École Polytechnique et à l'Institut d'Optique. On note même une bonne visibilité du SPAM et du LFP dans les conseils des Ecoles Doctorales dont ils dépendent : ED n°288 « Ondes et Matière » pour le SPAM et l'ED n°470 « Chimie de Paris-Sud » pour le LFP. Par ailleurs, la participation des équipes de deux unités dans des actions d'enseignement spécialisé (écoles, formation) et dans des jurys de thèse et HDR est excellente.

Le SPAM a attiré 33 doctorants (pour 14 HDR) au cours de la période de référence, avec des financements ED mais surtout par l'intermédiaire de contrats spécifiques. L'encadrement paraît être de qualité : la durée des thèses n'excède pas 39 mois en moyenne, comme pour l'ensemble de l'ED n°288, les demandes de formations des doctorants sont soutenues et des journées pour les doctorants de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> années ainsi que des séminaires pour les doctorants de 3<sup>ème</sup> année sont systématiquement organisés au niveau SPAM-LFP. Le SPAM a également accueilli 22 post-doctorants et une trentaine de stagiaires (notamment en M2). Un effort supérieur pourrait être fait pour favoriser l'accueil d'apprentis, tout particulièrement au sein du SLIC. Finalement, au cours de la rencontre avec les doctorants, il est apparu une satisfaction globale des étudiants d'être impliqués dans des projets de recherche des équipes du SPAM.



Le LFP a attiré 33 doctorants (pour 17 HDR) au cours de la période référence, avec une forte disparité entre thématique, l'équipe EDNA, en raison des nombreux contrats qu'elle gère, accueillant 24 d'entre eux. On notera la difficulté de trouver des candidats de qualité dans les thématiques Chimie Physique du LFP ; cet état de fait est certainement en partie lié à l'inadéquation des formations dispensées dans les licences et masters de chimie vis-à-vis des thématiques de la Chimie Physique, au-delà même des spécificités scientifiques du LFP. Comme pour le SPAM, l'encadrement paraît être de qualité : la durée des thèses n'excède pas 39 mois en moyenne, comme pour l'ensemble de l'ED n°470, les demandes de formation des doctorants sont soutenues et des journées pour les doctorants de 1ère et 2ème années ainsi que des séminaires pour les doctorants de 3ème année sont systématiquement organisés au niveau SPAM-LFP. Le LFP a également accueilli 52 post-doctorants (dont 43 dans l'équipe EDNA) et une cinquantaine de stagiaires. Finalement, au cours de la rencontre avec les doctorants, il est apparu une satisfaction globale des étudiants d'être impliqués dans des projets de recherche des équipes du LFP.

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

La stratégie et le projet à cinq ans du SPAM et du LFP s'inscrivent dans les priorités données au pôle Lasers par l'IRAMIS, dans la logique du Plan Moyen Long Terme de réorganisation de la DSM du CEA. Le projet concerne la fusion des deux unités en un laboratoire unique, le Laboratoire Interactions, DYnamique, Laser (LIDYL), accompagnée d'une modification significative du périmètre : arrivée de l'équipe Physico-Chimie sous Rayonnement (PCR) actuellement rattachée au Service Interdisciplinaire sur les Systèmes Moléculaires et les Matériaux (SIS2M, UMR 3299 CEA-CNRS) et départ de l'équipe EDNA<sup>4</sup> vers le nouveau service NIMBE créé dans le cadre de l'opération NanoInnov. Il est demandé pour le LIDYL un rattachement au CEA, au CNRS<sup>5</sup> mais aussi à l'Université Paris-Sud. Cette triple tutelle paraît être un choix stratégique excellent pour le futur, d'un point de vue politique en formalisant le lien avec l'un des partenaires incontournables du projet Paris-Saclay, mais aussi scientifique et pédagogique en renforçant la visibilité de l'unité dans le paysage universitaire du sud parisien et en élargissant la base de recrutement de personnels, permanents ou non. La faiblesse des deux unités actuelles concernant l'implication dans l'enseignement et dans l'accueil de stagiaires universitaires (doctorants, M2, ...) devrait s'estomper à terme. Dans ce contexte, Il apparaît légitime le souhait d'intégrer la Fédération Lumière Matière de l'Université Paris-Sud (LUMAT, FR2764) et ses plates-formes, spécialement le centre laser CLUPS et LASERIX, tout en conservant l'appartenance à la Fédération Lasers et Plasmas (FR2707) et, assurément, à la Fédération de Chimie Physique de Paris-Saclay (FR3510). Le rattachement demandé aux deux écoles doctorales ED n°288 et ED n°470 est nécessaire pour la visibilité et le recrutement de doctorants des deux communautés - Physique et Chimie - coexistant dans le LIDYL.

Le projet de la nouvelle unité s'inscrit évidemment dans la logique des activités de ses équipes « lasers - femtoseconde/attoseconde - ultra haute intensité - structure - dynamique », déclinées pour des systèmes moléculaires simples ou complexes et les plasmas, avec un fort couplage expérience-théorie (à soutenir dans l'avenir). Le comité d'experts est impressionné par les projets scientifiques que les équipes vont porter dans le futur, cf. les rapports par équipe ci-dessous. Les perspectives scientifiques sont bien équilibrées, à la fois novatrices, avec une prise de risque raisonnée, en se situant dans une nécessaire continuité thématique. Elles s'inscrivent dans le contexte instrumental et expérimental des deux EquipEx ATTOLAB et CILEX, dans lesquels le LIDYL est respectivement porteur et partenaire actif. Ces deux projets représentent le challenge n°1 du LIDYL pour les prochaines années, avec un investissement logistique très important, un arrêt des chaînes laser existantes et un morcellement géographique, avec une relocalisation progressive des équipes sur le site de l'Orme des Merisiers. Ils sont surtout la chance du LIDYL pour constituer, avec ses partenaires du Campus Paris-Saclay, un pôle laser de niveau mondial.

La stratégie du LIDYL et de sa direction s'appuie sur un système de collaborations accrues entre équipes qui permettra des demandes de moyens groupées pertinentes et la prise en compte du devenir des équipes de taille sous-critique dans l'avenir. Le comité d'experts soutient cette politique volontariste nécessaire dans cette période contrainte du point de vue des ressources humaines et financières. Dans ce contexte, l'arrivée de l'équipe PCR est préparée par son implication dans des projets communs avec les équipes PHI, DyR et BME. Il est important que la phase d'intégration de PCR dans le LIDYL soit accompagnée avec attention (spécialement concernant leur besoin en sources d'excitation) pour que l'expertise et la production scientifique de PCR n'en pâtissent pas à terme.

<sup>4</sup> L'équipe EDNA a fait partie du SPAM dès son origine mais concerne une communauté scientifique relativement disjointe de celles des autres équipes du SPAM.

<sup>5</sup> Les quatre équipes du SPAM ne sont actuellement pas sous la tutelle du CNRS. Le rattachement principal au CNRS du LIDYL concerne l'Institut de Physique et en secondaire l'Institut de Chimie.



L'utilisation des faisceaux pulsés d'électrons ou d'ions créés par interaction laser-plasmas (équipe PHI) est un projet fédérateur et novateur pour l'étude d'espèces transitoires en radiolyse, mais aussi risqué, avec un besoin important de développements instrumentaux.

En conclusion, le projet scientifique et instrumental du LIDYL est excellent ; il souligne aussi le risque de perte de temps/énergie et donc de visibilité, dont pourraient pâtir ses équipes si des moyens humains et financiers (hors ressources contractuelles) n'étaient pas fléchés prioritairement sur cette unité par les tutelles.



## 4 • Analyse équipe par équipe

### Équipe 1 :

Saclay Laser Interaction Center (SLIC)

équipe SPAM/LIDYL

Nom du responsable : M. Pascal D'OLIVEIRA

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	6	6
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	11	10
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>17</b>	<b>16</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	1	
Thèses soutenues	3	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4	
Nombre d'HDR soutenues	2	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité du groupe SLIC concerne principalement l'opération, l'optimisation et l'évolution des sources lasers de la plate-forme SLIC du SPAM (SLIC : Saclay Laser-matter Interaction Center). Cette plateforme met à disposition plusieurs chaînes laser pour des utilisateurs internes au CEA, mais accueille également des chercheurs externes français et étrangers, à travers des appels à projets nationaux (commun au Centre Lasers Intenses et Applications-CELIA, Laboratoire d'Optique Appliquée-LOA, et SPAM) et européens, dans le cadre du programme « Laserlab-Europe ». En plus de cette activité, un programme de recherche en optique ultrarapide est également développé par l'équipe.

En ce qui concerne l'activité d'accueil : la plate-forme comporte trois installations laser femtoseconde LUCA, PLFA et UHI100. Cette dernière est la plus récente et délivre une puissance crête pouvant atteindre 100 TW pour une durée de 25 fs à un taux de répétition de 10 Hz ; elle est actuellement l'installation française délivrant la plus forte puissance instantanée, en attendant la future installation APOLLON. L'activité d'accueil de la plateforme est remarquablement efficace avec 700 jours offerts par an à la communauté scientifique et un taux de 87 % de temps de faisceau délivré (avec 14 projets nationaux et 27 projets internationaux, pour environ 70 publications produites). Cette période 2008-2013 a été marquée par l'amélioration de la fiabilité du système PLFA et la mise en service de UHI100.

L'activité de recherche de l'équipe SLIC est centrée sur le développement des sources de lumière et les moyens de diagnostics associés. Durant la période de référence, on notera les études menées sur le contrôle de la CEP (Carrier-Envelope Phase), la génération de seconde harmonique à haute intensité, l'ISRS (Impulsive Stimulated Raman Scattering), la participation à l'élaboration du projet CILEX, l'injection d'harmoniques d'ordre élevés dans un laser à électrons libres et le développement de nouveaux moyens de diagnostic pour la caractérisation spatio-temporelle d'impulsions ultra-courtes. Ces travaux ont donné lieu à un nombre important de publications (49) dont un nombre conséquent (15) impliquant uniquement des membres de SLIC. Le niveau des revues est excellent (10 publications dans des revues de Facteur d'Impact  $IF > 7$ ), l'équipe est par exemple associée à deux articles parus dans Nature Photonics. Ces développements sont autant de nouveaux outils ouvrant de nouvelles perspectives pour les utilisateurs.

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

SLIC joue un rôle central au niveau européen pour mettre à la disposition de la communauté scientifique nationale et européenne des sources laser ultra-rapides toujours au meilleur niveau. SLIC est très impliqué dans les grands programmes Investissements d'Avenir avec les Equipex ATTOLAB (dans lequel elle joue en rôle crucial quant à l'installation des nouvelles sources laser (FAB1 et FAB10)) et CILEX (dans lequel le groupe est responsable du transport, de la propagation et de la focalisation du faisceau d'APOLLON), mais également le Labex PALM. SLIC a été également très actif dans le RTRA « Triangle de la Physique » notamment pour y trouver des financements et a aussi participé à plusieurs ANR (ATOWAVE, CHROMADYNE). L'équipe SLIC est impliqué au niveau européen dans Laserlab-Europe et a participé au comité d'organisation de la conférence FEL (Free Electron Laser). D'autre part, l'équipe a contribué à plusieurs réseaux européens d'excellence (FLUW IAPP, COST MP1203) et a développé de nombreuses collaborations aux niveaux local, national et international (Politecnico di Milano). Ces collaborations sont plus particulièrement basées sur le savoir-faire de l'équipe, notamment pour le contrôle de la CEP. Les expertises réalisées par les membres de SLIC se situent majoritairement au plan national. SLIC a accueilli 4 post-doctorants pendant la période considérée. Plusieurs interventions invitées en conférence sont mentionnées.

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

SLIC a un partenariat industriel de longue date avec Amplitude Technologies (AT) et Fastlite, tous deux leaders mondiaux dans le domaine de l'optique ultrarapide. Ce partenariat se concrétise par le laboratoire commun de R&D IMPULSE (SPAM-Amplitude). De plus il existe également une collaboration avec Cristal Laser. Il a résulté de ce partenariat, des contrats de recherche, une bourse CIFRE et le dépôt d'un brevet avec AT. Un deuxième brevet a été déposé par SLIC. Des présentations à des conférences internationales et articles sont co-signées avec les partenaires industriels. Par rapport aux compétences et thématiques développées par SLIC, le paysage industriel français est relativement réduit et concurrentiel. Dans ce contexte, on peut considérer que SLIC a un très bon niveau de partenariat.



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

L'équipe est structurée autour des activités de soutien (ateliers) et de l'infrastructure laser, avec des référents nommés pour chaque chaîne laser et un pôle R&D. La vie scientifique n'est pas détaillée au niveau de l'équipe mais au niveau plus général du SPAM ce qui est logique compte tenu de la taille des équipes et de la très forte cohérence thématique du SPAM. Il y a une très forte cohérence entre la vocation première de SLIC de faire fonctionner une infrastructure laser d'accueil et ses activités de R&D autour du développement de sources et de diagnostics. On notera le rôle central du SLIC au sein du SPAM, avec notamment des collaborations importantes avec les groupes ATTO et PHI menant à 31 publications communes (et 2 avec l'équipe DyR du LFP), signe d'une interaction constructive avec ces groupes. Les locaux actuels sont certainement une source de limitation des performances lasers et une difficulté pour le groupe (stabilité thermique et mécanique). De tels systèmes requièrent un environnement isolé et stable, notamment au niveau mécanique et thermique. En ce sens, l'installation dans le nouveau bâtiment de « l'Orme des Merisiers » est certainement positive.

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

Bien que la situation du SPAM soit peu propice à l'implication de ses personnels dans des activités de formation, quatre des cinq chercheurs ont dispensé des cours, soit au niveau master, soit dans le cadre de formation CNRS. Trois étudiants ont soutenu leur thèse, leurs travaux ayant donné lieu à de très bonnes publications. Une thèse est en cours. Deux chercheurs ont soutenu leur HDR dans la période de référence. Le niveau d'implication dans la formation par la recherche est très correct par rapport à l'activité de SLIC. Deux ingénieurs ont été formés par apprentissage.

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

La feuille de route de SLIC à 5 ans est cohérente avec son activité actuelle et avec les nouveaux projets CILEX et ATTOLAB. Plusieurs axes sont proposés. Un premier projet concerne le début de l'activité à « l'Orme des merisiers » notamment à travers l'installation d'APOLLON (CILEX) et des chaînes laser FAB1 et FAB10 d'ATTOLAB, et la réinstallation de l'équipement de SLIC. Par ailleurs, une priorité importante sera également donnée au développement du contrôle de la CEP qui devrait être effectif sur les installations d'ATTOLAB. Un troisième aspect concerne l'extension du domaine spectral des impulsions grâce aux techniques habituelles de l'optique non-linéaire (NOPA, SHG, THG, ...). Le développement d'outils de diagnostic spatio-temporel des impulsions ultra-courtes et de dispositif d'élargissement spectral et de post-compression sera maintenu. Tous ces aspects constituent des développements ambitieux mais réalisables et qui seront bénéfiques pour les futures installations de CILEX et ATTOLAB.

### Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Le groupe SLIC assure le maintien et les performances des systèmes lasers de la plateforme SLIC du SPAM tout en assurant un travail prospectif menant à de futurs développements importants. De fait, une excellente infrastructure d'accueil est mise à la disposition de la communauté laser intense et ultra-court avec une rigueur de gestion et de fonctionnement qui permet la réalisation de très nombreux projets scientifiques nationaux et européens. Il en ressort une implication importante dans les projets structurants du plateau de Saclay et un très bon niveau de publication. La reconnaissance du groupe, se manifeste par plusieurs collaborations nationales et internationales avec les groupes renommés du domaine (au LOA, CELIA, Politecnico di Milano). Le développement d'ATTOLAB et de CILEX est un enjeu majeur pour l'environnement scientifique local et national. Le rôle du groupe SLIC est donc essentiel pour la future période de transition.



- *Points faibles et risques liés au contexte :*

Le projet à 5 ans est très ambitieux et requiert un investissement très important du groupe SLIC. On notera que plusieurs départs à la retraite sont prévus dans les prochaines années, dans une période où l'activité du groupe SLIC sera essentielle pour le bon fonctionnement des projets ambitieux du LIDYL. Les projets sont aussi extrêmement ambitieux au niveau du développement instrumental et le maintien de tels dispositifs requiert également un investissement financier récurrent. Le soutien financier devrait donc être en adéquation avec les développements prévus afin de ne pas retarder les avancées scientifiques sur ces installations dans un domaine particulièrement concurrentiel.

- *Recommandations :*

Une attention particulière devrait être portée à l'adéquation entre les moyens humains et les projets du groupe. La création des nouvelles infrastructures du LIDYL, ainsi que les nouveaux projets vont demander une mobilisation de ses personnels et une mutualisation avec d'autres partenaires, ce qui ne devra pas se faire au détriment du fonctionnement journalier des infrastructures d'accueil de SLIC. L'accueil de stagiaires (ingénieurs, techniciens) devrait être augmenté dans le futur, ainsi que le nombre d'étudiants en thèse et post-doctorants.

Il est crucial que les nouvelles installations laser bénéficient d'un environnement approprié (stabilités mécanique et thermique) afin de ne pas limiter dans le futur, le développement des outils laser (notamment la CEP). Ces développements n'ont de sens que si le fonctionnement des chaînes peut être pérennisé. Il faudra donc faire intervenir des financements au niveau local, national et/ou européen notamment en concertation avec les nombreux groupes impliqués.



**Équipe 2 :** ATTOphysique (ATTO)

*équipe SPAM/LIDYL*

**Nom du responsable :** M. Bertrand CARRE

**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	8	8
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	2
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	5	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	15	10

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	8	
Thèses soutenues	7	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	12	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	5



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe ATTO s'intéresse à la compréhension des mécanismes ultrarapides intervenant dans les atomes, molécules et nano-objets dans le cas d'une irradiation cohérente en champ laser, en tentant d'atteindre une résolution extrême, autant temporelle (attoseconde) que spatiale (sub-nanométrique). Cette thématique se développe dans un contexte international extrêmement compétitif avec un nombre croissant de groupes dans le monde intéressés par les nouvelles opportunités offertes par les sources de lumière utilisant la génération d'harmoniques d'ordre élevé. Les activités développées par le groupe ATTO sont donc à la pointe de la recherche actuelle en champ fort et en dynamique ultra-rapide, avec notamment une implication forte dans le domaine émergent de la physique attoseconde. Le groupe est d'ailleurs l'un des leaders mondiaux dans ce domaine, reconnu pour le développement des techniques de spectroscopie par génération d'harmoniques d'ordre élevé (HHG).

Au cours de la période de référence, on notera plusieurs avancées importantes, par exemple sur la méthode de spectroscopie HHG et sur la tomographie pour la reconstruction d'orbitales moléculaires, avec notamment une caractérisation complète en phase et en amplitude du champ XUV émis. Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives pour l'étude de la dynamique de trous créés lors de l'ionisation, avec de futures applications possibles en réactivité. Un travail important a également été réalisé sur l'utilisation de nouvelles sources de lumières XUV et X afin d'obtenir une caractérisation spatiale et temporelle de nano-objets. Des études prometteuses ont aussi été réalisées en ionisation multi-photonique, menant à la mesure de sections efficaces de diffusion et à l'extraction d'informations structurales sur des molécules modèles à travers la mesure du spectre d'électrons.

Le niveau de publication est particulièrement élevé (plus de 70 articles et lettres), à un rythme soutenu et régulier avec notamment la publication d'articles dans des revues à très forte visibilité (15 publications dans des revues d'IF>7) (dont Nature Physics, Nature Photonics, Nature Communications, Reports on Progress in Physics, and Physical Review Letters). La participation et l'invitation régulière à des conférences nationales (25 invitations) et internationales (44 invitations) témoignent d'une forte reconnaissance et visibilité sur les différentes thématiques abordées par le groupe.

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

L'équipe ATTO est impliquée dans plusieurs actions (RTRA « Triangle de la Physique », Labex PALM, equipex ATTOLAB, GDR APPLIX) dans lesquelles certains membres du groupe ont pris des responsabilités (par exemple dans le comité de pilotage). L'équipex ATTOLAB qui est porté par cette équipe aura un poids important dans le paysage français de la physique ultra-rapide. Par ailleurs, l'équipe a participé à plusieurs réseaux européens ITN, citons par exemple le réseau FP7 Marie Curie European programs ATTOFEL qui rassemblait les principaux acteurs européens de la physique attoseconde et des lasers à électrons libres. ATTO est aussi un groupe d'accueil dans le cadre de Laserlab-Europe, ce qui conduit à plusieurs collaborations fructueuses chaque année. Il a organisé plusieurs écoles et conférences, citons par exemple l'organisation très récente à Paris de la principale conférence sur la science attoseconde (ATTO2013) qui fût un succès avec une participation record. Les chercheurs du groupe participent à de nombreux comités d'évaluation en tant qu'expert (par exemple pour l'évaluation des demandes de temps de faisceau au synchrotron SOLEIL). On notera également une participation à de nombreuses conférences nationales et internationales, y compris invitées (69). Le recrutement d'étudiants en thèse est régulier, comme celui de post-doctorants. Le groupe est impliqué dans de nombreux contrats ANR (6 dont 4 coordinations, par exemple ATTO-WAVE, Image Femto, I-NanoX) et autres sources de financements contractuels au niveau national et européen (ATTODYNAMICS, MOLWAVE). Deux prix ont été obtenus : le prix « la Recherche 2011 » et nomination comme Fellow of the Optical Society of America 2009.



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

Plusieurs partenariats ont été mis en place avec trois entreprises (Fastlite, Amplitude Technologies et Imagine Optic) dans le domaine de l'optique et de l'imagerie notamment à travers le laboratoire commun IMPULSE (SPAM-Amplitude Technology) et un projet ANR accepté pour la construction d'un microscope basé sur la diffraction cohérente de rayonnement XUV. Plusieurs articles ont été publiés avec ces partenaires. Un brevet a été déposé sur la stabilisation CEP basée sur l'utilisation d'un modulateur électro-optique. Ces développements, en liaison étroite avec l'équipe SLIC (22 publications communes), ont un intérêt potentiel dans plusieurs domaines de la recherche notamment en biologie et correspondent à des avancées intéressantes dans le domaine de l'optique. Plusieurs actions dirigées vers un large public sont menées chaque année via des publications dans des revues non spécialisées, mais également via des conférences de vulgarisation. Ces actions sont une constante dans l'activité du groupe.

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

L'équipe utilise tous les outils de communication habituels allant du site internet à la publication d'articles de vulgarisation. Elle utilise les ressources laser développées par le groupe SLIC, ce qui lui offre un environnement propice à l'étude de la dynamique ultrarapide comme « utilisateurs » de ces ressources, ce qui conduit à des interactions fréquentes avec le groupe SLIC. Les différentes activités du groupe ATTO bénéficient de trois installations laser, le laser LUCA, PLFA et SOFOCKLE. Le groupe utilise occasionnellement les lasers à électrons libres. Au niveau interne, des réunions sont organisées plusieurs fois par mois, en parallèle des réunions et rassemblements (journées scientifiques, journées des doctorants, ...) organisés au niveau du SPAM. Chaque thématique semble se développer de manière efficace et avec succès. La thématique concernant la spectroscopie d'électrons sur des molécules bénéficie d'un moins grand nombre d'étudiants ou post-doctorants alors que les résultats sont également de tout premier plan.

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

On notera l'implication dans l'enseignement même si les chercheurs CEA ne sont pas tenus d'enseigner (près d'une centaine d'heures dans la période 2008-2013). Un recrutement important et constant d'étudiants en thèse et de post-doc (15 étudiants en thèse dont 7 ont déjà soutenu et 13 post-docs) est à souligner. Les étudiants appartiennent à l'école doctorale « Ondes et Matière » de l'université Paris Sud et de l'école de l'institut d'Optique. Elle participe également à l'encadrement régulier d'étudiants en master (2 à 3 par an). A travers les réseaux ITN (ATTOFEL), le groupe participe à la formation d'étudiants et post-docs, à travers des échanges entre laboratoires participants au réseau mais aussi à travers des modules de formation proposés par le groupe ATTO. Une formation à l'écriture d'articles ou à l'anglais est aussi proposée dans ce réseau. Les étudiants en thèse et post-docs participent à des conférences, notamment par des interventions orales. Au niveau national le groupe participe au réseau FEMTO.

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

Le projet scientifique est ambitieux, en continuité logique avec l'activité actuelle du groupe, et s'inscrit dans la perspective des nouvelles infrastructures laser qui seront installées à l'Orme des Merisiers à partir de 2015. Dans ce contexte, la priorité de l'équipe est la mise en route des chaînes laser et des dispositifs expérimentaux de l'EquipEx ATTOLAB qu'elle coordonne et qui renforcera sans nul doute la visibilité internationale de ATTO et de ses partenaires. Le projet de l'équipe repose sur les compétences et les résultats obtenus au cours du contrat passé. Plusieurs thèmes sont proposés, d'abord le développement de l'étude des effets moléculaires en photoionisation non-linéaire. Une seconde activité concerne le développement des études en spectroscopie par génération d'harmoniques sur des molécules, activité qui est en relation directe avec le troisième axe de recherche proposé sur l'étude de l'ionisation cohérente dans l'XUV et finalement le développement des études d'imagerie à l'échelle nanométrique au moyen des sources XUV/RX. Pour l'essentiel, les thèmes proposés sont en adéquation avec les développements récents des recherches menées au niveau international. Les projets constituent un juste équilibre entre continuité et thèmes plus risqués. Notons le rôle très important que jouera ATTOLAB dans ces projets.



## Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Le groupe ATTO a su développer une activité originale et reconnue au niveau international. Il fait preuve d'un grand dynamisme tant au niveau des résultats obtenus, des demandes de financements que de l'implication dans les comités d'organisation mais également dans la formation d'étudiants. Le développement d'ATTOLAB permettra au groupe ATTO de pouvoir développer l'activité ambitieuse qu'elle propose tout en facilitant les collaborations aussi bien au niveau local qu'international. La reconnaissance du groupe, par exemple dans le domaine de la spectroscopie HHG, est effective et cette activité requiert encore de nombreux développements comme le montre le projet proposé. Ces développements devraient permettre au groupe de garder son rôle pionnier et leader dans ce domaine.

- *Points faibles et risques liés au contexte :*

On notera le nombre croissant de projets avec un nombre de chercheurs constant ce qui pourrait conduire à une perte d'efficacité. La communication entre les différentes activités du groupe n'est pas pertinente ce qui peut se révéler ultérieurement nuisible.

- *Recommandations :*

Il serait souhaitable que la communication entre les différentes activités du groupe soit optimisée car, bien que de très bon niveau et qu'il existe des relations évidentes sur les différentes thématiques, elles apparaissent indépendantes.

Il serait aussi important que plusieurs axes principaux soient définis et continuent à être portés au plus haut niveau, en limitant la dispersion des forces sur de nombreuses thématiques. Chaque thématique devrait être soutenue par l'accueil régulier d'étudiants en thèse et/ou post-doctorant. Le rôle du groupe ATTO dans ATTOLAB est crucial. ATTOLAB a pour vocation à devenir une « vitrine » importante des activités des sciences ultra-rapides en France et devrait, à ce titre, recevoir une attention et un investissement particulier. Dans ce contexte, le groupe doit continuer ses efforts pour identifier des jeunes chercheurs prometteurs candidats à des postes permanents afin de soutenir le projet du groupe. Vu la notoriété des chercheurs seniors du groupe, il serait pertinent de déposer des dossiers au niveau européen pour l'obtention d'ERC.

**Équipe 3 :**

Physique à Haute Intensité (PHI)

*équipe SPAM/LIDYL***Nom du responsable :**

M. Philippe MARTIN (jusqu'au 31/05/13) / M. Fabien QUERE (à partir du 01/06/13)

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1	1
<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)	1	2
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	3	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>11</b>	<b>7</b>

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



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les activités scientifiques de l'équipe PHI sont présentées suivants quatre thématiques principales : la génération d'harmoniques d'ordre élevé, l'accélération d'ions, l'accélération d'électrons et le développement de diagnostics spécifiques au régime de haute intensité laser. Les trois premières thématiques font l'objet de programmes de recherche internationaux très dynamiques et en forte compétition. L'équipe PHI y joue un rôle important. Il est intéressant de remarquer le couplage qui existe entre l'activité expérimentale et l'activité de simulation et développement numérique à l'intérieur même de l'équipe PHI.

Pour la génération d'harmoniques d'ordre élevé par miroir plasma, où approches théoriques et expérimentales sont combinées, des résultats réellement remarquables ont été obtenus. Ils ont permis d'aboutir notamment à la génération d'une impulsion attoseconde isolée ouvrant ainsi des perspectives très importantes pour leurs utilisations par la toute communauté académique. Ces résultats ont fait l'objet de publications dans les meilleures revues telles que Nature Physics et Nature Photonics.

Pour l'accélération d'ions, le travail de l'équipe s'est focalisé sur l'optimisation des protons accélérés (nombre et énergie maximale) en fonction des paramètres de la cible. Des résultats récents originaux ont été obtenus avec des cibles structurées (réseau), démontrant l'effet de plasmons de surface sur l'optimisation du faisceau de protons.

L'étude de l'accélération d'électrons relativistes a principalement fait l'objet d'un travail théorique dans l'attente du fonctionnement à plein régime du laser UHI 100 et de la mise en opération de la deuxième salle d'expérience. Cette dernière thématique n'a pas encore atteint la maturité des deux autres au sein du groupe PHI.

Dans son ensemble, le groupe PHI fait état d'un total de 44 articles et lettres sur la période 2008-2013. Une partie significative d'entre eux (13) a été publiée dans des revues de très fort impact ( $IF > 7$ ) telles que Nature Photonics, Nature Physics et Physical Review Letters. Le groupe PHI a une production scientifique exceptionnelle et ce malgré les difficultés liées à la mise au point d'UHI 100.

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

Le groupe PHI se situe parmi les leaders internationaux dans le domaine de l'interaction laser - plasma à haute intensité. Il participe à de très nombreux projets au niveau local (RTRA « Triangle de la Physique », Labex PALM, SESAME), national (ANR, OSEO) et européens/internationaux (FP7, Euratom) qu'il coordonne dans 90 % des cas.

Certains chercheurs ont pendant cette dernière période acquis une notoriété et une visibilité internationales avec l'obtention de prix (Aimé Cotton) et d'une bourse ERC, suivie d'un projet ERC « Proof-of-Concept » (en partenariat avec la PME Fastlite). Les chercheurs de PHI ont donné également de très nombreuses conférences invitées dans les meilleures conférences internationales (41) et nationales (16). PHI a participé à l'organisation de conférences internationales et nationales.

Ils sont aussi très impliqués dans des comités et instances scientifiques nationales et dans des comités d'expertise internationaux. Pendant cette période ils ont accueilli six post-doctorants dont cinq étrangers. Six étudiants ont obtenu leur doctorat et quatre thèses sont en cours. Ces nombres sont élevés pour une équipe comprenant quatre HDR montrant ainsi une très forte attractivité.

Enfin, le groupe PHI a joué un rôle déterminant dans l'obtention de plusieurs projets Investissements d'Avenir : notamment CILEX.



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

Les thématiques développées par PHI sont très fondamentales et en amont des applications. Malgré cela l'équipe travaille de manière étroite avec quelques industriels pour développer des nouveaux instruments scientifiques dans le domaine des sources lasers ultra-rapides : Fastlite, Amplitude Technologies et Imagine Optics. Ces développements se font évidemment en lien étroit avec le SLIC (8 publications communes).

Ces activités ont été concrétisées par le dépôt de deux brevets. Par ailleurs certains projets sont justifiés par des applications sociétales à long terme comme la protonthérapie.

Le groupe a participé à des actions de diffusion adressées au grand public (par exemple lors du 50ème anniversaire de l'invention des lasers).

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

Les thématiques développées par l'équipe PHI sont très cohérentes entre elles tant d'un point de vue scientifique que de l'utilisation de l'installation laser UHI 100 mutualisée au sein du SPAM. Depuis quelques années une nouvelle activité sur l'accélération des électrons a été initiée ; elle est très complémentaire des autres. L'organisation de la vie scientifique n'est pas détaillée au niveau de l'équipe mais au niveau du SPAM ce qui est logique compte tenu de la taille réduite des équipes et de la très forte cohérence thématique du SPAM.

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

Trois des chercheurs de PHI sont fortement impliqués dans l'enseignement, principalement au niveau de deux masters avec des responsabilités importantes exercées dans le Master national « Sciences de la Fusion ». De nombreux étudiants de Master sont accueillis chaque année par l'équipe (total de 10 étudiants sur la période).

Six thèses ont été soutenues, la grande majorité dans les trois ans impartis. Elles ont donné lieu à des publications dans d'excellentes revues internationales démontrant ainsi une très bonne qualité d'encadrement. Quatre thèses sont en cours. La plupart de ces thèses sont financées par le CEA par des bourses CFR.

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

Le projet scientifique à cinq ans de l'équipe se place dans la continuité du programme actuel et en lien avec la montée en puissance du projet APOLLON et de l'Equipex CILEX. UHI100 a maintenant atteint ses performances nominales : une intensité crête élevée, une durée brève, et le très haut contraste temporel qui fait sa spécificité. L'effort sera porté sur une meilleure maîtrise et sur la caractérisation des paramètres de l'interaction pour mieux la comprendre dans le régime de haute intensité. L'objectif est d'améliorer la production d'harmoniques d'ordre élevé, de faisceaux d'ions et d'électrons accélérés.

Le projet est bien structuré, montre une complémentarité entre les trois thématiques principales et avec l'appui d'un partenariat académique de qualité. L'analyse de l'adéquation entre moyens humains et financiers avec le projet n'est pas faite. C'est d'autant plus préoccupant, que l'équipe perd un chercheur qui prend la direction de la nouvelle UMR alors qu'un second est à 70% affecté à l'aménagement des salles expérimentales de CILEX, dans un contexte de forts investissements à venir : déménagement de UHI100 dans le nouveau bâtiment de l'Orme des Merisiers et implication dans le projet CILEX.

### Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Le groupe PHI a acquis une grande visibilité internationale dans un domaine en très forte compétition. Elle s'appuie sur l'excellence de ses travaux de recherche et sur le dynamisme des chercheurs du groupe qui se sont fortement impliqués dans les grands projets nationaux du plateau de Saclay. Le projet CILEX et la réinstallation de UHI100 comme satellite d'APOLLON à l'Orme des Merisiers, avec son éventuel upgrade à 500TW, représentent une opportunité exceptionnelle pour le développement futur des activités de l'équipe et de son rayonnement au niveau international.

- *Points faibles et risques liés au contexte :*



Au regard des enjeux et des projets à venir (déménagement de UHI100 à l'Orme des Merisiers, mise en œuvre de CILEX), le groupe semble sous-dimensionné, avec le récent glissement d'un de ses membres vers des fonctions administratives et sans le soutien d'un personnel technique permanent pour la partie expérimentation (actuellement, un technicien en CDD, financé par le projet ERC « PLASMOPT »).

▪ *Recommandations :*

L'opération majeure à laquelle va être confrontée l'équipe PHI en début du prochain contrat est l'installation et la remise en fonctionnement de UHI100 à l'Orme des Merisiers, en parallèle au développement d'APOLLON. L'équipe doit y faire face tout en conservant sa visibilité scientifique actuelle : des recrutements doivent être planifiés rapidement pour pérenniser son activité, tout particulièrement avec la prise de responsabilité de son leader à la tête du LIDYL.

**Équipe 4 :**

Matière à Haute Densité d'Énergie (MHDE)

équipe SPAM/LIDYL

Nom du responsable : M. Thomas BLENSKI

## 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	4	3
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	5	3

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		
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	2



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité du groupe MHDE porte sur la physique des propriétés électroniques des plasmas chauds et denses créés par des lasers de haute énergie, plus particulièrement sur la physique atomique à l'œuvre dans ces plasmas, avec un impact clair vers la fusion par confinement inertiel et l'astrophysique. Cette physique est d'actualité puisque le laser LMJ/PETAL va bientôt être opérationnel et délivrer des premiers tirs, en partie accessibles à des équipes académiques.

La qualité scientifique du groupe est bonne et a conduit à la publication de 31 papiers sur la période 2008-2013, ce qui constitue une remarquable productivité compte tenu de la taille très réduite du groupe. La plupart des papiers ont cependant été publiés dans des revues spécialisées, au détriment de journaux à plus fort impact qui auraient pu atteindre une audience plus large.

L'approche scientifique est très complémentaire, puisqu'elle combine des expériences avec des simulations théoriques, fournissant ainsi une analyse en profondeur des phénomènes étudiés. C'est notamment le cas à propos d'une expérience récente étudiant les opacités de plasmas de fer et de cuivre, bien contrôlés en densité et en température, dans le domaine des rayons X.

Une partie importante des activités du groupe MHDE est le développement de codes de calcul visant à modéliser la physique complexe à l'œuvre dans ces plasmas chauds et denses. Ces outils numériques présentent un intérêt pour d'autres groupes travaillant dans ce domaine (notamment au CEA/DAM, leur partenaire privilégié). L'ouverture nationale est bonne, comme le témoignent leurs collaborations avec les principaux acteurs du domaine au niveau français. A l'échelle internationale, l'ouverture est plus limitée alors que plusieurs installations de haute énergie proposent du temps laser en dehors de la France (Angleterre, Etats-Unis, Japon, ...). La participation à un programme EURATOM laisse entrevoir une amélioration.

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

Le degré d'implication du groupe MHDE dans les réseaux scientifiques nationaux et internationaux est raisonnable. A titre d'exemple, au niveau français, il participe au labex PALM, qui a financé le projet XOPAX. Il participe aussi au projet ANR StarShock. Au niveau international, il participe au programme EURATOM et au consortium OPAC. Le groupe coordonne des mesures d'opacités sur l'installation LULI2000, dans le cadre du réseau européen LaserLab-Europe.

Le groupe MHDE a recruté deux chercheurs postdoctoraux, ce qui est raisonnable étant donnée la petite taille du groupe. En revanche le nombre de chercheurs étrangers invités (un seul sur la période) pourrait être amélioré dans le futur. Un nombre raisonnable de conférences internationales invitées (12, 6 pour les conférences nationales) est reporté, mais le groupe n'a pas participé à l'organisation de conférences ou de workshops. Les chercheurs sont arbitres réguliers dans les journaux spécialisés dans lesquels ils publient souvent, et participent à certains comités de sélection de projets nationaux.

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

Le groupe MHDE ne mentionne pas d'interaction avec le secteur privé, ni d'action de valorisation économique. Ses activités scientifiques très fondamentales ne s'y prêtent en effet pas trop, malgré l'application à très long terme de la fusion par confinement inertiel pour la production d'une énergie propre. En revanche, le groupe a participé à des actions de diffusion adressées au grand public (Fête de la Science, Forum de l'École Centrale Paris, ...).



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

La répartition des tâches entre les membres du groupe est appropriée. L'accès aux installations expérimentales (exclusivement LULI2000 pour le moment) et aux outils théoriques (code SCO et dérivés) est bien organisé. En particulier, le groupe sait s'entourer des collaborateurs nécessaires à la réalisation d'expériences sur des systèmes laser de haute énergie.

Des réunions régulières sont organisées et mettent l'accent sur les présentations scientifiques des plus jeunes chercheurs (étudiants en thèse et post-doctorants). Ils participent aussi aux réunions et séminaires du SPAM.

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

L'implication dans la formation par la recherche est le point fort du groupe. Dans la période considérée, six étudiants ont été accueillis en thèse ou co-encadré, soit en moyenne deux par chercheur permanent. Trois d'entre eux ont déjà obtenu leur diplôme.

Les anciens étudiants ont eu la possibilité de poursuivre une activité de recherche dans des domaines scientifique proche, en France ou à l'étranger. Une partie d'entre eux a obtenu un poste permanent au CEA/DAM. Ceci est un bon indicateur du niveau excellent de formation dispensé par le groupe.

Le groupe participe à l'enseignement au niveau master, mais à un degré assez limité, compte tenu de leur expertise très spécialisée et de la position excentrée du SPAM vis-à-vis des formations dispensées à l'Université Paris-Sud. De plus, les chercheurs du CEA ne sont pas tenus, a priori, d'enseigner.

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

Le projet de recherche est organisé autour de deux axes : expérimental et théorique. Les expériences vont se concentrer sur des mesures d'absorption dans des plasmas de numéro atomique intermédiaire. En particulier, de nouveaux régimes de plasmas (densité et température), encore peu accessibles, devraient être explorés dès que LMJ/PETAL sera opérationnel. Sur le plan théorique, le projet vise à étendre les modèles d'opacité dans les régimes qui seront accessibles sur les nouvelles expériences. De nouvelles approches vont être développées pour étudier les plasmas à la densité proche de celle du solide.

Ces axes de recherche sont à la fois une continuation et une extension logique des études précédemment menées par le groupe MHDE. Par conséquent, la prise de risque est maîtrisée. Les objectifs proposés sont réalistes et cohérents avec les activités passées et présentes du groupe.

Le projet de recherche semble réalisable sur une période de cinq ans. Il aura sans aucun doute un impact dans la communauté travaillant sur les plasmas chauds et denses, voire un impact plus large si des efforts sont réalisés en ce sens. A court terme, le groupe est encouragé à participer aux groupes de discussion récemment mis en place pour définir les futurs programmes expérimentaux sur LMJ/PETAL, puis à développer un projet de recherche propre sur cet outil bientôt opérationnel.

### Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Le groupe MHDE possède une réelle expertise dans le domaine de la physique des plasmas chauds et denses, en particulier en réunissant une double compétence expérimentale et théorique en physique atomique de ces plasmas. Cette activité est stratégique dans le contexte actuel du laser LMJ/PETAL qui va bientôt délivrer ses premiers tirs, dont une partie pour la communauté académique. Une collaboration forte est entretenue au niveau national, notamment avec le CEA/DAM. Le haut niveau de formation des étudiants en thèse dans le groupe leur permet facilement de poursuivre leurs travaux de recherche, une partie d'entre eux dans le cadre d'un poste permanent au CEA/DAM.



- *Points faibles et risques liés au contexte :*

L'activité scientifique est très ciblée et souffre de ne pas être diffusée dans des revues de plus large audience. Cet aspect se ressent aussi dans le faible niveau de collaborations internationales. Ces points faibles ne sont pas facilités par la très petite taille du groupe, ni par son isolement thématique avec les autres groupes du SPAM.

- *Recommandations :*

L'implication du groupe MHDE dans les programmes expérimentaux à venir très prochainement sur LMJ/PETAL devrait être un élément clé de son développement.



**Équipe 5 :** BioMolécules Excitées (BME)

*équipe LFP/LIDYL*

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Dimitra MARKOVITSI

**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	5	5
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	1
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<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>6</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	2	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3



## • Appréciations détaillées

L'équipe BME est une jeune équipe fondée en 2001 qui a connu pendant la période de référence 2008-2013 une évolution des effectifs qu'il faut d'abord mentionner avec trois chercheurs temps plein au début de la période pour 4.5 à ce jour (considérant qu'un chercheur est impliqué à 50% dans des missions administratives). L'équipe BME est reconnue internationalement dans le domaine de la spectroscopie et photoréactivité des systèmes moléculaires à intérêt biologique grâce à l'utilisation de techniques résolues dans le temps (de la femtoseconde à la nanoseconde). Cette reconnaissance et cette expertise ont permis le recrutement de trois chercheurs CNRS (dont un en mutation) depuis 2008. Parmi les différents sujets de recherche la compréhension des endommagements de l'ADN après absorption des rayons UV, sujet phare de l'équipe, présente une forte attractivité et reconnaissance scientifique au niveau international. La production scientifique est, en conséquence, de très bonne qualité et l'implication dans plusieurs projets nationaux est un indicateur conséquent.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Vu les compétences et la qualité de ses personnels ainsi que les moyens instrumentaux disponibles, l'activité de l'équipe BME s'inscrit dans des domaines d'actualité à fort impact scientifique. Le nombre de publications est très bon : 37 articles avec un très fort taux de production (quatre publications dans une revue d'IF>7, JACS) en partenariat avec au moins un collaborateur étranger (23), deux chapitres de livre et quatre articles scientifiques grand-public. Le facteur d'impact moyen par article de 4,8 est élevé témoignant de la très grande qualité des travaux publiés majoritairement dans les meilleures revues du domaine scientifique concerné. Les nombreuses collaborations avec des chercheurs étrangers soulignent l'excellence de ces recherches.

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

La participation à des programmes internationaux ainsi que le pilotage de deux projets ANR (et participation à un troisième) sont des très bons indicateurs du rayonnement de l'équipe et de l'implication dans la recherche de financements.

Le nombre important de conférences invitées (19) ainsi que la participation des membres de l'équipe dans des comités scientifiques et éditoriaux de journaux attestent l'excellente qualité des recherches. D'un point de vue de l'attractivité, l'équipe a poursuivi et poursuit actuellement plusieurs collaborations et reçoit régulièrement des visiteurs étrangers (dont un pour une durée de 15 mois).

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

Le caractère « recherche fondamentale » de l'équipe n'est pas propice à ce jour au développement de collaboration avec le secteur industriel mais les projets affichés pour le prochain contrat devraient rapprocher l'équipe de ce secteur d'activité. Deux membres de l'équipe ont participé à la rédaction d'articles de vulgarisation et à des séminaires dans la formation du secondaire. La participation à des événements culturels reste faible, mais montre une implication dans la formation et le transfert des connaissances.

Les coopérations internationales sont nombreuses, et parfois durables. Cependant, les projets européens ne représentent qu'une faible partie en termes de moyens économiques. Un point très valorisant est l'implication de l'équipe dans le projet « e-knownet » qui vise à coordonner les collaborations entre diverses institutions dans un large spectre pour la formation dans le domaine de la physico-chimie.

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

La politique en matière de recrutement est de trouver une expansion et une stabilité de l'équipe encore jeune. Le recrutement de deux chercheurs fait preuve d'une bonne politique de recherche en adéquation avec les points forts de l'équipe en vue de pérenniser l'expertise en spectroscopie femtoseconde de biomolécules et d'ouvrir les connaissances vers de nouvelles perspectives d'étude. La communication entre les chercheurs est fondée sur une réunion/semaine, en parallèle des réunions et rassemblements (journées scientifiques, journées des doctorants, ...) organisés au niveau du SPAM.



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

Deux thèses (dont une terminée en 2009) ont été soutenues au sein de l'équipe. La participation à la formation universitaire, à laquelle deux membres de l'équipe participent, est non négligeable. Le volume horaire et d'environ 292 h total de cours magistraux niveau Master dans la période d'évaluation. De plus la responsabilité de deux modules à l'Université Paris-Sud montre une implication forte dans la formation universitaire.

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

Le projet de recherche est basé sur l'expertise du groupe en proposant un élargissement du champ d'étude sur les mécanismes mis en jeu entre la structure de l'ADN et la lumière et les interactions entre protéines et principes actifs. La description des projets à venir s'installe dans la continuité (projets à court terme) et dans l'évolution des lignes de recherche de l'équipe.

En particulier, le projet sur les transformations photo-induites entre anti-inflammatoires et protéines représente une bonne prise de risque qui devrait déboucher sur des résultats très prometteurs. De plus l'évolution des recherches sur l'interaction lumière ADN vise à travailler dans des conditions biologiques plus significatives telles que l'interaction avec le nucléosome.

Une partie de ces projets sera développée dans le cadre de collaborations internationales, soulignant à nouveau l'attractivité de l'équipe de recherche.

Dans la nouvelle structure LIDYL, l'équipe BME participera activement à deux projets en collaboration avec le groupe PCR. Ces projets sont centrés sur l'étude des systèmes biomimétiques pour la conversion de l'énergie solaire.

## Conclusion

L'équipe BME possède une expertise importante dans le domaine de la spectroscopie résolue dans le temps à l'échelle de la femtoseconde qui débouche sur de nombreuses collaborations avec des chercheurs étrangers et une reconnaissance internationale dans le domaine de la photochimie. Les nouveaux projets portés par les plus jeunes membres de l'équipe sont en train de donner des résultats prometteurs. Le besoin d'assistance technique pour l'instrumentation laser, souligné à la fin du rapport d'activité, sera partiellement soulagé par la fusion des équipes SPAM et LFP dans la nouvelle structure LIDYL.

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

- l'équipe est dynamique et possède de fortes compétences. Les sujets de recherche sont clairs et de grande attractivité contribuant à une production scientifique de très bonne qualité. De plus l'insertion dans les réseaux locaux et nationaux est forte ;
- l'expertise dans le domaine de la photophysique de l'ADN est avérée et l'évolution des projets assurée par un dynamisme remarquable de chaque membre de l'équipe ;
- la visibilité de l'équipe dans la communauté internationale est excellente, les projets scientifiques prévus d'être développés à moyen terme devant encore renforcer ce point fort de l'équipe ;
- la bonne progression de l'équipe tant en termes de recrutement et de développements scientifiques est à souligner.

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

La capacité à recruter des doctorants et post-doctorants au niveau national et international est faible. Le manque évident d'étudiants en thèse a sûrement un effet négatif dans le développement des recherches. Ce facteur peut être attribué à la faible intervention dans le domaine académique, mais n'est pas toujours justifié vis-à-vis de l'attractivité des recherches développées.

### ▪ *Recommandations :*

Le nombre d'étudiants en thèse et de post-doctorants est trop faible. Une recherche de candidats en France et à l'étranger est fortement recommandée pour inverser la tendance de la période évaluée.



**Équipe 6 :** Dynamique Réactionnelle (DyR)

*équipe LFP/LIDYL*

**Nom du responsable :** M. Jean-Michel MESTDAGH

**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	4	4
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	4	4
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	9	9

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	2	
Thèses soutenues	3	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	5



## • Appréciations détaillées

Il s'agit d'une équipe bien établie depuis plusieurs années et qui a obtenu de nombreux succès en particulier dans le domaine de la dynamique réactionnelle au moyen de méthodes lasers pompe-sonde sur des jets supersoniques. Ces recherches de nature très fondamentale fournissent des renseignements essentiels et de très large portée du point de vue de la chimie élémentaire sur les processus impliqués dans le passage des barrières d'énergie entre réactants et produits. L'une des grandes forces de l'équipe tient dans la coopération très étroite entre théoriciens et expérimentateurs. Les approches théoriques et expérimentales sont sophistiquées nécessitant des développements méthodologiques spécifiques.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité scientifique de l'équipe se décline autour de trois axes :

- DYNAFEMTO : La dynamique ultra-rapide des états électroniques excités pour des molécules en phase gazeuse puis, plus récemment, sur des modèles de l'état condensé comme des agrégats ou des nanoparticules. L'équipe maîtrise des montages expérimentaux performants (techniques pompe-sonde résolues sur l'échelle de quelques fs avec laser accordable) pour l'étude sur des jets supersoniques de la relaxation électronique et des photofragments par imagerie VMI (Velocity Map Imaging). Par ailleurs l'équipe a participé au développement de la méthode originale de détection en coïncidence d'ions et d'électrons lents (SPES) ouvrant ainsi la possibilité d'explorer les spectres vibrationnels complets des espèces ionisées, inaccessibles par les techniques traditionnelles. Un des chercheurs de l'équipe bénéficie d'un financement « jeunes chercheurs » de l'ANR (projet CHROMADYNE) et l'équipe du co-financement du projet SOLAMU du RTRA « Triangle de la Physique » ;

- GOUTTELIUM : Les propriétés structurales, dynamiques et réactives d'espèces en interaction avec un solvant. Les membres de l'équipe ont mis au point une technique d'isolation des réactifs dans une goutte d'hélium afin de déterminer les mécanismes réactionnels par spectroscopies d'absorption électronique et/ou vibrationnelle. Ce montage, le seul en France, est complémentaire des techniques d'isolation d'espèces intermédiaires en matrice cryogénique. L'équipe a bénéficié du soutien de l'ANR pour développer ce projet jusqu'en 2010 puis du soutien du RTRA « Triangle de la Physique » depuis. Ce projet est à l'avant-garde de ce qui se fait et ouvre de nombreuses perspectives scientifiques dans d'autres domaines ;

- FeC-CLUSTER : Croissance de nano-objets et leurs propriétés thermodynamiques. Il s'agit ici, en étroite collaboration avec l'équipe EDNA pour les mesures expérimentales, de développer les modèles théoriques permettant de prédire les mécanismes transitionnels et les phénomènes de ségrégation dans des agrégats Fe-C. Ces travaux visent en particulier à comprendre via une approche théorique couplée à des expériences les mécanismes de formation et de croissance de nanotubes de carbone. Cette approche théorique repose sur la combinaison d'un nouvel algorithme Monte Carlo et d'un potentiel suffisamment général et fiable permettant d'étudier la thermodynamique de très grands clusters de FeC.

Parmi les autres phénomènes étudiés, la photodissociation de Ca<sub>2</sub>, la réaction Ca+N<sub>2</sub>O et surtout la détection en temps réel de la dynamique de « roaming » dans la 2-hydroxypyridine sont des accomplissements remarquables qui auront un impact important.

L'équipe a publié 54 articles sur la période, 70% des publications se faisant dans les meilleures revues de Chimie Physique (J. Phys. Chem., PCCP, J. Chem. Phys., Chem. Phys. Lett.). Notons des articles dans des revues très prestigieuses (4 publications dans des revues d'IF>7, dont 2 JACS et 1 Angew Chem Int. Ed. et 1 Phys. Rev. Lett.). Les travaux de l'équipe sont donc publiés dans les meilleurs journaux internationaux à haut facteur d'impact. Ces articles sont très bien cités.

Les membres de l'équipe ont été invités dans de nombreuses conférences : 14 internationales (certaines assez prestigieuses comme 1 Gordon, 1 EUCMOS) et 4 nationales. C'est un excellent score démontrant le fort impact des travaux sur la communauté.

La notoriété de l'équipe suscite des collaborations avec d'autres laboratoires (> 20), en particulier à l'international avec un GDRI (PHENICS) et un projet européen (Laserlab-Europe).



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

L'équipe est impliquée dans divers projets, deux européens (partenaires) comme e-KNOWNET et ICONIC Marie-Curie, un binational PROCOPE avec l'Allemagne, six ANR (deux comme coordinateur), un PEPs et quatre projets locaux, RTRA ou LabEx. Par ailleurs, l'équipe est parvenue à obtenir des financements pour recruter quatre post-doctorants. L'équipe a organisé quatre conférences internationales et deux nationales. Finalement un jeune chercheur de l'équipe a reçu le prix de la division de Chimie Physique de la SCF en 2011. L'équipe a poursuivi une politique d'accueil de scientifiques et d'étudiants étrangers de haut niveau, qui ont beaucoup contribué aux résultats scientifiques. Manifestement les compétences de l'équipe DyR et les hautes performances des outils de recherche expérimentale disponibles rendent le laboratoire très attractif, y compris à l'échelle internationale.

A noter l'expertise de projets ANR et européens, la participation aux comités de sélection de projets sur SOLEIL et IRAMIS et la participation aux comités de recrutement de Maîtres de Conférences et de Professeurs des Universités à Paris essentiellement.

La participation à des conférences internationales est très active et tous les chercheurs de l'équipe ont été invités à donner des conférences à l'occasion de manifestations scientifiques internationales, même très prestigieuses.

En conclusion, le rayonnement et l'attractivité académique sont exceptionnels compte-tenu de la petite taille de l'équipe.

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

Les recherches entreprises au sein de l'équipe ont un caractère fondamental très marqué et sont donc assez éloignées des besoins à court terme d'entreprises industrielles, commerciales ou médicales. Bien que l'impact sociétal des travaux réalisés puisse être potentiellement considérable (cf. les travaux sur les nanotubes de carbone), l'implication de partenaires privés dans une recherche de ce type n'est pas facilement envisageable a priori.

Ceci dit, l'impact à court terme des activités de l'équipe dans l'environnement social, économique et culturel prend plusieurs formes. La plus importante est la formation de personnels (étudiants et jeunes chercheurs) très qualifiés dans un domaine technologique d'énorme importance (optique et lasers, comportement de la matière soumise à des conditions de rayonnement extrêmes). De plus l'équipe a mené plusieurs actions de divulgation « grand public » de ses travaux à travers des publications, des sites et des films sur le web. Finalement, signalons que l'équipe a déposé deux licences de logiciel et participe à des programmes CEA en collaboration avec la Direction de l'Energie Nucléaire.

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

L'équipe est bien structurée, avec un rapport équilibré entre chercheurs, ingénieurs et techniciens. En ce qui concerne les équipements mutualisés avec les autres groupes du LFP et les autres services du CEA, la très bonne synergie entre les différents personnels permet l'utilisation rationnelle des ressources existantes et les développements méthodologiques nécessaires pour de nouveaux montages expérimentaux. La mise en œuvre de ces équipements sophistiqués (lasers, faisceaux moléculaires, clusters de gaz rares etc) et leur amélioration progressive sont des tâches très exigeantes, qui n'auraient pas pu être menées à leur terme sans une stratégie pertinente et la forte implication de tous les membres de l'équipe.

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

Comme toutes les autres équipes du laboratoire, l'implication des personnels dans les structures de formation est une tâche ardue. D'une part il n'y a pas d'enseignant-chercheurs dans l'équipe et d'autre part le site de Saclay est éloigné des structures universitaires. Malgré ces handicaps certains, l'équipe s'est montrée très volontaire pour améliorer sa visibilité auprès des étudiants et de l'université en général. Par exemple en participant au conseil d'administration de l'école doctorale, à travers des enseignements donnés au niveau master, en encadrant plusieurs doctorants (cinq, dont trois thèses soutenues) et étudiants (en master, à l'École Normale Supérieure et à Institut d'Optique) ou encore en participant aux jurys de thèses ou de HDR.

Compte-tenu de la situation particulière du site de Saclay par rapport aux établissements de formation, toutes ces actions méritent d'être encouragées et soutenues.



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

Les projets de l'équipe sont en totale cohérence avec la stratégie du laboratoire. L'équipe combine habilement l'exploitation de son savoir-faire internationalement reconnu pour des études très fondamentales avec des recherches plus risquées aux retombées qui sont potentiellement majeures. L'expertise de l'équipe est telle que ces prises de risques, substantielles, conduiront de toute façon à des ouvertures et des découvertes nouvelles. Les financements sont déjà bien assurés, le projet est donc globalement très intéressant.

Ces dernières années, l'équipe a mis en œuvre des techniques innovantes et des approches théoriques nouvelles. Il est donc bien naturel que la stratégie pour le futur repose en bonne partie sur l'exploitation des équipements et approches théoriques récemment créés. Par exemple, l'équipe souhaite exploiter les opportunités offertes par le montage d'isolement d'espèces moléculaires bio-inspirées dans des gouttes d'hélium et les approches théoriques qui en découlent. Ceci concernera les études conformationnelles de peptides ou de sucres et les mécanismes de dissociation de petites molécules excitées.

Un aspect très positif du projet scientifique de l'équipe est la synergie avec d'autres groupes de l'IRAMIS ou d'autres institutions de la région parisienne. Ces partenariats peuvent prendre la forme de partage et d'hybridation de techniques ou celle d'intérêts communs pour des phénomènes et des classes de composés à étudier (SBM et ISMO). Notons notamment que l'équipe DyR dont des montages sont installés sur une chaîne laser du SLIC, est acteur du projet ATTOLAB, avec la responsabilité du terminal de physico-chimie/femtochimie. Des collaborations bien établies avec des expérimentateurs du LFP et des théoriciens (Toulouse) seront maintenues et de nouvelles vont démarrer (Rennes).

Dans l'ensemble, le projet est ambitieux, excitant et certainement faisable dans les cinq ans qui viennent.

## Conclusion

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

L'équipe possède une expertise remarquable, tant du point de vue du développement de techniques spectroscopiques de très haut niveau que de celui des approches théoriques originales, et s'appuie sur un réseau de collaborations à tous niveaux (de l'international au local). L'excellence des résultats scientifiques obtenus dans les domaines de la réactivité et des états excités est à souligner. La pertinence et l'originalité des projets, l'excellent niveau de leur reconnaissance internationale et enfin l'environnement scientifique exceptionnel du site (SPAM, SOLEIL,...) augurent de réalisations futures remarquables.

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

L'effectif de l'équipe présente une distribution en âges déséquilibrée. Le risque est ici que la transmission des compétences vers de jeunes chercheurs soit rendue difficile du fait de la diminution progressive en moyens humains, et entraîne la disparition des montages expérimentaux.

### ▪ *Recommandations :*

Il serait souhaitable que l'équipe se préoccupe le plus tôt possible, et nous sommes convaincus qu'elle en est tout à fait consciente, du recrutement de jeunes chercheurs. Dans le contexte actuel, le transfert de savoir-faire vers des partenaires sur la thématique cluster Fe-C paraît réaliste. Il serait intéressant pour l'équipe de se tourner davantage vers l'extérieur, notamment en renforçant les relations partenariales hors CEA, en particulier avec des industriels, afin d'assurer la pérennité des montages expérimentaux.

L'implication de l'Université Paris-Sud dans le LIDYL devrait constituer une bonne occasion pour attirer plus d'étudiants au niveau du doctorat ou du master. Il serait également judicieux d'élargir les champs d'application de l'expertise de l'équipe, éventuellement à travers de nouvelles collaborations avec d'autres équipes/institutions.

**Équipe 7 :**

Structures BioMoléculaires (SBM)

équipe LFP/LIDYL

Nom du responsable : M. Michel MONS

## 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	4	3
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	1
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<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>6</b>	<b>4</b>

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



## • Appréciations détaillées

L'équipe Structures Biomoléculaires (SBM) a été créée en 2008 par regroupement de physico-chimistes expérimentateurs et théoriciens autour du concept de paysage conformationnel appliqué à des biomolécules. Cette approche théorie/expérience présente une originalité certaine aux niveaux national et international. A ce jour l'équipe regroupe un théoricien et trois expérimentateurs (dont un senior à 40% ETP). Parmi ces quatre chercheurs, un est un jeune chercheur. Le nombre des permanents de cette équipe risque d'être à un niveau critique vu le départ en retraite d'un de ses membres prévu fin 2013.

Au cours de la période faisant l'objet de l'évaluation, l'équipe s'est consacrée essentiellement à quatre sujets de recherche :

1 - Validation des méthodes de chimie quantique pour prédire le paysage énergétique conformationnel de chaînes peptidiques en phase gaz par comparaison avec des mesures expérimentales (spectroscopie d'absorption UV-visible, spectroscopie de double résonance IR-UV). L'influence de molécules d'eau sur ces conformations a également été analysée, en particulier en déterminant les sites d'hydratation par l'analyse combinée spectroscopie de double résonance IR/UV et chimie quantique.

2 - Extension de la spectroscopie de double résonance UV - infrarouge pour sonder dans l'infrarouge lointain les libérations des molécules d'eau liant les extrémités des peptides.

3 - Détermination du système de liaisons hydrogènes NH---S dans les structures secondaires des protéines à partir de l'étude de chaînes peptidiques modèles.

4 - Expériences à double résonance UV-UV couplées à des calculs de chimie quantique dans l'état photo-excité pour élucider les mécanismes de désexcitation de peptides.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe SBM est experte dans le domaine de l'étude du repliement de peptides modèles en phase gazeuse en fonction de leur composition en acides aminés et de leur chiralité. La méthode de base de l'équipe consiste à comparer les spectres de double résonance optique avec les prédictions issues des modélisations en chimie quantique ab initio. La double (ou multi-) résonance optique en phase gazeuse permet de réaliser des mesures sélectives sur la nature des tautomères, isomères ou conformères. Les travaux actuels s'orientent vers des peptides modèles relativement complexes et visent à élucider la nature des interactions au sein d'une protéine. Ces travaux sont très originaux et leur impact significatif. Par exemple l'extension vers l'infrarouge lointain de la double résonance est certainement une ouverture marquante pour comprendre l'influence de la solvatation sur les conformations.

Les recherches ont indiscutablement une portée et une notoriété importantes. 21 articles ont été publiés dans les meilleures revues de chimie-physique : J. Phys. Chem., PCCP, Chem. Phys. Lett., ...) dont 3 dans une revue particulièrement prestigieuse (JACS d'IF=10.7). Parmi ces articles, 3 ont été cités plus de 20 fois depuis 2010, montrant ainsi bien l'impact important des travaux. Par ailleurs ces travaux ont donné lieu à 22 conférences invitées (18 internationales et 4 nationales) dont une bonne moitié dans des événements majeurs (par exemple 2 Gordon, 1 ACS et 1 AIP). Manifestement les critères de qualité, d'impact et de notoriété scientifique sont rencontrés.

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

L'équipe SBM est impliquée dans le RTRA « Triangle de la Physique », le LabEx PALM et dans le projet ANR « LASIHMODo » (comme coordinateur). A différents niveaux, les membres de l'équipe participent à l'animation scientifique régionale ou nationale à travers l'organisation de manifestations scientifiques (11), la participation à des sociétés savantes (Société Française de Physique, SFP, et Société Chimique de France, SFC) ou dans des GDR (participants). L'un des membres de SBM est ainsi sous-directeur de la Fédération de Chimie Physique de Paris Saclay et les implications dans les sociétés savantes ne sont pas « à la marge ». On peut citer par exemple le prix de la Division de Chimie Physique, commune à la SFP et à la SCF « Prix d'instrumentation en chimie physique » initié et organisé par un des membres de l'équipe. L'implication de l'équipe dans quelques parcours de l'Université Paris-Sud est à souligner, mais un seul doctorant a été recruté sur la période. L'équipe a cependant accueilli 4 doctorants (durée 1-4 mois) et 4 post-doctorants étrangers (plus d'un an), ce qui montre une certaine attractivité. On notera plusieurs participations à des jurys de thèse ou de HDR (12).



En conclusion, les membres du groupe s'investissent significativement dans des réseaux nationaux et autres sociétés savantes. Un nombre non négligeable de post-doctorants ont été recrutés et des thèses en collaboration réalisées. Les membres de l'équipe sont sollicités pour réaliser des expertises scientifiques en particulier pour l'ANR. Le bilan est donc satisfaisant compte-tenu de la petite taille de l'équipe.

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

Les recherches entreprises au sein de l'équipe sont très fondamentales, assez éloignées des besoins à court terme des entreprises. Bien entendu, s'agissant de molécules biologiques, l'impact sociétal à long terme des travaux réalisés est potentiellement considérable. L'équipe a mené plusieurs actions de divulgation « grand public » de ses travaux à travers des publications (deux articles dans « Le Monde ») et sa participation au projet européen e-KNOWLEDGE pour la transmission non académique des savoirs scientifiques. Un des membres de l'équipe est fortement impliqué dans des actions particulièrement intéressantes de formation et de collaboration scientifique vers des pays en voie de développement (Amérique Latine). Finalement, signalons que l'équipe participe à des programmes CEA en collaboration avec la Direction de l'Energie Nucléaire.

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

L'équipe SBM est de taille modeste mais sa structure est très cohérente par rapport à ses objectifs. L'équipe est experte dans son domaine et est capable de mettre en œuvre des développements méthodologiques originaux. La mise en œuvre de ces équipements sophistiqués et les améliorations portées à leurs performances sont des tâches très exigeantes, qui n'auraient pas pu être menées à leur terme sans une stratégie d'équipe pertinente. L'organisation détaillée de la vie scientifique n'est pas détaillée au niveau de l'équipe mais au niveau du LFP et du SPAM ce qui est logique compte tenu de la taille réduite des équipes.

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

L'équipe SBM évolue dans un contexte peu propice à des actions de formation académique, le laboratoire étant géographiquement éloigné des universités et aucun des personnels n'est enseignant titulaire. Il est donc très positif de constater que plusieurs membres de l'équipe assurent des enseignements spécialisés (~100h) en licence/master à l'Université Paris-Sud. A souligner aussi l'organisation des journées de l'école doctorale de l'Université Paris-Sud, la participation à des jurys de thèse et de HDR. En conclusion, l'implication de l'équipe dans la formation par la recherche est significative.

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

Les projets de l'équipe concernent d'une part l'exploitation, bien naturelle, du savoir faire acquis remarquable vers de nouveaux systèmes plus complexes et, d'autre part, l'exploration de nouvelles approches plus risquées vers des systèmes biologiques. Le projet le plus sûr, compte-tenu de l'expertise de l'équipe, concerne les études conformationnelles de systèmes modèles de chaînes protéiques ou polypeptidiques. Deux autres projets prometteurs comportent une prise de risque plus importante :

- L'analyse spectroscopique des intermédiaires réactionnels de molécules biologiques piégées dans des gouttes d'hélium liquide, en collaboration avec l'équipe DyR ;
- La dynamique des protéines dans leurs états excités, aussi en interaction avec le groupe DyR, pour élucider les processus non radiatifs. Cette problématique combine approches expérimentales et théoriques réellement novatrices. Bien entendu les premiers travaux envisagés concernent des systèmes modèles de peptides présentant par exemple des groupements fonctionnels -CO-NH- ou -CO-NH<sub>2</sub>. A plus long terme, ces recherches devraient converger vers des collaborations avec le groupe BME pour l'étude de peptides naturels.

Ces projets préfigurent des rapprochements notables avec les autres équipes du LFP. Cette stratégie est la bonne compte-tenu de la petite taille de l'équipe et du contexte actuel peu favorable à des recrutements. La création du nouveau laboratoire LIDYL sera certainement une opportunité pour renforcer les interactions avec d'autres équipes et attirer des étudiants en thèse.



## Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Expertise remarquable dans un domaine important impactant autant le fondamental que le sociétal. Fortes implications prometteuses avec les autres équipes du laboratoire pouvant conduire à des avancées exceptionnelles. Par ailleurs la future unité LIDYL permettra certainement une ouverture vers le milieu universitaire que l'équipe devra opportunément exploiter.

- *Points faibles et risques liés au contexte :*

Production scientifique de grande qualité mais qui pourrait être plus soutenue d'un point de vue quantitatif. L'équipe est potentiellement en sous-nombre, avec un départ à la retraite et un petit nombre d'étudiants en thèse.

- *Recommandations :*

Compte tenu de sa taille modeste et des objectifs visés par l'équipe, le rapprochement initié vers les autres équipes du LFP est indispensable. Le recrutement de doctorants et/ou de post-doctorants doit être une priorité de l'équipe.

**Équipe 8 :**

EDifices NANométriques (EDNA)

*équipe LFP*Nom du responsable : M<sup>me</sup> Cécile REYNAUD

## 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	10	
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	8	
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	7	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	25	

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	14	
Thèses soutenues	10	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	43	
Nombre d'HDR soutenues	2	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe présente une très bonne expertise dans le domaine de l'élaboration de nanomatériaux avec une spécificité marquée dans la maîtrise des méthodes d'élaboration par pyrolyse laser et de CVD. L'originalité des travaux repose sur des compositions chimiques très variées qui ne peuvent être obtenues facilement par d'autres procédés (SiC, Ti(O,N), Si-QDs, ...) à l'échelle nanométrique. Une autre dominante de l'équipe concerne les nanostructures carbonées sous forme de réseaux de nanotubes orientés perpendiculairement par dépôt catalytique en phase vapeur à partir d'aérosol. Pratiquement toutes les recherches visent des applications industrielles ou anti-pollution, et couvrent l'entière gamme qui va de l'élaboration de nouveaux nano-objets et de l'étude de leurs propriétés, à l'optimisation de procédés de production de dispositifs à un niveau presque industriel.

L'innovation et le transfert technologique sont des points forts de l'équipe avec la création d'une start-up proposant un kit diagnostic de la qualité de l'air par des capteurs nano-poreux et l'émergence d'une spin-off dédiée au développement de réseaux de nanotubes de carbone à grande échelle. La question du risque sanitaire et environnemental soulevée par l'utilisation de nanomatériaux est également une priorité de l'équipe engagée dans plusieurs programmes européens dédiés.

Une très longue liste de groupes partenaires français, et une moindre mais significative de partenaires étrangers, témoignent de l'ouverture nationale et internationale de l'équipe. Presque toutes les recherches décrites dans le dossier sont le résultat de collaborations avec des équipes externes au CEA. L'équipe a participé à plusieurs projets internationaux (trois sont en cours en 2013), bien que leur contribution au budget soit tout à fait minoritaire. La reconnaissance internationale des résultats obtenus par l'équipe est aussi démontrée par de nombreuses invitations de ses effectifs à des conférences internationales.

Le volume de publications est très bon avec 91 publications sur la période 2008-2013, soit 2,35 publications/an/chercheur et 17 brevets. Les articles sont publiés dans des journaux de bon niveau, avec un facteur d'impact moyen de 4,0 avec 11 articles publiés dans des journaux d'IF > 7, ce qui témoigne d'une très bonne dynamique de publication de l'équipe.

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

Le pilotage de l'équipe repose sur les compétences indéniables de son leader fortement impliqué dans la gouvernance du SPAM ; EDNA est impliquée dans le RTRA « Triangle de la Physique », le LABEX NanoSaclay et l'équipex TEMPOS. Cette dynamique se répercute sur l'investissement des membres de l'équipe à participer à un très grand nombre de projets (52) locaux, nationaux (par exemple 14 ANR dont 4 coordinations) et internationaux (par exemple 6 FP6/7 dont 2 coordinations) en qualité de porteur ou de partenaire. La notoriété des chercheurs seniors est reconnue dans le domaine des nanosciences avec 27 conférences invitées dont 23 internationales, de nombreuses sollicitations à la participation à des jurys de thèse/HDR et au travers d'un large réseau de collaborations nationales académiques et industrielles. On note une contribution non négligeable et encourageante des membres plus jeunes au travers des 97 contributions acceptées dans des conférences internationales. Plus de la moitié des chercheurs sont par ailleurs impliqués dans des réseaux ou sociétés savantes en lien avec leur activité de recherche.

La reconnaissance des compétences techniques de l'équipe se traduit aussi par son rôle d'expert dans le partenariat avec l'Université d'Orléans pour la création d'une plate-forme pilote de synthèse de nanoparticules par pyrolyse laser.



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

L'équipe est exemplaire en termes de valorisation des connaissances scientifiques à en juger par les 17 brevets déposés ou en cours - dont huit licences d'exploitation (en augmentation par rapport au précédent contrat) et les fortes interactions avec les partenaires industriels. L'équipe a contribué à la naissance de deux start-ups (huit brevets) dont l'activité est centrée sur les compétences acquises par l'équipe. La première (ETHERA) existe depuis 2010 et commercialise déjà un détecteur de polluants atmosphériques, la seconde (NAWatechnologies), fondée en 2013, vise la production de super-condensateurs constitués de surfaces habillés de nanotubes de carbone alignés verticalement. Par ailleurs, plusieurs partenariats industriels de longues durées, jusqu'à cinq ans, témoignent de l'intérêt des entreprises pour l'offre de cette équipe. Les investissements en matière d'innovation et de création d'entreprise ont d'ailleurs été récompensés cinq fois ces trois dernières années.

L'équipe s'est fortement impliquée dans des actions de vulgarisation de la science. On notera en particulier la contribution très originale de l'équipe et de l'ensemble du laboratoire au réseau e-Knownet ainsi qu'à des émissions audiovisuelles (E=M6, Tivipro, TV France, ...). Cette forte implication sociétale reflète l'engagement de ces chercheurs à une diffusion de la Science auprès du public en adéquation avec la politique de valorisation et de principe de précaution (nanotoxicité) menée par l'équipe.

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

L'équipe, nombreuse, présente une répartition équilibrée entre chercheur, CEA ou CNRS plus minoritaire, et personnel technique en adéquation avec le caractère très technique des installations que requiert les procédés d'élaboration de nanomatériaux. L'expansion de l'équipe au cours de la période 2008-2013 reste faible (+un chercheur, +un ingénieur, +un technicien) compte tenu de l'investissement considérable de plusieurs chercheurs dans la création des deux start-ups. En matière d'équipement, outre le parc non négligeable du LFP, les activités de l'équipe bénéficient des infrastructures du CEA et des interactions fortes avec les structures locales des institutions du sud de Paris et au-delà (Université Paris-Sud, de Bourgogne, de Limoges, de Lyon 1, ...).

L'équipe et les sous-groupes tiennent des réunions périodiques pour discuter la stratégie et l'organisation du travail et participe aux réunions et rassemblements (journées scientifiques, journées des doctorants, ...) organisés au niveau du SPAM.

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

L'attraction exercée par un groupe très actif dans un domaine d'une telle importance technologique sur les étudiants et les jeunes chercheurs est évidente. Il ne fait pas doute que la formation par la recherche à ce niveau d'excellence est un service d'énorme importance pour l'industrie et la société. De fait, depuis 2008, l'équipe a reçu 43 post-doctorants, 24 doctorants (10 thèses soutenues), et environ 40 étudiants de master avec une interaction privilégiée avec l'ED n°470. Les étudiants contribuent chaque année à la diffusion des résultats de leurs travaux à travers des exposés au sein du SPAM.

L'absence d'enseignants-chercheurs au sein de l'équipe justifie la faible participation (<100h) en matière de formation. On note cependant une implication de chaque chercheur en matière d'enseignement pour quelques heures dans différentes institutions (Institut national de recherche et de sécurité, Institut national des sciences et techniques nucléaires, Ecole d'Ingénieur de Dijon, ...).

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

La stratégie à cinq ans correspond à un mélange bien équilibré de continuité et d'innovation. La continuité est avant tout représentée par l'exploitation des techniques de synthèse que l'on a mis en œuvre pendant les dernières années (pyrolyse laser, nanoparticules d'or, nanotubes de carbone alignés verticalement, ...). Plusieurs applications, par exemple les nanoparticules cœur-coquille comme constituants des anodes pour batteries, la plasmonique de nanoparticules métalliques, ou les biodétecteurs, sont des projets nouveaux avec un plus grand pourcentage de risque. Dans l'ensemble, le projet paraît ambitieux mais faisable dans cinq ans, dans les limites d'incertitude d'une activité de recherche complexe et diversifiée.



Le rapport de l'équipe fait référence à la réorganisation de l'IRAMIS envisagée dans le futur prochain, avec une appréciation positive de ses effets. La distribution des âges des effectifs de l'équipe assure une bonne continuité des activités pendant la période 2014-2018. Dans le rapport, on sollicite des recrutements pour l'équipe technique, ce qui semble bien raisonnable. L'importance des projets financés en cours et le dynamisme de l'équipe semblent assurer que le budget sera suffisant pour soutenir les plans de recherche envisagés.

## Conclusion

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

- stratégie de l'équipe en matière d'innovation et de valorisation des acquis ;
- bon équilibre entre développement de nouveaux procédés d'élaboration de nanomatériaux fonctionnels et leur intégration dans des dispositifs à fort potentiel ;
- important réseau de collaborations, aussi bien avec des groupes de recherche académiques que des partenaires industriels, y compris deux start-ups créées par l'équipe ;
- très importante activité de formation par la recherche et forte contribution des jeunes membres non permanents aux activités de l'équipe.

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

- le nombre de publications dans des journaux à haut facteur d'impact est insuffisant compte tenu de la qualité des résultats scientifiques ;
- l'aspect fondamental des recherches menées n'est pas suffisamment développé voire affiché ;
- l'engagement dans l'enseignement est assez faible.

### ▪ *Recommandations :*

- renforcer les liens avec la communauté scientifique plus fondamentale ;
- aller vers une sélectivité encore plus exigeante des journaux pour affirmer la qualité des résultats expérimentaux, et renforcer le caractère fondamental des recherches du groupe ;
- favoriser les réseaux internationaux tant sur l'aspect disciplinaire que financier ;
- consolider l'évolution de l'équipe par la promotion des plus jeunes (HDR) compte tenu du grand nombre de doctorants et post-doctorants accueillis par l'équipe ;
- l'équipe dont la taille est suffisante pourrait bénéficier d'un affichage (officiel) plus clair en proposant des animateurs thématiques/sujets de recherche ;
- s'impliquer de façon plus significative dans l'enseignement.

**Équipe 9 :**

Physico-Chimie sous Rayonnement (PCR)

équipe LIDYL

Nom du responsable : M. Jean-Philippe RENAULT

## 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		4
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		3
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>		7

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

L'équipe PCR (Physico-Chimie sous Rayonnement) a été évaluée sous le nom LRAD (Laboratoire de Radiolyse) dans le cadre de l'évaluation de son laboratoire actuel, le Service Interdisciplinaire sur les Systèmes Moléculaires et les Matériaux (SIS2M, UMR 3299 CEA-CNRS). Son rattachement au LIDYL prend effet dès la création de cette nouvelle unité. Ce changement s'accompagne d'une réorientation de ses thèmes de recherche, avec l'abandon progressif de ses activités sur les matériaux du nucléaire et un développement plus marqué vers la cinétique chimique aux temps ultra-courts, les systèmes biomoléculaires et biomimétiques. Son arrivée au LIDYL a été préparée en définissant des projets communs avec des équipes du LIDYL, PHI, DyR et BME. Un projet fédérateur en instrumentation concerne l'utilisation par PCR de sources pulsées secondaires (électrons, ions) créées par interaction laser-plasma (équipe PHI).



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite

Début : 28 novembre 2013 à 8h30

Fin : 29 novembre 2013 à 17h30

Lieu de la visite : Saclay

Institution : CEA

Adresse : Plateau de Saclay

Locaux spécifiques visités : Bâtiment 522

### Déroulement ou programme de visite

Déroulement du Comité de visite du SPAM et du Laboratoire Francis Perrin (LFP)

Jeudi 28 novembre :

08h30 :	Accueil du comité d'experts
08h30 - 08h50 :	Réunion à huis clos des membres du comité d'experts
08h50 - 10h15 :	Présentation du bilan et du projet de l'unité par le(s) directeur(s) en présence des membres du comité d'experts, des représentants des tutelles, du délégué scientifique AERES et des membres de l'unité
08h50 - 09h05 :	Bilan du SPAM par M <sup>me</sup> Cécile REYNAUD
09h05 - 09h20 :	Bilan du LFP par M. Dimitra MARKOVITSI
09h20 - 09h40 :	Projet IRAMIS par M. Didier NORMAND
09h40 - 10h00 :	Projet du SPAM par M. Philippe MARTIN
10h00 - 10h15 :	Questions
10h15 - 10h30 :	Pause Café
10h30 - 12h30 :	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
12h30 - 13h00 :	Débriefing en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES
13h00 - 14h00 :	Déjeuner - buffet avec les membres de l'Unité
14h00 - 16h00 :	Visite des équipes 1 par groupes d'experts



- 16h00 - 16h30 : Débriefing en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES
- 16h30 - 18h30 : Visite des équipes 2 par groupes d'experts
- 18h30 - 19h00 : Débriefing en présence uniquement des membres du comité et du délégué scientifique AERES
- 19h00 - 19h45 : Rencontre du comité d'experts avec les directeurs du SPAM et du LFP

Vendredi 29 novembre :

- 08h30 - 10h30 : Visites des équipes 3 par groupes d'experts
- 10h30 - 11h00 : Débriefing en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES
- 11h00 - 12h30 : Rencontres du comité d'experts avec les représentants du personnel en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué AERES
- 11h00 - 11h30 : Personnels techniques (AP tit)
- 11h30 - 12h00 : Chercheurs (CH tit)
- 12h00 - 12h30 : Doctorants et post doctorants
- 12h30 - 13h45 : Déjeuner-rencontre avec les représentants des tutelles en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES
- 13h45 - 14h10 : Entretien avec les représentants des Écoles Doctorales, en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES
- 14h10 - 14h30 : Rencontre finale du comité d'experts avec les directeurs, en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES
- 14h30 - 17h30 : Réunion à huis clos du comité d'experts, en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES
- 17h30 : Fin de la visite



## Jeudi après-midi :

Visites / groupe	G1	G2	G3	G4
Visite 1a 14h-15h	SLIC	ATTO	BME	DyR
Visite 1b 15h-16h	PHI	MHDE	SBM	EDNA
Visite 2a 16h30-17h30	ATTO	PHI	EDNA	SBM
Visite 2b 17h30-18h30	MHDE	SLIC	DyR	BME

## Vendredi matin :

Visite / groupe	G1 & G2	G3 & G4
Visite 3a 8h30-9h00	BME	SLIC
Visite 3b 9h00-9h30	EDNA	ATTO
Visite 3c 9h30-10h00	SBM	PHI
Visite 3d 10h00-10h30	DyR	MHDE



Direction des Sciences de la Matière  
Institut Rayonnement Matière de Saclay

Le Chef d'Institut



M. Pierre GLAUDES

Directeur de la Section des Unités  
de Recherche  
AERES  
20, rue Vivienne  
75002 PARIS

Saclay, le 17 mars 2014

Objet : Rapport d'évaluation **S2PUR150007584 - SPAM - Service des Photons Atomes et Molécules - 0912281K** de l'unité SPAM, Service des Photons, Atomes et Molécules

Réf. : IRAMIS-DIR/MS-CB/2014-013

Monsieur le Directeur,

Nous nous associons au Directeur du SPAM et à la Directrice du LFP, pour remercier le Président, le Délégué scientifique et les membres du comité d'experts pour leur analyse approfondie des unités SPAM et LFP. Les recommandations formulées seront d'une grande utilité dans le cadre de la mise en œuvre du projet de la nouvelle unité mixte de recherche LIDyL.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de nos salutations distinguées.

Hervé Desvaux  
Chef d'institut

Maria Faury  
Directrice adjointe des Sciences de la Matière