



**HAL**  
open science

## LPGP - Laboratoire de physique des gaz et des plasmas

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LPGP - Laboratoire de physique des gaz et des plasmas. 2014, Université Paris-Sud, Centre national de la recherche scientifique - CNRS, École supérieure d'électricité privée Supelec. hceres-02032943

**HAL Id: hceres-02032943**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02032943v1>**

Submitted on 20 Feb 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



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

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas

LPGP

Sous tutelle des  
établissements et organismes :

Université Paris-Sud

Centre National de la Recherche Scientifique – CNRS



Décembre 2013



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

Section des Unités de recherche

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

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

*Au nom du comité d'experts,*

- M. Jean-Michel POUVESLE, 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 de physique des gaz et des plasmas
Acronyme de l'unité :	LPGP
Label demandé :	UMRS
N° actuel :	8578
Nom du directeur (2013-2014) :	M. Gilles MAYNARD
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M. Tiberiu MINEA

## Membres du comité d'experts

Président :	M. Jean-Michel POUVESLE, GREMI, Orléans
Experts :	M <sup>me</sup> Agnès GRANIER, Institut des Matériaux Jean Rouxel, IMN, Nantes (représentante du CoNRS)
	M. Patrick MARTIN, Centre Lasers Intenses et Applications, Université Bordeaux 1
	M <sup>me</sup> Françoise MASSINES, Procédés, Matériaux et Énergie Solaire, Perpignan
	M. Patric MUGLI, Werner-Heisenberg-Institut, Munich
	M. Roland STAMM, Physique des Interactions Ioniques et Moléculaires, Marseille (représentant du CNU)

### Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Serge BOUFFARD

### Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Etienne AUGE, Université Paris-Sud  
M. Jamel BENREDJEM (École Doctorale - Ondes et Matière n°288)  
M. Jean-Jacques GUILLEMINOT, CNRS, délégation régionale  
M<sup>me</sup> Marie-Yvonne PERRIN, CNRS, INSIS  
M. Eric SIMONI, Université Paris-Sud

## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas (LPGP), créé à la fin des années cinquante par M. Jean-Loup DELCROIX, a été le premier laboratoire français dédié à la physique des plasmas. Unité mixte de recherche de l'Université Paris-Sud (UPS) et du CNRS, il est implanté depuis sa création sur le campus d'Orsay de l'UPS et rattaché à la Faculté des Sciences. Une équipe est également hébergée dans les locaux de l'École SUPELEC, sur le site de Gif-sur-Yvette. Le LPGP a pour tutelle principale CNRS l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (INSIS) et pour tutelle secondaire l'Institut de Physique (INP).

### Équipe de direction

Le LPGP est dirigé depuis mai 2005 par M. Gilles MAYNARD et M. Stéphane PASQUIERS, respectivement directeur et directeur adjoint.

### Nomenclature AERES

ST2

### Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	7	7
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	10	10
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	14	14
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	7	7
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	2
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	11	
Thèses soutenues	27	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	3	
Nombre d'HDR soutenues	2	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	13	14



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

Le Laboratoire de physique des gaz et des plasmas (LPGP), UMR CNRS/Université Paris-Sud, est un laboratoire d'excellent niveau travaillant dans le domaine des plasmas de laboratoire hors équilibres, froids (2/3 de l'activité) et chauds (1/3). Les activités du LPGP concernent la génération, le diagnostic et la modélisation de ces plasmas ainsi que leurs interactions avec leur environnement. On y trouve une très grande variété de réacteurs et d'expériences, et le développement de codes performants, qui permettent d'aborder des recherches allant du fondamental au très appliqué. La production scientifique est abondante et d'excellente qualité, avec cependant une disparité entre les différentes équipes. Ces équipes, au nombre de cinq, très autonomes sur le plan scientifique, sont en général très performantes et reconnues dans leur domaine spécifique, avec de bonnes collaborations nationales et internationales. Elles sont adossées à des services communs restructurés efficaces et appréciés. Elles sont sans doute trop nombreuses pour la taille du laboratoire qui a connu de nombreux départs non remplacés. Le LPGP est parfaitement intégré, et acteur à tous les échelons et dans les très nombreuses structures, dans le nouveau contexte local de l'Idex Paris-SACLAY, avec une participation importante à la formation et à la structuration de la recherche. Son activité contractuelle, de niveau élevé, est à la fois un atout et un risque (manque à terme en personnel). Les efforts de la direction ont conduit à un fonctionnement de l'unité exemplaire qui satisfait unanimement les personnels. Le projet, relativement ambitieux pour la taille de l'unité, est essentiellement en continuité des projets actuels avec un nouvel accent mis sur les domaines d'interface (énergie, vivant).

### Points forts et possibilités liées au contexte

#### *Production et qualité scientifiques.*

Le LPGP a une production soutenue et d'excellent niveau (avec cependant certaines disparités) émanant de travaux variés présentant un bon équilibre entre recherche fondamentale et recherche appliquée, menés par des personnels motivés. Compte tenu de ses forces, de ses spécificités et de ses compétences, son positionnement scientifique est approprié et bien intégré dans le paysage national et international où il dispose d'une bonne visibilité.

#### *Rayonnement et attractivité académique.*

Le LPGP est un laboratoire connu et reconnu dans les communautés nationale et internationale concernées et dont les membres sont fortement impliqués dans les structures et réseaux qui en dépendent. Le LPGP a une excellente insertion dans son environnement local. Il est un acteur dynamique dans de nombreuses structures.

#### *Interaction avec l'environnement social, économique et culturel.*

Le LPGP a une activité contractuelle et de projets soutenue et diversifiée. Ses nombreux contrats traduisent une bonne interaction avec des entreprises de toutes tailles. Il conduit des projets débouchant sur des aspects de valorisation.

#### *Organisation et vie de l'unité.*

Le fonctionnement du laboratoire est excellent. L'équipe de direction a su créer une ambiance de travail propice à l'épanouissement des personnels permanents et non permanents. L'ensemble des personnels est satisfait de la marche de l'unité malgré les contraintes occasionnées par la diminution du nombre de permanents. Le fonctionnement du conseil de laboratoire est tout à fait satisfaisant. L'unité bénéficie d'une excellente communication interne. Les personnels techniques et d'encadrement de la recherche assurent un travail remarquable. Le renforcement des services communs a été bénéfique.

#### *Implication dans la formation par la recherche.*

Les doctorants apprécient leur accueil et leur encadrement. Les membres de l'unité interviennent dans des Masters tant dans leur mise en place que dans l'enseignement dispensé.

#### *Stratégie et projet à cinq ans.*

Le projet scientifique est cohérent et construit sur des bases solides, faisant vraiment appel au socle de compétence des permanents de l'unité. Il est bâti dans la continuité des travaux engagés sur la période précédente.

L'accent est mis sur des domaines d'interface visant à des applications à fort impact sociétal. Le comité d'experts fait confiance à l'équipe de direction pressentie pour les mener à bien.

### Points faibles et risques liés au contexte

#### *Production et qualité scientifiques.*

Le comité d'experts regrette le très peu d'interactions entre les équipes et la quasi absence de projet transversaux. Il redoute aussi les risques de dispersion particulièrement favorisés par la multiplication des appels à projet de tous ordres. Il existe de fortes disparités dans la production. Celle-ci pourrait être fortement affectée par les départs en retraite et les postes non remplacés.

#### *Rayonnement et attractivité académique.*

Le nombre de visiteurs étrangers est assez faible. On peut noter des grandes disparités dans les conférences invitées que ce soit au niveau des équipes ou des chercheurs. De plus un grand nombre de celles-ci, plus de la moitié, ont été données par des émérites ou personnel maintenant à la retraite.

Point lié au contexte : les conditions de travail (locaux assez vétustes et salles d'expériences exigües) peuvent contribuer à ne pas attirer certains extérieurs, notamment des étudiants, doctorants et post-doctorants.

#### *Interaction avec l'environnement social, économique et culturel.*

Le laboratoire a peu de contrats européens. Le nombre élevé d'expériences (en relation ou non avec des contrats) peut à terme devenir un problème en raison de la diminution sensible des supports techniques et d'accompagnement de la recherche.

#### *Organisation et vie de l'unité (ou de l'équipe).*

Les équipes sont pour la plupart de petite taille et clairement disjointes. Compte tenu du nombre de permanents du laboratoire, on pourrait s'attendre à un nombre d'équipes plus petit. Les problèmes liés au non-renouvellement des départs (26 départs pour 14 arrivées en dix ans, 15 pour 9 sur la dernière période avec un grand déficit CNRS) peuvent devenir dramatiques, d'autant que d'autres départs sont à venir. Les locaux sont dispersés (quatre localisations sur trois sites), relativement encombrés et pour certains vétustes. La sécurité est remise en cause dans certains locaux (bâtiment 214, local compresseur).

#### *Implication dans la formation par la recherche.*

Le nombre de doctorants a connu une baisse significative. L'implication des personnels dans la formation par la recherche est très inégale.

Point lié au contexte : le laboratoire a le plus petit taux de retour sur les financements de thèse par HdR disponibles au sein de l'École Doctorale Ondes - Matières.

#### *Stratégie et projet à cinq ans.*

Le grand nombre de montages expérimentaux peut être à terme un problème. La multiplication des expériences met une lourde pression sur les personnels. Cela sera d'autant plus vrai qu'un temps non négligeable risque d'être consacré à des déménagements de salles et la réinstallation de locaux avec le réaménagement prévu au sein du bâtiment 210. A cela s'ajoute le projet PLASMEX qui peut lui aussi générer un surcroît de travail pour les personnels concernés.

Points liés au contexte :

- Agrandissement du périmètre de l'École Doctorale à de nouveaux laboratoires ; incertitudes sur de nouveaux recrutements.

- Problème (totalement indépendant du laboratoire) de la relocalisation de la plateforme LASERIX qui fragilise dramatiquement l'équipe LXA.



## Recommandations

La nouvelle direction devra veiller à ce que le laboratoire n'aille pas vers une dispersion thématique ou une multiplication des nouvelles expériences (facilement générées par le financement par appel à projets) compte tenu de la taille actuelle de l'unité et des possibilités relativement restreintes de recrutement à court terme. Dans ce cadre, le laboratoire devra veiller à adapter sa stratégie à l'évolution du nombre de permanents, en tenant compte des difficultés prévisibles pour assurer les remplacements sans perte de compétences. Il devra assurer une politique volontaire de recrutement d'enseignants-chercheurs, chercheurs et personnels techniques. Parallèlement à cela, bien que des efforts très importants aient déjà été accomplis en ce sens au cours de la dernière période, la direction devra encourager le développement d'actions de recherche transversales entre les équipes et au sein même des équipes. La politique scientifique de l'unité doit pouvoir conduire à terme à une réduction du nombre d'équipes favorisant encore plus le partage des compétences et limitant la possible dispersion thématique évoquée plus avant.

La production scientifique est d'excellent niveau mais relativement inégale. Une attention particulière doit être portée au suivi des moins productifs et à l'importance des communications orales dans certains cas. L'effort pour s'impliquer dans les différents masters et structures de recherche dans le cadre de l'Université Paris-Sud (UPSud) et de l'Idex Paris-Saclay devra être poursuivi. Cela ne fera que concourir à la visibilité et l'attractivité de l'unité et, sans doute, à favoriser le recrutement de doctorants dont le nombre a substantiellement baissé. Sur ce dernier point, le comité d'experts est tout à fait conscient que le laboratoire n'a pas toutes les cartes en main, mais une action volontariste en ce sens peut-être précieuse pour inverser la courbe favorablement.

Le LPGP est un acteur essentiel et reconnu (cela ayant été souligné par les tutelles) du paysage universitaire et de la recherche dans le grand ensemble maintenant identifié sous le label Université Paris-Saclay, ensemble cependant complexe aux multiples structures et laboratoires dont plusieurs s'inscrivent dans les mêmes domaines d'activités ou des domaines connexes à ceux de l'unité. Dans un contexte relativement difficile de recrutement ou de remplacement des départs, il est évident que le laboratoire devra réfléchir en permanence à son positionnement et favoriser les synergies possibles.

L'unité peut être véritablement fragilisée si elle n'arrive pas à recruter des ITA/BIATS et par ailleurs, il est plus qu'important qu'un effort soit fait pour permettre au personnel du laboratoire de travailler dans les meilleures conditions possibles. Tout doit être mis en œuvre pour regrouper, et restructurer rapidement les différents sites de la vallée au bâtiment 210 dans des conditions élémentaires de sécurité. De plus, une solution durable sur le long terme doit être très rapidement trouvée, en accord avec l'équipe LXA, pour la réinstallation de la plate-forme LASERIX ; il faudra veiller à ce que le soutien technique et les locaux nécessaires soient adaptés.

L'équipe porteuse du projet a les capacités de mener le projet présenté.





### 3 • Appréciations détaillées

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

Les activités du LPGP concernent la génération, le diagnostic et la modélisation des plasmas hors équilibre de laboratoire ainsi que leurs interactions avec leur environnement, d'où des travaux en lien avec d'autres disciplines que sont principalement les sciences des matériaux, la chimie et la biologie. Les recherches font intervenir une très grande variété de systèmes de décharges et d'expériences couvrant un très large spectre de mode d'excitation (RF, magnétron, microondes, décharges rapides, décharges à barrière diélectrique, jets, interactions laser/gaz et laser/surface, ...) et de pressions d'utilisation (des basses pressions aux expériences multiatmosphériques). Le plus souvent, les expériences sont associées au développement de codes performants et reconnus. Cet ensemble permet d'aborder des recherches allant du fondamental au très appliqué. Ce continuum sera encore mieux pris en compte avec la mise en place de PLASMEX sur laquelle on reviendra dans la partie projet.

La production est abondante (222 Articles dans des revues à comités de lecture, 85 Conférences Invitées, 354 Conférences orales ou par affiche, 6 Brevets), d'excellente qualité avec cependant une répartition inégale entre les différentes équipes. Le nombre élevé de conférences invitées traduit bien la reconnaissance du laboratoire sur le plan national et international, cependant là encore avec des disparités importantes suivant les thématiques. Le laboratoire occupe une position phare sur les aspects liés :

- à l'accélération d'électrons relativistes par plasma laser dans des capillaires diélectriques et les émissions X associées ;

- à l'amplification d'harmoniques dans des plasmas de laser X en cible solide ;

- à la génération et la métrologie de nanoaérosols dans des plasmas atmosphériques ;

- à la création et au diagnostic de décharges couronne diffuses ultra brèves ;

- au développement de micro jets de plasma atmosphériques et de réseaux de micro décharges ;

- à la compréhension de la cinétique réactionnelle atmosphérique de traitement des effluents gazeux ;

- à la modélisation des injecteurs de neutres pour ITER ;

- à la modélisation des plasmas magnétron et expériences couplées (évidence d'interactions multiples) ;

- à la création de microplasmas atmosphériques microondes dans des capillaires.

Il est aussi important de citer les contributions de tout premier ordre sur des thématiques qui ne seront pas maintenues au laboratoire suite à des départs : les interactions faisceaux d'ions/plasma denses et les études sur la foudre.

Sur la période, l'impact en termes scientifiques est en général assez bon avec des papiers cités dans toutes les thématiques. Les journaux de publications, relatifs aux divers domaines, sont en général de très bon niveau.

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

Le LPGP est un laboratoire connu et reconnu dans les communautés nationale et internationale concernées et dont les membres sont fortement impliqués dans les structures et réseaux qui en dépendent. L'implication est aussi très forte dans toute la structuration locale impliquant l'Université Paris -Sud ou l'Idex Paris-SACLAY avec le CNRS, le CEA et les grandes écoles (CSIS : Collège des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes). Plusieurs équipes sont impliquées dans des projets ou contrats incluant des laboratoires étrangers (Projet EuroLEAP, contrat européen NEST-STREP (coordination), Réseau LaserLab, collaborations bilatérales avec l'Allemagne, le Portugal, la Russie, l'Algérie, l'Espagne, les USA, la Suède, le Brésil, la Grande-Bretagne, l'Italie, l'Irlande, la Roumanie...).

On trouve des membres du LPGP dans de nombreuses instances locales et nationales : Fédérations ILP, LUMAT, FCM ; Pôle Lumière Extrême ; RTRA Triangle de la Physique (Vice-présidence de la Commission de la Vie Scientifique, comité de pilotage, directeur adjoint) ; labex LaSIPS et PALM (bureau), équipex CILEX (Appolon MultiPW, LASERIX, initiative Phac-Cilex) ; ICFA, panel on Advanced and Novel Accelerators (ANA), Nano-K Ile de France, réseau C-Nano, GDRs Applix et ABioPlas (responsable thème), CS CEA DAM, Présidence SFP Plasma (présidence de division).



Le LPGP reçoit régulièrement des visiteurs étrangers pour des séjours de courte durée (~ mois), un pour une période universitaire complète. Leur nombre reste cependant assez modeste pour la taille de l'unité. L'unité récemment a recruté un chercheur étranger de très bon niveau.

Plusieurs membres du laboratoire ont reçu des prix importants (Prix Aimé Cotton, Prix international de l'innovation EPS-plasmas, Prix de thèse ASFERA). Les personnels participent régulièrement (CS, CO) à l'organisation de journées thématiques (Journées accélérateurs, CO), de workshops (IWM6, Chair CO ; IWM6, LPA, EAAC, CS) et de conférences (Plasma SFP, MIATEC 2010, MIATEC 2011, Chair CO ; SFP 2013, CO ; Laser X 2012, GD 2012, 2014, Aérosols, CO ; IVC 19, CPPA, ESCAMPIG, ECLIM, EAAC, CS).

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

Le LPGP a une activité contractuelle et de projets soutenue et diversifiée (en moyenne 850 k€/an, 76 items identifiés avec cependant 25 correspondant à des sommes inférieures ou égales à 10k€) dont neuf projets ANR sur la période.

On peut noter une bonne interaction avec des entreprises de toutes tailles (de la start-up au grand groupe). Toutes les équipes du laboratoire sont concernées (à des niveaux différents bien sûr, voir les analyses par équipe) ce qui traduit bien la volonté du laboratoire d'avoir une ouverture importante sur les applications et le monde de l'entreprise. Dans ce cadre, les contrats peuvent aussi bien concerner le développement de logiciels spécifiques (par exemple gyrolaser, ITER), que l'étude de nouveaux procédés (par exemple couches minces, croissance de nanotubes de carbones (NTC), combustion, de composés organiques volatiles (COV), neutraliseur d'aérosols, guidage UV) où le développement et l'optimisation de systèmes pré-industriels ou industriels (par exemple traitement de surface au déroulé, laser à gaz fibré portable, lampe excimère, stérilisateur). On peut souligner les nombreuses et importantes collaborations avec des entreprises de l'équipe DIREBIO, dont un important contrat dans le cadre d'un projet OSEO/ISI qui doit normalement déboucher sur la commercialisation d'un produit (nouvelle source de lumière pour la décontamination bactériologique).

Le laboratoire a déposé six brevets au cours de la période écoulée et continue de collaborer avec la société développant des stérilisateurs par plasma d'azote à partir d'un brevet LPGP 2006. La part contractuelle européenne ou internationale reste assez faible. Il faut noter les relations avec des entreprises étrangères sur le contrôle de la charge ou la neutralisation des aérosols.

Des membres de l'unité participent régulièrement à des actions de formations organisées dans le cadre des formations SFV (formation continue).

Mises à part quelques informations éparses, le comité d'experts n'a eu que peu d'informations sur les actions de vulgarisation ou de communication auprès du grand public.

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

Il est important d'emblée de souligner que l'ensemble des personnels, toutes catégories confondues, a tenu à souligner le travail considérable de l'équipe de direction et lui témoigner son entière satisfaction sur le fonctionnement de l'unité et son total engagement. Les personnels ont exprimé leur gratitude à l'égard d'un directeur toujours à l'écoute, disponible et efficace. Ils ont aussi souligné le rôle important de l'administrateur qui fait preuve d'un grand professionnalisme et facilite quotidiennement la vie de l'unité.

Le LPGP est organisé en cinq équipes de recherches et des services communs. Il est évident que le nombre de ces équipes est sans doute trop important compte tenu du nombre (17) d'enseignants-chercheurs et chercheurs permanents (deux équipes ne comportent que deux permanents, de plus sans support ITA/BIATS). Cette structuration de l'unité correspond cependant à un resserrement des thématiques par rapport aux activités du laboratoire avant le quadriennal précédent. Mais elle est justifiée par le large panel des sujets de recherche abordés qui correspondent à des domaines de compétences établis. Par contre, elle peut conduire à la fragilisation des programmes à long terme si les recrutements espérés ne viennent pas rapidement apporter les moyens humains nécessaires.

Le laboratoire a privilégié le renforcement des services communs (neuf permanents plus un CDD) par rapport à l'affectation de supports dans les équipes (cinq permanents). Cette démarche, acceptée de tous, est tout à fait positive et renforce encore la cohésion de l'unité. Le comité d'experts tient à souligner l'efficacité et le professionnalisme des personnels appartenant à ces services, qui malgré la baisse des effectifs ont su maintenir un niveau d'activité élevé au profit de l'ensemble de l'unité. L'accessibilité aux ressources mutualisées en a été renforcée à la satisfaction de l'ensemble du personnel. Cela conduit par contre à un ressenti de manque de soutien

technique au sein des équipes. Compte tenu des très nombreux développements expérimentaux en cours ou prévus, cela peut à terme créer des problèmes.

Le comité d'experts a clairement ressenti une grande satisfaction de l'ensemble du personnel sur le fonctionnement quotidien du laboratoire et sa gestion. Le Conseil de Laboratoire (CDL) est représentatif, trouve toute sa place, est reconnu et consulté sur tous les aspects de la vie de l'unité tant administratifs que scientifiques. On ne peut que constater son rôle essentiel dans la bonne marche du laboratoire en accompagnement des actions de l'équipe de direction. Au-delà de leur réunions très régulières (au moins une par mois), les membres du CDL ont le sentiment d'une prise en compte effective de leurs propositions, orientations et décisions. Ce CDL comporte aussi un bureau (représentatif) qui se réunit à un rythme relativement soutenu. La communication et la gestion de l'unité ont été fluidifiées avec l'utilisation à haut niveau des outils numériques. L'information paraît bien circuler. Une journée du laboratoire est organisée tous les ans par les doctorants. Ces derniers, ainsi que les post-doctorants, sont tenus de faire au moins un séminaire durant leur présence dans le laboratoire. La dispersion géographique avec quatre localisations (trois sur les bâtiments 210 et 214 et une à SUPELEC) paraît bien gérée et n'est pas présentée comme un problème par les personnels (un membre de l'équipe implanté à SUPELEC appartient au CDL).

Le plan de formation de l'unité est correct, en lien effectif avec les besoins et suivi. Le nombre de formations suivies est satisfaisant et l'information sur les formations bien dispensée. L'hygiène, la sécurité et la prévention sont un souci constant de la direction et de l'ensemble des personnels, qui s'est traduit notamment par la mise en place d'une équipe bien structurée. Le document unique d'évaluation des risques est complet et actualisé. Les actions sont bien identifiées. Il reste cependant beaucoup à faire sur l'amélioration des conditions de travail. En effet, le problème principal, sur lequel l'unité n'a pratiquement aucune maîtrise et ne cesse d'alerter, est l'inadéquation persistante entre une recherche de haut niveau, faisant appel à des technologies de pointe, et des locaux vétustes, souvent exigus, et dispersés. Cet état de fait, évoluant doucement (récente mise aux normes incendie), est particulièrement dommageable pour les conditions de travail et l'attractivité (notamment des étudiants), pouvant à terme entraîner une démotivation des personnels. Le comité d'experts tient à souligner l'urgence d'une restructuration et d'une réhabilitation des locaux (en particulier, et de manière urgente, le local compresseur de l'atelier), d'autant qu'il est maintenant certain que le laboratoire ne déménagera pas sur le plateau de Saclay. A ce problème général, s'ajoute le problème particulier de l'équipe LXA qui se retrouve actuellement sans locaux expérimentaux. Le comité d'experts insiste sur l'urgence du règlement de cette situation évoquée plus en détail dans la partie consacrée à l'équipe LXA).

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

Le LPGP est rattaché à l'École Doctorale « Ondes et matières », EDOM, ED 288, de l'Université Paris-Sud. Au cours de la période, 27 thèses ont été soutenues, 11 sont en cours pour 10 HDR actuellement dans le laboratoire, taux de 1.1, ce qui est très légèrement supérieur à la moyenne de l'ED (1.05). La durée moyenne d'une thèse au LPGP est de 3 ans et 5 mois, proche de la moyenne de l'ED. Proportionnellement au nombre de HDR, le LPGP est le laboratoire de l'ED qui a le moins bénéficié des supports de financement attribués par l'ED. Il serait bien que cela puisse évoluer plus favorablement dans l'avenir. Cette situation devra notamment être particulièrement prise en compte avec la fusion prochaine de l'EDOM avec l'ED de Polytechnique qui va de facto intégrer 38 nouveaux HDR de quatre nouveaux laboratoires, rendant la répartition sans doute encore plus délicate.

Les doctorants sont satisfaits de leurs conditions de travail avec un accueil et un encadrement de très bon niveau et une très bonne participation aux conférences du domaine. Ils souhaiteraient voir la moyenne de durée des thèses se rapprocher des trois ans. La diminution de leur nombre et leur éparpillement sur plusieurs sites ne contribuent pas à la dynamique de groupe qu'ils souhaiteraient créer.

En règle générale, les personnels du LPGP attachent une grande importance à la formation par la recherche, avec une implication somme toute inégale, variant aussi à l'intérieur des équipes. Cela concerne surtout les actions en dehors de la formation au niveau doctoral évoquée ci-dessus. Des personnels ont pris de nombreuses responsabilités dans la mise en place de Masters (Master 2 « Physique et Environnement », Master 2 « Grands Instruments » APIM), de filières et modules (parcours Plasmas du Master « Optique, Matière et Plasma » OPM, interaction laser-Plasma dans les masters OPM, Fusion et APIM, Matériaux et microsystemes en couche mince du Master Matériaux, Master national Fusion), de séminaires (Master Fusion).

Le laboratoire accueille un nombre (20/an) tout à fait satisfaisant de stage de tous niveaux (L, M). On doit noter aussi une forte implication des personnels dans les enseignements Magistère et Polytech' Paris-Sud ainsi que dans les actions du Réseau Plasmas froids ou les formations organisées par la SFV. On peut noter aussi des participations à des écoles d'été notamment à l'étranger.

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

Le LPGP a construit son projet, assez ambitieux pour la taille de l'unité, dans la continuité de la période précédente en mettant en valeur le socle de compétences autour de l'interaction laser-matière, la cinétique, le transport et la réactivité des plasmas, la physique des décharges, tout en gardant la même structure (cinq équipes) sur des thématiques pour la plupart déjà largement initiées et un service commun renforcé. Le LPGP restera associé à l'ensemble des structures locales et régionales (LUMAT, CICS, Triangle de la Physique, CLUPS, FCM, ILP, Nano K, CILEX) où il joue un rôle important.

L'effort pour continuer la mutualisation des moyens de l'unité amorcé dans la période précédente est appréciable et, il serait sans doute également souhaitable que le laboratoire favorise les projets transversaux. Les équipes travaillent de façon assez cloisonnée alors que des compétences sur des sujets voisins pourraient être largement partagées, comme par exemple sur les aspects théorie et modélisation ou entre DIREBIO et DEA.

Les équipes reposent sur des chercheurs/enseignants-chercheurs actifs, aux compétences en général reconnues nationalement et internationalement, mais pour trois d'entre elles leur nombre est très faible (deux pour ITFIP et DEA, trois pour LXA), avec un départ à la retraite à relativement court terme d'un élément très moteur pour une autre (DIREBIO) et avec la prise en charge de la direction du laboratoire pour l'animateur de la dernière (TMP-D&S). Compte tenu du projet présenté, le laboratoire est d'ores et déjà à la limite de ses capacités (au bon sens du terme) et l'absence de recrutement pourrait clairement fragiliser la dynamique existante. Il serait dommage que le laboratoire soit limité dans son expression par des problèmes de recrutement après des départs massifs (retraite et mobilité).

L'accent est mis sur les domaines d'interface (plasma-matériaux, plasma-médecine, plasma-biologie, microfluidique par plasma, plasma-photonique) pour des applications à fort impact sociétal concernant entre autres : l'énergie (ITER, LMJ, microbatteries, stockage), le vivant (interactions avec les microorganismes, cancérologie), l'environnement (DECOV, métrologie et filtration des nanoparticules, aérosols), les transports (combustion en mélange pauvre), l'ingénierie des matériaux (couches minces, nanoparticules et nanoobjets) et aussi les lasers à ultra-haute intensité et leurs interactions. Les recherches concourant à ces développements sont déjà largement initiées et, compte tenu des compétences affichées et des partenariats et collaborations académiques et industriels déjà mis en place, les objectifs devraient être a priori atteints. Le LPGP a conduit une analyse SWOT pertinente qui ne fait que renforcer ce ressenti du comité. Un point particulier, présentant une très grosse incertitude (mais parfaitement identifié et souligné par l'unité), doit être mentionné : la réalisation du projet de l'équipe LXA, excellent et pertinent, est totalement dépendante de la gestion du dossier de la relocalisation des expériences (voir analyse de l'équipe LXA). Une solution pérenne doit être trouvée à très court terme de manière à ne pas mettre en danger l'activité et l'existence même de cette équipe qui non seulement ne le mérite pas, mais a montré dans le passé récent sa capacité à gérer des situations difficiles.

Un point fort et nouveau est l'accompagnement de la démarche allant du fondamental à l'application avec la mise en place du projet PLASMEX (Plasma LASer Spectroscopie Matériaux et recherche Exploratoire), plateforme pour des projets de recherche collaboratif ouverte aux entreprises et aux laboratoires du Collège des Sciences de l'Ingénierie de Saclay. Si ce projet collaboratif paraît intéressant, il faudra cependant veiller, compte tenu de la pression déjà importante sur les personnels des services communs, à ce que cette structure ne désengage pas du personnel indispensable pour l'activité courante du laboratoire.

Le comité d'experts fait confiance à la nouvelle équipe proposée (nouveau directeur, même directeur adjoint) pour mener le projet présenté. Il insiste sur le fait que la nouvelle direction devra veiller à ne pas aller vers une dispersion thématique ou une multiplication des nouvelles expériences (facilement générées par le financement par appel à projets) vu la taille actuelle de l'unité et les possibilités relativement restreintes de recrutement à court terme.

## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Interaction et Transport de Faisceaux Intenses dans les Plasmas (ITFIP)

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Brigitte Cros

**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	2	2
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	0.5	0.5
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2	2
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	3	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe Interaction et Transport de Faisceaux Intenses dans les Plasmas (ITFIP) a des thèmes de recherche originaux et importants, notamment dans les domaines de l'accélération d'électrons par onde de sillage laser et la génération de radiation par des plasmas hors-équilibre. L'équipe est engagée dans un certain nombre de collaborations tant locales, nationales qu'internationales qui permettent d'augmenter sa production scientifique et de contribuer à de nombreux programmes hors du LPGP.

L'équipe a eu un très grand nombre de publications dans des revues de très bonne qualité et donné de nombreuses conférences invitées (73 publications ACL et 31 conférences invitées durant la période, dont 41 et 5, respectivement, pour les permanents présents dans le prochain contrat). La production scientifique de l'équipe est internationalement reconnue. Son rayonnement scientifique et académique est incontestable.

Les thématiques spécifiques concernant l'accélération par onde de sillage laser (guidage en capillaire à basse densité, « staging ») sont à la fois originales et importantes. Elles traitent de problèmes essentiels auxquels la communauté aura à faire face. Les solutions apportées par l'équipe seront probablement adoptées par un grand nombre de groupes dans le domaine. Les schémas proposés formeront probablement la base des futurs accélérateurs par onde de sillage laser qui permettront d'atteindre de très hautes énergies. Les thématiques sont abordées à travers des collaborations internationales et aussi à travers un très fort engagement dans un des projets phares dans le domaine : Cilex-Apollon. Ce projet est important et unique et va jouer un rôle important dans les années à venir. La contribution de l'équipe est capitale. Les travaux théoriques jouent également un rôle important dans l'impact scientifique de l'équipe. L'intensité de ces travaux pourrait être compromise par le départ à la retraite de l'élément moteur de ce domaine.

Les activités de modélisation numérique (accélération d'électrons, couplages aux capillaires, radiation bêta-tron, amplification UV, etc.) qui sont le nécessaire complément des activités expérimentales sont principalement menées au travers de collaborations tant locales qu'internationales. Elles consistent en l'utilisation de codes numériques établis aussi bien que dans le développement d'outils propres.

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

Les membres de l'équipe jouent un rôle important et très actif dans l'orientation de la recherche scientifique, tant au niveau national qu'international, au travers de leurs nombreuses participations aux différentes structures ad hoc (localement : Triangle de la Physique, Labex PALM, Cilex, LUMAT, nationalement : Fédération Laser-Plasma, internationalement : EuroNac, ICFA-ANA, etc.) dans lesquelles ils occupent souvent des positions de décision (« chair », présidence, etc.).

Les membres de l'équipe participent également à l'organisation de nombreuses conférences et « workshops » au niveau national (Société Française de Physique (SFP), par exemple) et international (AAC, EAAC, par exemple). Ces conférences jouent un rôle essentiel dans la détermination des axes scientifiques suivis par la communauté.

L'équipe joue un rôle capital dans la définition du programme d'accélération d'électrons par onde de sillage laser dans le contexte Cilex-Apollon. Ce programme d'envergure internationale est essentiellement centré autour des thématiques développées par l'équipe. Ces thématiques ont été élaborées et testées ces années passées (particulièrement à Lund). Elles continuent à être améliorées (sur le système UHI100) et seront directement implémentées dans le projet Cilex.

Le succès de cette petite équipe est reflété notamment par le nombre et la qualité des publications scientifiques, le nombre de doctorants (six thèses soutenues et trois en cours), le nombre de présentations invitées et séminaires ainsi que l'impact des idées originales proposées. La réputation des membres de l'équipe est également solidement établie au niveau local, national et international.



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

En dehors du domaine strictement académique, l'équipe collabore également avec l'industrie et obtient des sources de financement industriel. Cette activité est menée dans le projet Gyrolaser. Ce financement industriel s'ajoute à de nombreux autres financements à caractère plus académique (EUROLEAP, Triangle de la Physique, ANR, PALM).

Les possibilités de rayonnement de l'équipe sur le monde extérieur (social, culturel et économique) sont restreintes par le caractère très académique de ses thématiques, mais cela ne diminue ni l'intérêt ni l'importance de ces dernières. Ces activités sont axées sur un impact à long terme. Compte tenu de ces limitations dues strictement au caractère de pointe et très avancé des thématiques de l'équipe, l'existence même d'une interaction avec le milieu économique est remarquable.

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

L'équipe est très petite (deux chercheurs) avec des sujets de recherche relativement indépendants. L'organisation et la communication liées à ces deux sujets semblent excellentes, comme en témoigne la production de niveau très élevé. Néanmoins, il n'y a pas à proprement parler de dynamique de groupe.

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

L'équipe a un très bon niveau d'encadrement doctoral et de stagiaires, mais elle reste relativement en retrait sur le plan de l'enseignement proprement dit. Ses membres donnent très régulièrement des séminaires.

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

Les activités scientifiques de l'équipe ITFIP sont tant théoriques, numériques qu'expérimentales (théorie et simulations principalement par collaborations). Alors que les deux premières activités sont peu dépendantes de l'accès à des équipements lourds, la troisième ne l'est pas et dépend fortement de l'accès à des lasers de haute intensité. Il apparaît donc capital pour cette activité de garantir l'accès à des centres externes à l'équipe. Dans ce cadre, l'équipe a mis en place un plan à long terme qui est particulièrement approprié. Jusqu'à récemment, les activités expérimentales étaient basées à Lund. L'accès au laser UHI100 comme plate-forme de tests et de développement de concepts et systèmes (développement capillaire, pointé, couplage, guidage, lois d'échelle, etc.) qui seront ensuite intégrés dans un projet de plus grande taille (CILEX, laser APPOLON) représentent un excellent exemple de stratégie à long terme (à cinq ans et plus) qui devrait conduire à un très grand impact scientifique dans le futur.

Ce plan à long terme est très cohérent et a de bonnes chances de succès. Concernant à la fois recherche et développement, il va servir à définir le schéma principal d'un accélérateur par onde de sillage plasma devant permettre d'atteindre de hautes énergies. Ce schéma pourrait bien définir la nature de futures sources de rayonnement (laser à électrons libres, LEL) ou d'un collisionneur linéaire de particule (électrons/positrons) de taille et de coût raisonnable. Ces recherches ont donc un caractère transformationnel pour la recherche fondamentale (physique des particules) mais aussi pour la recherche avec des implications sociétales et économiques plus directes, comme la chimie moléculaire et la science des matériaux.

## Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

L'équipe est dans une situation très favorable pour augmenter encore sa production scientifique et son rayonnement académique, déjà excellents, ainsi que son influence sur la recherche internationale et pour attirer de jeunes talents. L'équipe s'intègre particulièrement bien dans les activités locales, nationales et internationales. Elle participe à de nombreuses activités de direction et d'évaluation. Sa stratégie à long terme est excellente. Ses thématiques sont originales et importantes et vont certainement influencer les futurs programmes du domaine.

- *Points faibles et risques liés au contexte :*

L'équipe, dynamique et porteuse d'idées originales, est de très petite taille, ce qui de fait limite ses activités et son rayonnement. Son programme peut être affecté par le manque de ressources humaines, surtout pour les développements expérimentaux et le départ à la retraite à moyen terme d'un de ses membres.



▪ *Recommandations :*

Les membres d'ITFIP devront veiller à garder un niveau d'activité en adéquation avec leur potentiel humain et la compatibilité avec leur accès aux équipements lourds. Il est évident que tous les efforts devront être accomplis pour tenter de renforcer le potentiel humain le plus rapidement possible.





**Équipe 2 :** Laser X et Applications (LXA)

**Nom du responsable :** M. David Ros

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	3
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	1	1
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	0.5	0.5
<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>	<b>5,5</b>	<b>5,5</b>

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

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La production scientifique de l'équipe se traduit concrètement par 19 publications dans des revues internationales à comité de lecture durant la période 2010-2013, 11 conférences invitées et 14 communications avec actes. La notoriété des revues est excellente. Compte tenu de la composition de l'équipe, cette production scientifique est remarquable pour cette équipe volontaire et très performante.

Les recherches menées portent sur les développements du laser pilote pour optimiser les sources XUV, les développements sur les sources X excitées par laser (laser X collisionnel sur cible solide, harmoniques d'ordre élevé, combinaison de ces sources) et les applications réalisées sur les installations (plate-forme LASERIX intégrée dans CLUPS/LUMAT) avec accueil d'utilisateurs extérieurs nationaux et internationaux (« European Laser Infrastructures » consortium LASERLAB Europe 3).

L'équipe LXA est leader au niveau international dans le domaine des sources XUV créées par irradiation d'une cible solide et a déjà quelques premières mondiales à son actif (depuis 2006). La qualité scientifique est unanimement reconnue (invitations à des conférences de premier ordre, citations) et les avancées induites par cette équipe sont majeures.

La plate-forme LASERIX (de nouveau en arrêt depuis le 30/11/2013, voir en conclusion) est une ouverture incontestable à la communauté nationale et internationale et son attrait grandissant a été démontré depuis début 2013. L'ouverture vers des applications à des domaines pluridisciplinaires (physique et développements de sources XUV, physique des plasmas, radiobiologie, nano-magnétisme, physico-chimie, biologie...) déjà engagées est également une source supplémentaire d'avancées certaines.

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

L'équipe est très bien impliquée dans la responsabilité du pilotage et du partenariat de projets importants, tels que : ANR (une porteur + une partenaire), équipex (un partenaire), autre projet (RTRA, un porteur). Les permanents de l'équipe sont membres du GDR AppliX, du réseau SFINX et aussi du consortium européen LaserLab 3. Une très forte attractivité internationale s'est développée depuis début 2013 envers les infrastructures proposées par la plate-forme LASERIX, fruit de choix scientifiques, d'un travail et d'une efficacité particulièrement remarquables. Il n'existe actuellement qu'une seule autre structure similaire (située aux USA) offrant la possibilité de travailler avec des longueurs d'onde laser dans le domaine XUV avec des énergies supérieures au microjoule. En particulier, la démonstration récente faite par LXA de l'amplification d'harmoniques par un plasma de laser X en cible solide renforce l'attractivité de cette source de photons proposée à la communauté (courte durée, cohérence spatiale et temporelle, divergence réduite et forte énergie/impulsion). Le développement puis la maîtrise des performances de cette infrastructure est un gage du très haut niveau des « chercheurs » impliqués dans cette équipe et ce dans des domaines étendus, des technologies laser de puissance (Ti/Sa en particulier) à l'interaction laser-matière.

L'équipe LXA est invitée et participe régulièrement à des manifestations internationales importantes (en particulier autour du consortium européen ELI).

Enfin, en 2012 le prix Aimé Cotton de la SFP a été attribué à un membre de l'équipe, gage d'une reconnaissance nationale.

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

L'équipe LXA mène des recherches dans des domaines très pointus des lasers de puissance à impulsions ultra-courtes et à la production de rayonnements secondaires XUV ultra-brefs intenses ; dans ce contexte, l'équipe a établi des collaborations avec le milieu industriel des lasers et en particulier avec la société Amplitude, un des leaders dans le domaine ; ceci s'est concrétisé fin 2011 par un contrat de financement d'une thèse CIFRE dont le but est de rechercher des moyens de dégrader volontairement mais de façon contrôlée le contraste des chaînes laser pour améliorer l'interaction de l'impulsion principale avec un plasma en cours de formation.

Les impacts des recherches menées sur les technologies lasers dans ce secteur sont bien réels ; l'équipe LXA, bien que limitée en moyens humains, a su proposer des choix techniques et des orientations d'études créant ainsi des partenariats efficaces avec le tissu industriel en R&D. L'équipe LXA participe également de façon active aux manifestations organisées au niveau de l'UPS (information et vulgarisation auprès du grand public en particulier).

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

L'équipe LXA est tout d'abord une équipe extrêmement soudée : preuves en sont, les difficultés rencontrées depuis fin 2008 et qui perdurent de nouveau aujourd'hui. Sans cette stratégie de l'équipe à se mobiliser de façon permanente dans une même direction, collégialement définie par l'équipe, la mise en place de la plate-forme LASERIX et les succès obtenus n'auraient pas pu être au rendez-vous.

La logique scientifique cohérente de cette équipe a assurément permis les réussites scientifiques obtenues ces dernières années. Malgré le peu de moyens humains réunis, le travail accompli est remarquable. Un souci permanent de faire aboutir les objectifs fixés dans des délais étroits est également une grande force de cette équipe. Les avancées innovantes programmées dans le cadre des sources lasers intenses ont été couplées avec succès à d'autres thématiques transversales liées à la génération de rayonnements secondaires UVX et leurs applications ont été et sont induites par les préoccupations de mise à disposition de telles infrastructures et de soutien à des communautés scientifiques différentes. Une telle politique scientifique dénote une ouverture particulièrement intéressante de cette équipe vers d'autres problématiques.

Dans ce contexte, la mutualisation des ressources et leur accessibilité est à l'évidence, le fer de lance de LXA.

L'intégration de l'équipe au LPGP, sa participation à la vie du laboratoire et l'implication de ses personnels dans les instances de décision et de pilotage sont d'un unanime avis très positives et efficaces.

Les programmes de recherche sont clairement annoncés sur différents supports accessibles y compris au niveau européen via le réseau d'infrastructures LaserLab.

En ce qui concerne les locaux expérimentaux destinés à l'équipe LXA, donc à la plate-forme LASERIX, la situation actuelle est de nouveau particulièrement préoccupante après l'arrêt « brutal » des activités expérimentales et le déménagement des installations imposés à l'équipe LXA. Cette situation et à la manière dont les choses se sont déroulées sont extrêmement préoccupantes. Une décision rapide d'attribution de locaux adaptés à une réinstallation de LASERIX et garantissant un fonctionnement performant et pérenne doit impérativement être prise.

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

L'équipe LXA est particulièrement impliquée dans la formation par la recherche et est mobilisée dans la mise en place de formations master 2. Quatre doctorants de 2009 à 2013 pour trois enseignants-chercheurs dans l'équipe (aucun chercheur CNRS) attestent d'un dynamisme de formation particulièrement fort. Les soucis d'un couplage, quand cela est possible, avec le monde industriel est également une marque d'attention portée à la future insertion professionnelle des docteurs formés. En dehors du personnel technique, l'équipe LXA est uniquement constituée d'enseignants-chercheurs de l'UPS avec une implication très importante de l'ensemble de l'équipe à la formation par la recherche.

L'équipe se mobilise et s'investi fortement dans l'évolution des formations de niveau master : elle a été chargée par le département de physique de l'UPS d'organiser la création d'un master 2 « grands instruments » (un chargé de mission dans l'équipe qui est chargé de mener les négociations entre les différents partenaires pour établir une maquette qui sera validée par les instances de la nouvelle "Université Paris-Saclay"). Les thématiques couvertes seront les accélérateurs en tous genres (CERN, SOLEIL, Centre de Protonthérapie, etc.), les lasers de puissance et les tokamaks. Ce M2 sera plutôt appliqué avec des formations pratiques nombreuses sur les grandes installations.

L'équipe intervient également dans les formations M2 sur tous les aspects « interaction laser-plasma » proposés aux masters OMP, fusion et APIM et dispense des travaux pratiques « diagnostics de plasmas créés par laser » sur l'installation LASERIX aux étudiants du M2 PEL.

L'équipe est également très sollicitée et répond de façon constructive à des séminaires proposés dans le cadre de formations (optique extrême par exemple).



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

Le projet à cinq ans de l'équipe LXA est logique, justifié, scientifiquement crédible, ambitieux. Il affirme la volonté de l'équipe à poursuivre les activités de recherche et d'accueil de la plate-forme LASERIX : les résultats de premier plan récemment obtenus doivent en particulier pouvoir être valorisés par la poursuite tant sur les développements de la partie laser que sur la génération de rayonnement XUV secondaire ; de réels besoins sont attendus par la communauté. La dynamique induite par l'attrait de la plate-forme LASERIX en particulier dans le cadre des infrastructures d'accueil européennes LaserLab 3 a été brutalement interrompue depuis fin novembre 2013 sans aucune assurance à l'heure actuelle d'une réinstallation dans des locaux adaptés et pérennes et sans date pour une telle réinstallation qui prendra encore au moins une année. La volonté de l'équipe LXA est également, et le plus tôt possible, de reprendre les activités d'accueil de la plate-forme LASERIX.

Dans cette situation, ni la stratégie de l'équipe ni la cohérence du projet ne sont en cause, la direction du LPGP ainsi que les tutelles les ont d'ailleurs avalisées ; LXA a déjà montré auparavant qu'elle était capable de prise de risque face à des technologies complexes à la pointe du savoir-faire, sa crédibilité reconnue en est une réponse.

L'important travail accompli par l'équipe LXA ces dernières années a également permis une étendue des applications possibles vers d'autres disciplines (de la physique mais aussi physico-chimie, radiobiologie) rendant accessibles et réelles les possibilités de partenariats forts avec les milieux extra-académiques et les applications d'une recherche fondamentale (évolution des technologies lasers en particulier).

Les capacités d'adaptation de l'équipe LXA ne sont plus à démontrer face aux évolutions pas vraiment constructives de leurs conditions de travail ; le comité d'experts a été impressionné par cette volonté de s'adapter encore.

La faisabilité globale du projet à cinq ans ne dépend pas entièrement de l'équipe LXA ; le comité est convaincu des possibilités de réussite scientifique de ce projet ambitieux et compétitif au niveau international si les conditions en termes de disponibilité de locaux adaptés sont réunies.

## Conclusion

Le comité d'experts tient à souligner que l'équipe LXA - plate-forme LASERIX n'a pas pu disposer, depuis ses débuts, de locaux adaptés et pérennes. L'équipe a dû faire face à un premier arrêt avec démontage et remontage complet des installations fin 2008. La réinstallation a demandé une année (2009) et le laser haute énergie (40 J, cadence 0,1 Hz) n'a pas pu être opérationnel à cause de difficultés de remise en route des lasers de pompe haute-énergie qui ont souffert de cet arrêt de fonctionnement prolongé.

Fin novembre 2013 il a été imposé une nouvelle fois à l'équipe LXA un arrêt « brutal » de ses activités expérimentales et un déménagement accéléré de ses installations. Le comité d'experts considère que de telles décisions sont incompatibles avec la légitimité scientifique acquise et qu'elles vont à l'encontre de la reconnaissance du travail accompli et au respect de cette équipe reconnue au niveau international. Le comité déplore qu'aucune solution permettant une poursuite des activités du groupe n'ait pu être trouvée suffisamment à l'avance par les tutelles de l'unité.

Le comité d'experts a écouté les propositions de l'UPS et les solutions potentielles proposées pour une installation future pérenne de la plate-forme LASERIX ; il a aussi entendu les interrogations, les incompréhensions légitimes et les motivations de l'équipe LXA. Face à ces incertitudes et à un risque que les décisions définitives (infrastructures adaptées, financements des travaux et d'aménagement, budgets de fonctionnement futur de la plate-forme) soient prises avec des délais importants, le comité exprime son inquiétude et considère qu'une réinstallation complète de la plate-forme dans des locaux adaptés sera longue et que les performances ne seront retrouvées que si le matériel scientifique ne souffre pas de nouveau de ce nouvel arrêt.

Le comité d'experts recommande un effort soutenu et efficace et une volonté d'aboutir de tous les acteurs responsables dans des délais acceptables ; l'équipe LXA a démontré qu'elle le méritait.

Enfin, dans le futur, l'attribution de temps de faisceau LASERIX (hors LaserLab) à des utilisateurs extérieurs devrait être gérée par un comité de programmes qui pourrait être commun à d'autres installations par exemple le comité déjà existant des installations LOA - LULI - CELIA dont il doit être possible d'envisager un élargissement.

**Équipe 3 :** Décharge Electriques et Aérosols (DEA)

**Nom du responsable :** M. Jean Pascal BORRA

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	2	2
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

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



## • Appréciations détaillées

Sur la période 2008-2013 l'équipe DEA, localisée à SUPELEC, a vu son effectif de recherche évoluer de façon importante. Composée initialement de quatre chercheurs CNRS, début 2013, l'équipe comprend deux chercheurs CNRS et un directeur de recherche émérite. Cette évolution s'est accompagnée d'une évolution thématique puisque l'activité de recherche sur la foudre portée de longue date par le chercheur parti en retraite (et menée sans interaction avec les autres membres de l'équipe DEA) s'est arrêtée avec son départ. L'activité du chercheur émérite sur la modélisation des streamers s'est vue reconnue au niveau international avec l'attribution du prix de l'Innovation de la Division Plasma de l'European Physical Society en 2009. Le bilan 2008-2012 de l'équipe DEA traite exclusivement des travaux de recherche sur les décharges filamenteuses en milieu diphasique et aérosols menées par les deux chercheurs de l'équipe DEA.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Compte tenu de l'évolution des chercheurs et des thématiques de l'équipe exposés ci-dessus, il paraît nécessaire de considérer séparément la production scientifique portant sur l'étude de la foudre (2008-2012) et les décharges filamenteuses de celle de l'équipe portant sur les décharges en milieu diphasique et les aérosols. La production scientifique relative à l'étude de la foudre et les décharges filamenteuses est de 6 articles, 18 conférences invitées, 36 communications (34 orales et 2 par affiche) et une très forte action de vulgarisation et valorisation de l'information scientifique (11 séminaires grand public) et 2 brevets. Celle portant sur les décharges en milieu diphasique et aérosols comprend 11 articles, 6 conférences invitées (4 internationales et 2 nationales), 21 communications (8 orales et 13 par affiche) et 2 brevets. La production scientifique relative à la thématique centrale actuelle de l'équipe est de bonne qualité, mais inégale en contribution. Les chercheurs de l'équipe sont invités, lors du prochain contrat quinquennal, à communiquer oralement plus fréquemment et à publier plus largement, en termes de nombre de publications mais aussi de journaux scientifiques, pour valoriser leurs résultats.

La thématique de recherche sur les décharges filamenteuses en milieu diphasique et aérosols est une thématique originale au niveau national, qui se situe à l'interface des deux communautés aérosols et plasmas. Elle correspond à une compétence acquise depuis de nombreuses années par les deux chercheurs impliqués et s'est développée en continuité de celle menée durant le précédent quadriennal. Elle se décline selon deux axes : synthèse contrôlée de nanoparticules par décharge filamenteuse à l'interface surface/gaz et charge d'aérosols par diffusion d'ions en post-décharge. Cette recherche va de l'étude des aspects fondamentaux : mécanismes, couplages thermoélectriques à des applications originales et prometteuses de ces décharges, notamment en tant que générateurs étalons pour la métrologie des nanoparticules et neutraliseurs d'aérosols, concrétisées par deux brevets déposés en 2012.

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

La recherche a été menée dans le cadre de différents partenariats :

I) des collaborations suivies avec le laboratoire CENIM (Centro Nacional de Investigaciones Metalurgicas) de Madrid et l'Université de Clausthal (Allemagne) qui ont conduit respectivement à une et deux publications communes sur la période ;

II) un contrat important avec IRSN (2010-2014), Institut de Radioprotection et Sécurité Nucléaire (une thèse en cours et un post-doctorant) et un contrat avec INRS (Institut national de recherche et de sécurité).

Les membres de l'équipe ont participé de façon importante à l'organisation de Congrès (Gaseous Discharge, Conférence Française annuelle des Aérosols). De plus, le responsable de l'équipe est fortement impliqué dans la Société Française des Aérosols et participe au comité d'attribution du prix international pour le meilleur jeune « aérosoliste ».

L'équipe qui avait jusqu'à récemment peu d'interactions avec le monde académique français, a récemment rejoint le C-Nano Île de France et le comité d'experts l'incite à poursuivre dans cette voie et à nouer de nouvelles collaborations avec des équipes françaises et internationales les prochaines années.



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

L'équipe a une forte volonté de valoriser ses activités de recherche. Elle a eu sur la période une collaboration forte avec une entreprise espagnole RAMEM (2008-2010) sur le contrôle de la charge des aérosols et a récemment initié une collaboration avec une entreprise allemande PALAS sur la neutralisation par DBD. Elle a également déposé deux brevets (CNRS) en 2012 sur ces thématiques.

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

L'équipe DEA a intégré le LPGP depuis maintenant dix ans et il n'apparaît pas d'évolution réelle dans le sens de leur intégration réelle à la vie du LPGP. L'équipe DEA n'a aucune publication commune avec d'autres chercheurs du LPGP, malgré une proximité thématique avec l'équipe DIREBIO qui travaille elle aussi sur les décharges à barrière diélectrique à la pression atmosphérique. On ne peut que l'encourager fortement, comme cela avait déjà été suggéré lors de la précédente évaluation du laboratoire, de renforcer les liens et travailler en synergie avec les autres chercheurs du LPGP.

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

L'un des chercheurs a monté et coordonne deux modules du master Physique et environnement de l'Université Paris-Sud. La recherche de l'équipe a donné lieu à trois thèses soutenues (2008 et 2010), un post-doctorat (un an). Deux thèses sont en cours.

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

Le projet, très peu détaillé aussi bien dans le document que lors de la visite, est en continuité avec les recherches actuellement menées.

### Conclusion

Les deux chercheurs de l'équipe DEA travaillent en duo sur le site de SUPELEC sur une thématique parfaitement définie : les décharges à barrière diélectrique en milieu diphasique, thématique originale, intéressante et porteuse tant en termes de problématiques scientifiques que de retombées applicatives.

L'équipe doit cependant faire un effort de publication de ses résultats. Elle doit également veiller à ne pas travailler exclusivement en duo, ce qui signifie travailler en interaction réelle avec les autres chercheurs du LPGP et nouer des collaborations avec d'autres équipes au niveau national et international.

**Équipe 4 :**

Décharges Impulsionnelles, REactivités à haute pression et interfaces Plasma-BIOlogie (DIREBIO)

Nom du responsable : M. Stéphane PASQUIERS

## 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	5
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	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)	1	1
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	4	
Thèses soutenues	7	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3





## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe DIRIBIO étudie des décharges hors équilibre impulsionnelles haute tension, haute pression dans des configurations très variées. L'accent est mis sur la physique de la décharge, la cinétique des gaz moléculaires, la production d'espèces actives (UV, VUV, électron, O<sub>2</sub> métastable, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> métastable, OH...) et les applications (biomédical, décontamination, combustion et destruction de COV et d'hydrocarbures). Cette thématique en pleine expansion au niveau international est porteuse.

L'originalité des travaux effectués au LPGP est dans le type de décharge étudiée et la démarche qui considère l'ensemble de la problématique de la source plasma au rendement du procédé en apportant des données fondamentales qui aident à comprendre les observations empiriques. Le champ scientifique couvert étant très large, l'équipe s'appuie sur de solides collaborations. Par exemple, l'étude expérimentale du plasma est complétée par la modélisation effectuée dans d'autres laboratoires. La richesse des travaux réalisés dans le domaine biomédical résulte aussi de fortes collaborations en particulier avec l'Institut Curie.

La qualité des projets issus de cette équipe est confirmée par le fort taux de financement via des projets ANR incluant cinq ANR blanc (deux comme coordinateur).

Le taux de publication de l'équipe est dans la moyenne : 52 articles dans des revues et 4 chapitres de livre, 28 conférences dans des congrès internationaux dont 8 invitées ainsi que 62 posters pour 6 chercheurs. Il est néanmoins très variable d'un chercheur à l'autre. Les conférences invitées confirment l'intérêt des travaux réalisés pour les applications biomédicales (5 invitations) et l'allumage de la combustion (2 invitations).

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

L'équipe DIRIBIO est très impliquée dans des projets nationaux avec plusieurs partenaires : ANR blanc, ANR ECOTECH (coordonnateur), ANR CSOG, ADEME, OSEO ISI (coordonnateur pour les laboratoires), C'Nano, collaborations bipartites industrielles ou scientifiques. Deux professeurs invités ont rejoint DIRIBIO pendant un mois. Leur séjour a été particulièrement profitable puisqu'ils ont largement participé au développement du sujet sur les microjets plasma pour la décontamination. L'article le plus cité de l'équipe est d'ailleurs un article de revue cosigné avec un de ces professeurs.

L'implication dans l'environnement local de Paris-Sud est aussi forte : membre du GEREPS, du Labex LaSIPS, collaboration avec des équipes du Laboratoire de Chimie Physique LCP pour la détection de molécules et avec l'Institut Curie pour les applications biomédicales.

L'équipe ne participe pas à des projets européens de grande envergure mais à des collaborations bipartites avec sept pays. Elle a organisé le « 6<sup>th</sup> International Workshop on Micro Plasmas » et a été invitée à faire des présentations dans des congrès reconnus.

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

L'interaction de l'équipe avec le milieu économique est forte. Elle interagit à la fois avec plusieurs grandes entreprises :

- Arcelor Mittal pour le traitement de surface de métaux
- Renault : décharge RF pour le déclenchement de la combustion
- Claranor source de lumière UV pour la décontamination (OSEO-ISI BEATA LUX)
- EDF-R&D projet ECOTECH PECCOVAR sur la destruction des COV par procédé plasma catalysé (fait suite à un contrat bi-partite)

et des start-up :

- AlyXan pour la spectrométrie de masse
- Streamer SAS pour les DBD avec barrière électro-céramique qui a débouché sur un projet ADEME (NOCOV)



Elle a aussi réalisé une source UV-VUV spécifique pour le Laboratoire des Technologies de la Microélectronique LTM.

L'ensemble des travaux est relié à des applications sociétales.

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

Avec dix personnes aujourd'hui, DIRIBIO est la plus grosse équipe du laboratoire. Elle a été créée en 2008. Ces contours ont évolué suite au départ de six personnes (un professeur, deux chercheurs, deux ingénieurs et un technicien) et l'intégration d'un chargé de recherches et d'un Ingénieur d'étude (recruté en interne). Cette évolution a été bien gérée. Aujourd'hui l'équipe est scientifiquement cohérente. La complémentarité de l'ensemble des chercheurs est bonne. Les personnes recrutées récemment apportent des compétences nécessaires en particulier par rapport aux applications traitées. Il est remarquable que les conférences invitées aient été présentées par de jeunes chercheurs de l'équipe alors que les activités se développent selon deux axes initiés par les deux directeurs de recherche. Ces sujets sont menés en parallèle, sans publication commune bien que dans certains cas, les objets étudiés soient proches. L'ensemble de l'équipe utilise pleinement le service commun Electronique informatique pour la réalisation de générateur impulsionnel dans le domaine nanoseconde ce qui constitue une de ses forces.

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

L'équipe comprend un maître de conférences qui est responsable du Master 2 Physique et environnement. Elle accueille des stagiaires de licence, de M1 et M2, a encadré sept thèses qui ont été soutenues alors que quatre autres thèses sont en cours. Une HDR a aussi été soutenue pendant la période ce qui amène à trois les HDR pouvant encadrer officiellement des thèses. Le départ à la retraite de l'un d'entre eux devant se produire dans la prochaine période, il sera important de maintenir ce nombre.

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

Le projet à cinq ans est dans la continuité des projets en cours ce qui est normal pour une équipe qui n'existe que depuis 2008. La dynamique est positive et la stratégie est bonne. L'extension des activités biomédicales vers le traitement de cellules cancéreuses est pertinente. Une nouvelle ANR sur les décharges pulsées de durée encore plus courte étendra l'expérience acquise. Un autre axe va se développer via une ANR du programme CSOSG 2013. Il concerne l'utilisation de plasma pour l'analyse en masse des surfaces. Compte tenu de ces nouveaux projets et du départ en retraite prévu d'un des leaders de l'équipe, un risque de trop forte dispersion est tout de même possible.

### Conclusion

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

La complémentarité de l'équipe associée au dynamisme et l'ouverture de certains, la qualité des recrues les plus jeunes, sont des points forts. Chaque chercheur a une compétence propre et complémentaire de celle des autres. L'implication de l'équipe dans des projets nationaux académiques est remarquable. De très fortes collaborations ont été établies en particulier dans le domaine biomédical. Elles renforcent la portée de ses travaux. L'équipe travaille en interaction avec des laboratoires mais aussi avec des entreprises qui sont des grands groupes comme des start-up. Elle est aussi intégrée aux structures locales. La multiplicité des sources plasmas impulsionnelles nanosecondes étudiées est également une force. De même, la caractérisation des espèces réactives et la corrélation avec les propriétés finales amènent de la compréhension là où les études sont généralement empirique.

La possible réorganisation des locaux du laboratoire est une chance pour regrouper les activités et s'affranchir de locaux aux conditions de sécurité déficientes.

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

Le départ en retraite d'un des leaders de l'équipe est un risque. Il a néanmoins déjà été anticipé par le recrutement d'un chargé de recherche. Le nombre d'HDR devra être maintenu et la dispersion des sujets limitée. La multiplicité des sources plasmas impulsionnelle étudiées et des domaines d'application traités est une force qui peut devenir une faiblesse si elle induit trop de dispersion. L'éloignement des différentes salles d'expérience n'incite pas à la communication entre les deux principaux axes de recherche de l'équipe. La vétusté de certains locaux pose des problèmes de sécurité et manque d'attractivité pour les étudiants.



▪ *Recommandations :*

La démarche de l'équipe allant de la source plasma à l'application en s'appuyant sur des collaborations extérieures pour compléter son domaine de connaissance propre est excellente. Néanmoins, il est important que la prise en considération des problématiques dans leur ensemble ne se fasse pas au détriment de l'apport scientifique de l'équipe en ce qui concerne son cœur de compétence.



**Équipe 5 :** Théorie et Modélisation des Plasmas ; Décharges et Surfaces (TMP-D&S)

**Nom du responsable :** M. Tibériu MINEA

### Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	3
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	1	1
<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.)	3	3
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	1
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>9</b>	<b>9</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	1	
Thèses soutenues	10	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	5

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le bilan fait apparaître 67 articles dans des revues internationales à comité de lecture, 11 invitations, 44 oraux, 88 posters (avec cependant de très fortes disparités entre les membres de l'équipe). L'équipe développe des dispositifs permettant de créer des plasmas : décharge basse pression et haute intensité, plasmas de type magnétons. Ces dispositifs permettent une recherche fondamentale, mais ont aussi de nombreuses applications. Pour toutes les études du fonctionnement de ces dispositifs, on est au meilleur niveau international, c'est un point fort du laboratoire. Pour les magnétons les recherches sont en courant continu, en radiofréquence, ou en mode impulsif. Les magnétons sont utilisés pour le traitement de surface par plasma, et la création de couches minces nanostructurées. Les micro-décharges microondes dans des capillaires sont étudiées pour une large gamme d'applications. Ces recherches se développent grâce à des collaborations nationales et internationales. La communication des résultats est réalisée dans de bonnes revues ou conférences.

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

L'équipe collabore avec une douzaine de laboratoires internationaux, et une dizaine de partenaires nationaux. L'équipe a participé à quatre ANR : Hippopp, ITER-NIS, UV-Factor, HVIV. Elle a eu sept projets financés par la fédération de recherche en fusion par confinement magnétique. Un projet de couches minces nanostructurées a été aidé par le RTRA triangle de la physique et l'EGIDE (Brésil). Un projet micro-décharge microonde en micro-fluidique est aidé par le LABEX LASIPS. Deux contrats concernant les injecteurs de neutres (IDN) sont financés par Fusion for energy (F4E), l'organisme européen qui gère le financement d'ITER, un financement par IPP Garching concerne aussi les IDN d'ITER. L'extraction des ions négatifs de l'accélérateur Linac 4 a été soutenue par le CERN.

Le congrès de la division des plasmas a été organisé à Paris en 2008. MIATEC 2010 et 2011 ont été organisés à Metz et Nancy. Un membre de l'équipe a été président du Bureau de la Division Plasmas de la Société Française de Physique.

L'équipe est consultée pour des expertises ANR, FNRS (Belgique), DAAD (Allemagne).

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

L'équipe a établi cinq contrats industriels pendant le quinquennat. Ils concernent la modélisation du magnétron, la métallisation de surfaces polymères, l'étude des disruptions électriques, un procédé de décontamination de surface par plasma atmosphérique, une étude d'érosion de cathode pour SAGEM. Ces contrats sont d'une durée de six mois à trois ans.

Un magnétron peut être utilisé pour le dépôt de couches minces sur des substrats variés. Un procédé innovant de métallisation de surfaces polymères a été mis au point.

Un thème porteur est celui des couches minces nano-structurées, pour lequel l'équipe travaille sur les couches tampon permettant le contrôle des nanotubes de carbone. Dans le cadre d'un projet soutenu par le RTRA triangle de la physique, l'interaction triple substrat-catalyseur-précurseurs carbonés a été mise en évidence et étudiée.

Les micro-décharges microondes dans des capillaires avec des pressions autour de la pression atmosphérique sont un autre thème prometteur. Ces micro-décharges peuvent créer des micro-plasmas dans des fibres optiques à cœur creux pour guider des rayonnements UV. Ce travail est en réalisation dans le cadre de l'ANR UV-Factor, et a conduit à un dépôt de brevet. Un aspect micro-fluidique de cette recherche est soutenu par le Labex LASIPS.

Des études de torches microondes à injection axiale ont permis d'optimiser un réacteur dédié au dépôt de films organiques, et de mieux comprendre le couplage d'énergie lors du chauffage d'un gaz d'hélium. Les microondes ont également été utilisées pour améliorer la combustion de mélanges gazeux, et les plasmas microondes pour des traitements de surfaces avec des applications biologiques

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

Le comité d'experts a relevé un très bon couplage entre les activités expérimentales (magnétrons, plasmas microondes) et la modélisation. La modélisation permet de caractériser les plasmas créés et d'optimiser leur fonctionnement. Un très grand nombre d'applications ont été ou sont en développement. Comme cela est général au LPGP, cette équipe a une recherche fondamentale de qualité, mais reste très ouverte à une grande diversité d'applications. L'équipe reste de petite taille en nombre de chercheurs ou enseignants-chercheurs permanents, et devrait prévoir des recrutements au cours du prochain contrat.

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

L'équipe pilote le parcours plasma du master Optique, Matière et Plasma. Elle participe au master national en sciences de la fusion. Elle est impliquée dans le master sciences des matériaux, en particulier pour le parcours « matériaux et microsystèmes en couche mince ». L'équipe est motivée par des actions de formation continue sur les diagnostics de plasma, organisées au laboratoire avec la société Française du Vide. Elle fait de la promotion pour l'enseignement de la physique des plasmas.

Onze thèses ont été soutenues pendant le contrat, avec en général une insertion professionnelle sur des emplois en recherche et développement, et deux recrutements sur des postes permanents de recherche. Neuf stagiaires M2, 8 M1, 7 L3, 3 élèves ingénieurs et 3 Erasmus ont aussi été accueillis.

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

L'équipe a démarré l'étude de nouveaux types de décharge et elle va poursuivre ces recherches. Ce point fort du laboratoire bénéficie aujourd'hui du couplage entre modélisation et expérimentation. Il bénéficie aussi de moyens diagnostics nouveaux. Comme exemple, on peut citer les espèces actives du plasma magnétisé qui ont été étudiées expérimentalement et par des modélisations. L'équipe a développé des simulations à Monte Carlo en très bon accord avec des mesures laser de fonction de distribution de vitesse des particules pulvérisées. Ce bon accord est également observé pour décrire l'ionisation de vapeurs métalliques dans les magnétrons en mode impulsionnel haute puissance (HiPIMS). D'autres codes sont en développement pour simuler des plasmas magnétrons spécifiques. Ils font l'objet de collaborations européennes : « Interacademic attraction pole, physical chemistry of plasma surface interactions », et d'un réseau COST « Highly ionised pulsed plasmas ».

Les applications des micro-décharges microondes sont diverses et prometteuses avec par exemple la microfluidique et le guidage de lumière.

L'étude du transport anormal des électrons a été réalisée grâce à une modélisation numérique. Ce travail s'oriente vers l'étude de phénomènes localisés et dynamiques d'augmentation de la densité plasma, réalisée en collaboration avec des équipes en Roumanie et en Suède.

Un autre point fort du projet concerne la modélisation des plasmas froids intervenant dans les injecteurs de neutres des machines de fusion. L'équipe modélise l'IDN à l'aide de trois codes particuliers 3D pour trois parties différentes de l'IDN. Le code ONIX modélise l'extraction d'ions négatifs à travers une ouverture circulaire. Ce code a permis l'optimisation de la génération d'ions négatifs en surface. En utilisant les résultats d'ONIX, le code PNAC modélise l'accélération des ions négatifs, et traite le transport des électrons co-extraits. OBI 2 et 3 modélisent l'interaction d'un faisceau d'ions négatifs avec une cible de gaz. Ces codes permettent de caractériser le faisceau de neutres énergétiques fourni par l'IDN. Ce projet devra s'intégrer dans le nouveau programme européen eurofusion.

Notons enfin que l'équipe pourra participer à l'activité du département « electrical and optical engineering » de la future Université Paris-Saclay.



## Conclusion

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

Un point fort expérimental est le développement de décharges plasma telles que magnétron ou micro-décharges microondes. Les magnétrons étudiés fonctionnent dans une grande variété de régimes. Ils permettent la création de couches minces et le traitement de surface par plasma. Les micro-décharges microondes dans les capillaires sont porteuses de nombreuses applications telles que l'analyse de gaz ou le guidage de la lumière. Tous ces développements sont rendus possibles par la réalisation de diagnostics performants et par des modélisations détaillées. L'équipe maîtrise les principes physiques de fonctionnement des dispositifs pour pouvoir les améliorer ou les préparer pour une application spécifique.

La modélisation est un axe très important de l'équipe, bien couplé aux expériences d'une part, mais aussi d'autre part avec des collaborations à l'extérieur du laboratoire, comme la modélisation détaillée des injecteurs de neutres pour les tokamaks du futur.

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

L'équipe est aujourd'hui de taille modeste, et n'a pas pu renouveler la plus grande partie des départs. Une part importante du travail repose sur les épaules de contrats à durée déterminée. D'autre part son animateur principal doit normalement prendre la direction du laboratoire. Il y a un risque réel qui peut affecter la stratégie à cinq ans. Il existe aussi de fortes disparités dans les publications des permanents de l'équipe.

### ▪ *Recommandations :*

L'équipe doit être réellement consciente de ses forces en présence et adapter sa stratégie en conséquence. Le recrutement d'enseignants-chercheurs et chercheurs permanents doit être une priorité de l'équipe et du laboratoire.



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite

Début : 17 décembre à 09h15  
 Fin : 18 décembre à 17h00

Lieu de la visite : Bâtiments 210-214  
 Institution : Université Paris-Sud  
 Adresse : 15 rue G. Clémenceau, 91405 Orsay

Deuxième site éventuel : École Supélec  
 Institution : École Supélec  
 Adresse : Plateau du Moulon, 03 rue Joliot Curie, 91192 Gif-sur-Yvette  
 Locaux spécifiques visités : Salles d'expériences du laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas

### Déroulement ou programme de visite

#### Mardi 17 Décembre

09h30-09h45	Accueil
09h45-10h15	Réunion du comité d'experts
10h15-11h15	Présentation générale de l'unité (équipe direction)
11h15-11h30	Présentation PFU et H&S
11h30-12h30	Équipe ITFIP
12h30-14h00	Pause déjeuner
14h00-15h20	Équipe TMP
15h20-16h20	Équipe LXA
16h20-16h35	Pause
16h35-16h55	Transport bât-210 -> SUPELEC
16h55-18h15	Équipe DEA
18h15-19h00	Réunion du comité d'experts

#### Mercredi 18 décembre

09h00-10h30	Équipe DIREBIO
10h30-10h45	Pause
10h45-11h05	Rencontre avec les responsables de l'École Doctorale EDOM
11h05-11h45	Présentation LUMAT
11h45-12h45	Rencontre avec les représentants du personnel
12h45-13h45	Pause déjeuner sur place
13h45-14h30	Présentation du projet
14h30-15h10	Réunion du comité d'experts avec les tutelles
15h10-17h00	Réunion du comité d'experts





## 6 • Observations générales des tutelles

Le Président de l'Université Paris-Sud

à

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

Orsay, le 23 mars 2014

N/Réf. : 65/14/JB/LM/AL

Objet : Rapport d'évaluation d'unité de recherche  
N° S2PUR150007965

Monsieur le Directeur,

Vous m'avez transmis le 3 mars dernier, le rapport d'évaluation de l'unité de recherche LABORATOIRE DE PHYSIQUE DES GAZ ET DES PLASMAS – LPGP – n° S2PUR150007965 et je vous en remercie.

L'université se réjouit de l'appréciation portée par le Comité sur cette unité et prend bonne note de ses suggestions. Elle sera en particulier attentive à la réinstallation de la plateforme Laserix dans les meilleurs délais puis, à terme, à son installation sur le site de CILEX à l'Orme des Merisiers.

Vous trouverez en annexe les éléments de réponse de Monsieur Gilles MAYNARD, Directeur de l'unité de recherche.

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

  
UNIVERSITÉ  
PARIS  
SUD  
Jacques BITTOUN  
Président  
PRÉSIDENCE  
Bâtiment 300  
91405 ORSAY cedex

## Observations de portée générale sur le rapport d'évaluation du laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas , LPGP UMR8578

L'ensemble du personnel du LPGP et son équipe de direction remercient les membres du comité de visite pour l'analyse détaillée de l'activité du laboratoire qui est présentée dans leur rapport. L'appréciation positive qui en est faite est une source de motivation supplémentaire pour mener à bien le projet du prochain quinquennal en prenant en compte les recommandations du comité.

Le LPGP est très conscient des interrogations qui peuvent apparaître sur les ressources humaines du laboratoire et l'état de nos locaux. Tous deux continueront à être prioritaires pour le LPGP qui souhaite, avec l'appui de ses tutelles, une évolution positive sur ces deux aspects, qui soit en concordance avec la qualité, reconnue par le comité, de notre activité. Concernant les locaux, le regroupement des activités du bâtiment 214 au sein du bâtiment 210 sera clairement une action prioritaire.

Nous souhaitons apporter ci-dessous quelques précisions sur des points spécifiques évoqués dans le rapport du comité.

\*\* Nous remercions le comité d'avoir souligné toute l'importance de l'implication du laboratoire dans le projet CILEX-Apollon et ses centrales de proximité, notamment concernant le laser LASERIX. Le laboratoire souhaite, qu'avec un soutien actif de ses tutelles, une solution soit rapidement trouvée pour financer l'installation de LASERIX dans des locaux permettant de poursuivre une activité de recherche au tout premier plan international.

\*\* Sur la structuration en équipe de notre activité de recherche: Très probablement ceci n'a pas été mis suffisamment en évidence lors de la présentation orale et écrite du LPGP, mais des actions transverses inter-équipes significatives ont déjà été mises en œuvre et seront poursuivies, par exemple sur la modélisation et les décharges pulsées.

\*\* Sur les publications : Comme le note le comité, une partie importante de notre activité porte sur la valorisation. Le dépôt de brevets est un aspect important de notre mission, mais celui-ci entraîne des limitations sur les possibilités de publications. Il est donc naturel qu'une équipe ayant mis en œuvre plusieurs dépôts de brevets, ait durant la période de dépôt, un taux de publication 'académique' qui en soit impacté.

\*\* Concernant l'équipe DIREBIO, le comité mentionne 2 départs de chercheurs au lieu d'un départ en retraite d'un maître de conférence.

\*\* L'équipe DEA souligne qu'elle a plusieurs collaborations scientifiques actives au niveau national et international, officialisées par contrats, par financement du MAE et par 2 thèses codirigées avec co-publications et 1 brevet co-déposé. Son intégration à la vie du LPGP est réelle comme en témoigne son investissement dans la représentation du laboratoire dans plusieurs réseaux de recherche (CSIS, RTRA et LASIPS) et de formation, sa participation systématique aux conseils de l'unité et aux séminaires internes du LPGP, et surtout ses actions de transferts de compétences, de matériel et de sollicitations industrielles.