



HAL
open science

LKB - Laboratoire Kastler Brossel

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LKB - Laboratoire Kastler Brossel. 2014, École normale supérieure - ENS, Centre national de la recherche scientifique - CNRS, Université Pierre et Marie Curie - UPMC. hceres-02031603

HAL Id: hceres-02031603

<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02031603v1>

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

Evaluation de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire Kastler Brossel

LKB

sous tutelle des
établissements et organismes :

Centre National de la Recherche Scientifique

École Normale Supérieure

Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie



Novembre 2012



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

Section des Unités de recherche

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des Unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glaudes

Notation

À l'issue des visites de la campagne d'évaluation 2012-2013, les présidents des comités d'experts, réunis par groupes disciplinaires, ont procédé à la notation des unités de recherche relevant de leur groupe (et, le cas échéant, des équipes internes de ces unités). Cette notation (A+, A, B, C) a porté sur chacun des six critères définis par l'AERES.

NN (non noté) associé à un critère indique que celui-ci est sans objet pour le cas particulier de cette unité ou de cette équipe.

Critère 1 - C1 : Production et qualité scientifiques ;

Critère 2 - C2 : Rayonnement et attractivité académique ;

Critère 3 - C3 : Interaction avec l'environnement social, économique et culturel ;

Critère 4 - C4 : Organisation et vie de l'unité (ou de l'équipe) ;

Critère 5 - C5 : Implication dans la formation par la recherche ;

Critère 6 - C6 : Stratégie et projet à cinq ans.

Dans le cadre de cette notation, l'unité de recherche concernée par ce rapport et ses équipes internes ont obtenu les notes suivantes.

- Notation de l'unité : **LABORATOIRE KASTLER-BROSSEL**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A+	A+	A+	A+

- Notation de l'équipe : **Atom chips group**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A	A+	A+	A+	A+

- Notation de l'équipe : **Bose-Einstein condensates**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A+	A+	A+	A+

- Notation de l'équipe : **Ultracold Fermi gases**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A+	A+	A+	A+

- Notation de l'équipe : **Complex Quantum Systems**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A	A+	A	A



- Notation de l'équipe : **Cavity Quantum Electrodynamics**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A+	A+	A+	A+

- Notation de l'équipe : **Measurement and fundamental noises**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A	A	A+	A+

- Notation de l'équipe : **Quantum Optics**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A+	A+	A+	A+

- Notation de l'équipe : **Quantum Fluctuations and Relativity**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A+	A+	A+	A+

- Notation de l'équipe : **Polarized helium, quantum fluids and solids**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A	A	A	A	A	A

- Notation de l'équipe : **Metrology of simple systems and fundamental tests**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A	A+	A+	A+

- Notation de l'équipe : **Métrie de H₂⁺**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A	A	A	A	A	A



- Notation de l'équipe : **Optique et biologie**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A+	A	A+	NN



Rapport d'évaluation

Nom de l'unité :	Laboratoire Kastler Brossel
Acronyme de l'unité :	LKB
Label demandé :	UMR
N° actuel :	8552
Nom du directeur (2012-2013) :	Avant le 1er juillet 2012 : M. Paul INDELICATO Depuis : M. Antoine HEIDMANN
Nom du porteur de projet (2014-2018) :	M. Antoine HEIDMANN

Membres du comité d'experts

Président : M. Christian CHARDONNET, Institut d'Optique, Palaiseau

Experts :

M. Benoit BOULANGER, Institut Néel, Grenoble (représentant du CNU)

M. Nicolas CERF, École Polytechnique de Bruxelles, Belgique

M. Antoine GEORGES, École Polytechnique, Palaiseau

M. Massimo INGUSCIO, European Laboratory for Non-Linear Spectroscopy, Firenze, Italie

M. Robin KAISER, Institut Non Linéaire de Nice, Valbonne (représentant du CoNRS)

M. Ekkehard PEIK, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Allemagne

M^{me} Catherine ROYER, Centre de Biochimie Structurale, Montpellier

M. Gérard VERMEULEN, Institut Néel, Grenoble

M. Jook WALRAVEN, Van der Waals Institute, Amsterdam, Pays-Bas



Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M^{me} Sylvie MAGNIER

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

M. Yves GULDNER, École Normale Supérieure

M. Reynald PAIN, Université Pierre et Marie Curie

M^{me} Pascale ROUBIN, Centre National de la Recherche Scientifique,
Institut de Physique



1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Département de Physique de l'École Normale Supérieure, 24 rue Lhomond, 75230 Paris Cedex 05.

L'unité est localisée actuellement sur deux sites, le premier rue Lhomond et le second à l'Université Pierre et Marie Curie (Campus de Jussieu, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05).

L'ouverture d'un troisième site au Collège de France est en cours.

Équipe de Direction

L'équipe de direction est composée de M. François BIRABEN, M. Jean DALIBARD, M. Philippe JACQUIER, M^{me} Astrid LAMBRECHT, M. Pierre-Jean NACHER, M. Thierry TARDIEU et de M^{me} Monique GRANON.

Nomenclature AERES

ST2

Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de producteurs du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	26	28	28
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	27	21	21
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	30(29,50)	28(27,50)	
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	1	
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	83(82,50)	3*	3*
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	11(9,50)	4	1
TOTAL N1 à N6	178	85*	53
Taux de producteurs	98,11%*		

* le visiteur et les 19 post-doctorants mentionnés dans le Fichier projet ne sont pas considérés dans ce tableau



Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	131	
Thèses soutenues	79	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	56	
Nombre d'HDR soutenues	5	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	40	41



2 • Appréciation sur l'unité

Points forts et possibilités liées au contexte

Très grandes notoriété et visibilité internationales.

Très grande attractivité.

École de formation à la recherche de très grande valeur.

Très bon ancrage dans le paysage régional et national.

Très bon équilibre et forte complémentarité entre travaux théoriques et expérimentaux.

Solide administration collégiale de l'unité et politique RH réfléchie.

Points à améliorer et risques liés au contexte

Le déménagement de deux équipes phares de l'unité au Collège de France affecte sensiblement la place du LKB sur son site historique de l'École Normale Supérieure. Il ne faudrait pas que cela soit source de déséquilibres à venir.

Les difficultés de financement de thèses par la diminution du nombre d'allocations des ED et du taux de succès à l'ANR.

Dans un ensemble où le nombre et le niveau des doctorants et post-doctorants sont élevés, de forts déséquilibres entre les équipes existent néanmoins.

Le trop faible nombre de promotions des IT malgré leur dévouement évident et le sérieux de la politique RH du laboratoire.

Recommandations

Continuer ainsi.

Favoriser le recrutement de doctorants sur les thématiques stratégiques du laboratoire mais parfois un peu moins attractives pour les jeunes.

Poursuivre les opérations de transfert et de valorisation de la recherche.

Développer une politique de communication scientifique plus volontariste en direction du public scolaire et du grand public.



3 • Appréciations détaillées

Le laboratoire Kastler-Brossel est un laboratoire de classe mondiale dont les activités de recherche couvrent un large spectre de la physique atomique, de l'optique quantique et de leurs applications. L'annonce quelques semaines avant la tenue du comité d'experts de l'attribution à M. Serge HAROCHE du prix Nobel de Physique, 3ème membre du laboratoire depuis sa création en 1951, à être lauréat de cette prestigieuse distinction, symbolise le niveau de l'excellence auquel se situe globalement cette unité de recherche dans la durée.

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La production scientifique est d'un bon niveau quantitatif, se situant entre 100 et 135 publications par an. Elle se caractérise surtout par un nombre très élevé de publications dans des revues de très grande visibilité avec 12 lettres dans Nature, Nature Physics..., 7 dans Science, 87 dans Physical Review Letters et 26 dans Europhysics Letters. L'impact de ces publications est en proportion puisque les 620 papiers de la période de référence (2007-2012) ont déjà suscité plus de 8250 citations avec 8 papiers publiés depuis 2008 cités plus de 70 fois dont un article de revue cité près de 1500 fois.

Les faits scientifiques marquants de la période sont nombreux. Sans être exhaustif, on peut néanmoins mentionner : 1) la mesure quantique non-destructive du nombre de photons microondes dans une cavité ainsi que la préparation et la stabilisation d'un nombre déterminé de photons 2) la première observation de la superfluidité dans un gaz quantique à 2 dimensions au voisinage de la transition de Berezinskii-Kosterlitz-Thouless 3) l'étude expérimentale quantitative de l'équation d'état de gaz quantiques notamment dans le régime de transition BEC-BCS qui a permis de vérifier pour la première fois des prédictions théoriques remontant à plus de 50 ans 4) une nouvelle mesure plus précise du rayon du proton qui s'écarte de 7σ de la valeur jusque là acceptée 5) le stockage de l'état quantique de la lumière dans un gaz atomique 6) la découverte - et son interprétation - d'un effet quantique d'auto-rephasage de spins qui conduit à des temps de cohérence de l'ordre de la minute dans une horloge à atomes piégés sur puce 7) la première observation et sa description théorique de la transition isolant-métal d'Anderson à 3D 8) l'observation de la superfluidité de polaritons dans une microcavité semi-conductrice 9) l'observation d'un état de métastabilité dans l'hélium solide.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le rayonnement du LKB est exceptionnel et se traduit par un nombre très élevé de conférences invitées (547 sans compter les 71 données par M. Claude Cohen-Tannoudji (prix Nobel de Physique en 1997)) bien réparties entre les équipes, à quelques exceptions près. Il est illustré par de très nombreuses distinctions souvent prestigieuses comme le prix Louis D. de l'Académie des Sciences, le Prix Irène Joliot-Curie, le prix Fabry - de Gramond et bien sûr, la médaille d'or du CNRS et tout récemment le prix Nobel de Physique. Ce rayonnement se traduit également par l'exercice par certains de ses membres de responsabilités importantes pour la communauté scientifique comme la présidence de la Société Française de physique puis de la Fédération Française de Sociétés Scientifiques, celle de la Société Française d'Optique, la présidence du comité d'éthique du CNRS, la direction de l'Institut Francilien de Recherche sur les Atomes Froids (IFRAF). Il s'illustre aussi par les nombreux succès aux différents appels d'offres comme l'ANR (malgré un taux de succès des AAP de l'agence en chute libre) avec une mention particulière pour les succès à l'ERC : 2 ERC advanced grants et 4 ERC starting grants. Ce dernier point montre aussi la vitalité de l'unité qui a su recruter des jeunes talents brillants et leur permettre de s'épanouir (depuis la visite du Comité d'experts, une ERC Synergy a été obtenue). Cette grande visibilité internationale s'accompagne d'une très forte attractivité académique avec 58 doctorants d'un excellent niveau d'ensemble dans le laboratoire au moment du rapport, soit une hausse de plus de 40% par rapport à l'exercice précédent et un nombre de post-doctorants qui est passé de 10 à 20 environ. Ceux-ci sont des éléments majeurs du dynamisme de cette unité de recherche.

Le LKB a participé avec succès aux différents appels d'offre des investissements d'Avenir. Il est membre de 2 Idex, 3 Labex dont le Labex porté par le département de physique de l'ENS et 2 Equipex. Il participe à de nombreux projets européens.



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

Pour une unité de recherche fondamentale, le dépôt de 5 brevets (et 2 en cours de dépôt) pendant la période de référence est très satisfaisant. La participation à la création de deux start-up est plus exceptionnelle et mérite d'être saluée: la société ALVEOLE pour le développement de dispositifs microfluidiques pour des tests cellulaires et la société CALLabs hébergée dans l'incubateur Agoranov qui développe un convertisseur de mode spatial avec notamment des applications télécom.

L'unité a par ailleurs une forte activité de diffusion des connaissances en direction du public scolaire ou vers le grand public. Néanmoins, elle n'est pas très bien mise en valeur dans le rapport et sans doute une politique plus volontariste en ce sens au regard du prestige scientifique de l'unité mériterait d'être menée. Il est à noter que l'un de ses membres occupe les fonctions de chargé de mission pour la communication à l'Institut de Physique du CNRS.

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

Un véritable effort de réflexion a été mené sur l'organisation, l'animation scientifique et la politique RH du laboratoire. A cet égard, l'action du directeur de l'unité et de son équipe de direction mérite d'être tout particulièrement saluée. Le directeur s'appuie de façon collégiale sur une équipe de direction, ce qui permet de bien prendre en compte la localisation sur deux sites du laboratoire, bientôt trois.

Le directeur et son équipe s'appuient sur un conseil de laboratoire qui gère la vie de l'unité et un conseil scientifique qui a, à présent, une existence plus formelle et qui se réunit au moins deux fois par an. C'est cette structure qui, par exemple, choisit les projets risqués ou en direction des jeunes recrutés, financés avec le prélèvement sur contrats effectué par le laboratoire. Cette politique qui crée de la solidarité dans le laboratoire et favorise les jeunes a été jugée très positive.

Pour intégrer la croissance forte et régulière du laboratoire, les équipes ont été organisées selon 5 axes thématiques (gaz quantiques, optique quantique et information quantique, atomes dans des milieux denses et complexes, tests des interactions fondamentales et métrologie, interface physique-imagerie médicale-biologie). Un comité des séminaires où ces axes sont représentés a été mis en place. Il organise des séminaires généraux ou plus spécialisés par axe. Les doctorants ont également leurs séminaires où, assistés par deux jeunes chercheurs, ils peuvent se former à la communication scientifique. Ces dispositions méritent d'être poursuivies et confortées.

Un comité éditorial est chargé d'identifier les résultats scientifiques marquants qui mériteraient une action de communication plus large : communiqué de presse, mise en valeur sur le web... Son rôle pourrait être renforcé voire élargi.

Les différents ateliers fonctionnent à présent au service de l'ensemble de l'unité indépendamment du site, avec une véritable autonomie de gestion et une plus grande responsabilisation. L'entretien avec les personnels IT lors de la visite du Comité d'experts a confirmé la bonne reconnaissance que la direction accorde à leurs missions. Un conseil des chefs d'atelier assiste aussi la direction dans la définition des besoins en postes ou sur les questions de réorganisation.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le LKB est une véritable école de formation par la recherche et est impliqué dans les écoles doctorales ED 107 et ED 389 portées respectivement par l'ENS et l'Université Paris 6. Ce n'est pas moins de 127 doctorants et 68 post-doctorants qui ont fréquenté le laboratoire pendant la période de référence. Avec 58 doctorants actuellement, la tendance est encore à la hausse. Cette capacité d'accueil remarquable est stratégique pour le laboratoire qui a mis en place un suivi personnalisé de ses doctorants qui peuvent désormais (ou pourront) faire appel à un tuteur situé hors de leur équipe pour aborder toutes questions qui les préoccupent. Le séminaire des doctorants est aussi un soutien important à la formation de ces jeunes chercheurs. Les doctorants d'un niveau global excellent sont apparus motivés, heureux et fiers d'être dans ce laboratoire tout en regrettant que la durée du doctorat limitée à trois ans en principe ne puisse pas être prolongée systématiquement d'une année.

Par ailleurs, la participation très forte de ses membres aux enseignements de nombreuses écoles thématiques, le fait qu'un deuxième chercheur vient d'être nommé professeur au Collège de France démontrent le rôle éminent du LKB dans la formation continue de la communauté française et internationale de la physique atomique et de l'optique quantique.



Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La nouvelle direction de l'unité a l'intention de s'inscrire dans la continuité de la précédente équipe en matière d'organisation et d'animation scientifique que le comité d'experts a grandement apprécié. Il souhaite mettre un accent particulier sur la communication notamment pour tirer le meilleur parti du succès du prix Nobel de Physique ce qui mérite d'être encouragé.

Les équipes de recherche ont, pour leur part, tracé des orientations jugées dans l'ensemble très ambitieuses avec des priorités claires. Le spectre de recherche du laboratoire est déjà très large avec de nombreuses connexions avec des communautés scientifiques voisines. Ce positionnement participe fortement au rayonnement et au poids scientifique de l'unité et doit simplement être encouragé.

Enfin, la nouvelle direction souhaite profiter du déménagement d'équipes au Collège de France ainsi que du départ de l'équipe Optique et Biologie pour mener une réflexion en vue d'accueillir une nouvelle équipe ou de faire émerger une nouvelle thématique. Cette démarche mérite d'être encouragée car elle sera une marque d'ouverture et d'évolutions thématiques toujours souhaitables. Le comité d'experts fait confiance au laboratoire pour que ces évolutions s'effectuent sous le sceau de l'excellence et de la cohérence scientifique globale qui caractérisent l'unité.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 1 : Microcircuits à atomes

Nom du responsable : M. Jakob REICHEL

Effectifs :

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	4	4	4
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	1	1	1
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	5	0*	
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
TOTAL N1 à N6	10	5	5

* le post-doctorant du fichier projet n'est pas considéré dans ce tableau

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	11	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	3	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	4



• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Avec ce groupe, le LKB a atteint en une petite décennie une position dominante dans le domaine de la mécanique quantique fondamentale avec des microcircuits à atomes. Il s'agit d'un succès pour la politique scientifique du LKB. Avec 26 publications dans des journaux internationaux à comité de lecture dont 4 Nature, 1 Nature Physics, 1 Science, 1 Applied Physics Letters et 7 Physical Review Letters, la production scientifique atteint les plus hauts standards. Le cœur de la recherche concerne les mesures de précision d'atomes ultra-froids et de condensats de Bose-Einstein dans des cavités Fabry-Pérot fibrées (FPF) et dans des pièges optiques miniatures dans le contexte de l'électrodynamique quantique en cavité et de l'information quantique. Le papier publié dans Nature en 2007 sur le sujet a un taux de citation très élevé (>230). De récents faits marquants (« highlights ») concernent la détection d'un q-bit atomique piégé sans échange d'énergie, la suppression de la décohérence dans une horloge à atomes piégés, le développement d'un tweezer atomique miniature dans une FPF. L'activité théorique a été très efficace en mettant en lumière l'intérêt du spin squeezing et en venant en appui aux recherches expérimentales du groupe.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Depuis le tout début de la recherche sur les microcircuits atomiques, l'équipe a toujours fait partie des groupes leaders. En plus des développements technologiques des microcircuits atomiques, elle a acquis une position unique avec les développements des cavités Fabry-Pérot basées sur des fibres optiques et leurs applications. La collaboration avec le groupe de Treutlein a produit deux papiers très cités (>75). La reconnaissance de l'équipe s'illustre également par 25 conférences invitées. L'équipe a organisé plusieurs workshops et édité un livre, tous relatifs aux microcircuits atomiques.

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

L'équipe est très fortement impliquée dans l'innovation technologique basée sur les microcircuits atomiques. Le responsable d'équipe est conseiller scientifique d'une start-up qui repose sur ces développements. Le groupe a également été actif dans des opérations de diffusion de la connaissance en direction des lycées comme vers le grand public.

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

L'équipe est constituée de 5 permanents (1 PU, 2 MdC, 1 CR + 1 PU-récemment recruté), 11 doctorants, 3 post-doctorants et 2 visiteurs invités. La recherche est organisée en 7 projets dont un qui concerne la théorie. Les études sur le spin squeezing et le « number squeezing » sont d'excellents exemples d'un sujet où expériences et théorie conjuguent efficacement leurs efforts. Le groupe bénéficie de développements théoriques internes et possède une solide collaboration avec le SYRTE (horloge atomique sur puce), l'Université de Bale (spin squeezing) et ETH-Zurich (CQED exciton polaritons) et fait partie de la collaboration QUANTUS de la tour de Brème.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe a formé (ou forme) 11 doctorants et 3 post-doctorants ; 6 thèses ont été soutenues pendant la période de référence, ce qui est bien pour un groupe de cette taille et de cette composition. Avec 2 MC et 1 PU, elle participe à la formation académique. Le responsable a été nommé à l'IUF. Un membre de l'équipe a consacré beaucoup d'efforts à des tâches très chronophages dans l'organisation de l'éducation des doctorants et des futurs enseignants (préparation à l'agrégation).

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'équipe a défini 4 domaines de recherche, reposant largement sur les innovations de la période passée. Avec un nouveau PU, le groupe travaille vers l'application des cavités FPF pour l'investigation des émetteurs à l'état solide. Cette recherche s'effectue en collaboration avec un groupe d'ETH (Zurich). Le support IUF du responsable expire prochainement. Cela va laisser l'équipe avec 1 CR comme seul chercheur plein temps ce qui pourrait bien déplacer la productivité du groupe vers la formation.



Conclusion

- Points forts et possibilités liées au contexte :

Excellente recherche gouvernée par les innovations technologiques.

Fortes collaborations nationales et internationales.

- Points à améliorer et risques liés au contexte :

Il faudra veiller à l'équilibre entre les activités de recherche et de formation.

Les jeunes chercheurs doivent veiller à leur participation aux conférences internationales.

- Recommandations : voir ci-dessus.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 2 : Condensats de Bose-Einstein

Nom du responsable : M. Jean DALIBARD

Effectifs :

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	4	4
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	1	1
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	14	1*	1
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
TOTAL N1 à N6	20	6	6

**Les 3 post-doctorants et le visiteur mentionné dans le fichier projet ne sont pas considérés dans ce tableau*

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	17	
Thèses soutenues	11	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	10	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	3



• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Avec cette équipe, le LKB continue à produire des résultats scientifiques d'une qualité impressionnante. Avec 52 publications, la production est élevée, incluant plusieurs contributions dans des journaux de grande visibilité (1 Nature, 3 Review of Modern Physics (RMP), 4 Nature Physics, 11 Physical Review Letters), dont 5 sont très cités (>50) selon le web of science. L'équipe est leader mondial dans la physique des gaz de Bose à deux dimensions, la première démonstration de l'apparition de la superfluidité à la transition BKT en est un récent « highlight ». L'équipe est aussi une référence très citée en matière d'application des champs de jauge artificiels pour manipuler les gaz quantiques. L'équipe a fortement investi dans des nouveaux dispositifs expérimentaux. Pour les champs de jauge artificiels, un montage à atomes d'ytterbium a été construit et vient de délivrer son premier condensat. Un montage à atomes de sodium a été construit pour étudier la physique des spinors ; un premier « highlight » est l'observation d'une transition de phase quantique dans un gaz de spinors $F=1$ par variation d'un champ magnétique. Le montage à atomes de rubidium dédié à la physique à 2 dimensions a été complètement reconstruit. La recherche majeure sur le triplet métastable de l'hélium a été finalisée par un article de revue de grande valeur dans RMP.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Cette équipe fait partie des groupes les plus éminents de la physique atomique à l'échelle mondiale. Les plus de 1500 citations (en 4 ans) pour un papier de revue récent confirment sa réputation d'autorité dans le domaine des gaz quantiques. Cette réputation est aussi soulignée par les 143 conférences invitées et un livre récent dans « Advances in atomic physics : an overview ». L'équipe peut également mettre en avant une liste impressionnante de distinctions récentes. A côté de sa participation dans différents comités d'organisation, elle a co-organisé une conférence internationale majeure (ICAP2012) ainsi que l'école d'été associée. Le comité d'experts a également été impressionné par la qualité des jeunes permanents récemment recrutés (y compris 1 ERC-junior).

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

Un des membres de cette équipe préside le comité d'éthique du CNRS et constitue l'élément moteur majeur de l'IFRAF (Institut Francilien de Recherche sur les Atomes Froids), qui a stimulé avec beaucoup de succès la recherche et l'innovation dans le domaine des atomes froids en Île-de-France et plus largement en France ainsi que de nombreuses opérations de diffusion de la connaissance vers le grand public. A noter également la prise d'un brevet sur un développement instrumental.

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

Cette équipe remarquable est constituée de 6 permanents (1 PCdF, 1 PECdF, 1 DRCE, 1 CR, 1 MdC + 1 MdC récemment recruté), 17 doctorants, 11 post-doctorants et 6 visiteurs invités. La visite a été bien préparée, et a donné une bonne impression de l'enthousiasme et du dévouement des membres de l'équipe. Les nouveaux recrutements se situent dans la meilleure tradition de l'École Normale Supérieure avec un profil de « généraliste » théorie/expérience.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe a formé (et forme) 17 doctorants ; 11 thèses ont été soutenues pendant la période de référence, ce qui est remarquable pour une équipe de cette taille et de cette composition. Le responsable est professeur à l'École Polytechnique et vient d'être recruté comme professeur au Collège de France, contribuant ainsi au meilleur niveau à la formation des étudiants et des chercheurs.



Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'équipe a défini 4 directions de recherche stimulantes et va les mettre en œuvre dans un nouvel environnement remarquable au Collège de France qui sera disponible à partir de l'été 2013. L'équipe se positionne fortement au niveau international par la construction d'une nouvelle génération d'expériences : un appareillage rénové et deux nouveaux montages (mentionnés ci-dessus) sont opérationnels, un autre (avec l'atome de dysprosium) pour étudier les superfluides topologiques et les fermions de Majorana sera prochainement construit. Avec sa composition rajeunie, l'équipe paraît bien préparée pour mener ce programme de recherche ambitieux. Cela étant, le déménagement au Collège de France et l'augmentation de la charge d'enseignement du responsable comme professeur au Collège de France requiert de l'attention au regard des progrès expérimentaux, de la composition optimale de l'équipe, des interactions entre les jeunes scientifiques des groupes d'atomes froids comme de la cohésion du LKB en général.

Conclusion

- Points forts et possibilités liées au contexte :

Il s'agit d'une équipe de tout premier plan mondial de la physique atomique.

- Points à améliorer et risques liés au contexte :

Il convient de veiller à la cohésion de l'équipe avec le reste du LKB.

- Recommandations : voir ci-dessus.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 3 : Gaz de Fermi ultra froids

Nom du responsable : M. Christophe SALOMON

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1	2	2
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	3	3
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	10	0*	
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
TOTAL N1 à N6	14	5	5

*Les 3 post-doctorants du fichier projet ne sont pas considérés dans ce tableau

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	14	
Thèses soutenues	8	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	7	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	4



• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La qualité des résultats scientifiques de cette équipe s'est située constamment au tout premier plan mondial. Avec 63 publications, la production est élevée, avec plusieurs contributions dans des journaux de haute visibilité (1 Nature, 1 Science, 1 Nature Physics, 15 Physical Review Letters). 4 d'entre elles sont très citées (>50) selon le web of science. L'équipe a réalisé des contributions de référence à la physique de la transition BEC/BCS et corrélativement à la formation de molécules au voisinage des résonances de Feshbach. Un récent « highlight » remarquable a été la première démonstration de mesures de précision thermodynamiques sur des gaz quantiques, en particulier, des mesures de l'équation d'état à la fois dans des systèmes de Bose et de Fermi (>125 citations sur 3 ans). Le projet PHARAO d'une horloge spatiale à atomes froids est en phase de test et son lancement est programmé. L'équipe a développé un nouveau montage expérimental pour étudier les mélanges de gaz quantiques de lithium et de potassium.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Il s'agit d'une équipe de premier plan mondial dans le domaine de l'exploration expérimentale des gaz quantiques de fermions. La recherche théorique de l'équipe et son réseau de collaborations théoriques sont excellents. L'équipe a organisé ou co-organisé 13 conférences internationales. La réputation de l'équipe se mesure aussi au travers des 83 papiers invités dans des conférences internationales, de plusieurs prix, de 7 contributions à des livres, et d'un financement prestigieux (ERC-Advanced Grant).

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

L'équipe a participé à deux films scientifiques, trois interviews radio et deux interviews pour la presse écrite. Qui plus est, elle a participé à plusieurs activités de diffusion de la connaissance en direction des lycées ainsi qu'à des manifestations avec le grand public. Le projet PHARAO est exemplaire en tant qu'opération de transfert technologique.

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

Cette équipe très bien organisée est constituée de 5 permanents (1 DR1, 1 DR2, 1 Pr-ENS, 1 CR2 + 1 MdC-UPMC), 13 doctorants, 6 post-doctorants et 9 visiteurs invités. Dans la perspective de l'exploitation scientifique de la physique des horloges, l'équipe de permanents s'est accrue d'un Maître de Conférences. La composition de l'équipe est bien adaptée à son programme de recherche, tant pour les parties théorique qu'expérimentale. La visite bien organisée a donné une bonne impression du haut niveau de l'équipe, ainsi que de la qualité et de l'enthousiasme des doctorants et des post-doctorants.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe a formé (et forme) 13 doctorants et 8 post-doctorants ; 8 thèses ont été soutenues pendant la période de référence, ce qui est excellent pour une équipe de cette taille et de cette composition. L'équipe a contribué à 14 écoles de recherche internationales. De plus, l'équipe est très engagée dans la formation en premier cycle.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'équipe a défini une stratégie claire autour de trois principales directions de recherche : la physique des mélanges, un programme théorique et le projet PHARAO. Le groupe théorie s'est récemment renforcé dans la direction des méthodes de Monte-Carlo quantique. Ceci est important dans la perspective des études des régimes des interactions fortes au voisinage des résonances de Feshbach. Le nouvel appareillage pour l'étude des mélanges est sur le point d'être opérationnel, le groupe est ainsi bien préparé pour le futur. La mission spatiale PHARAO/ACES est programmée pour un lancement en 2015, ce qui constitue un prolongement naturel du long investissement de l'équipe dans les horloges spatiales. Avec le déménagement de 4 montages expérimentaux majeurs des équipes « Condensats de Bose-Einstein » et « Électrodynamique en cavité » vers le Collège de France, il faudra veiller en particulier à la cohésion des groupes d'atomes froids de l'École Normale Supérieure.



Conclusion

- Points forts et possibilités liées au contexte :

Il s'agit d'une équipe de tout premier plan mondial de la physique atomique.

- Points à améliorer et risques liés au contexte :

Il faudra veiller à la cohésion entre les groupes d'atomes froids de l'École Normale Supérieure.

- Recommandations : voir ci-dessus.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 4 : Systèmes quantiques complexes

Nom du responsable : M. Dominique DELANDE

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés			
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2	2	2
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	4	0*	
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
TOTAL N1 à N6	6	2	2

* Le post-doctorant du fichier projet n'est pas considéré dans ce tableau

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	5	
Thèses soutenues	3	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2



• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Cette équipe effectue une excellente recherche théorique dans le champ des systèmes complexes en présence de désordre ou d'interactions. Pendant la période de référence, un article a été particulièrement remarqué : le travail en collaboration avec le groupe expérimental de Lille rapportant sur l'observation de la transition d'Anderson dans un rotateur quantique (PRL, 101, 255702 (2008)). En seulement 4 ans, cet article a suscité plus de 80 citations, en faisant l'un des papiers les plus cités de la production du LKB durant la période de référence. A côté de ce résultat-phare, l'équipe a publié plusieurs autres très bons papiers dans le domaine de la localisation d'Anderson et de la dynamique des gaz froids en interaction.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe est impliquée dans plusieurs collaborations, au niveau national avec des groupes de Lille et de Nice et au niveau international, avec Cracovie, Tashkent et en particulier Singapour. Il est à noter que cette équipe est partie prenante du « Laboratoire International Associé » (LIA) avec le CQT de Singapour et le CNRS. L'un des membres de l'équipe bénéficie d'une mise en disposition depuis 2008 et devrait rester dans ce laboratoire au moins jusqu'en 2014. L'équipe forme également un nombre satisfaisant de doctorants au regard de sa petite taille, et a attiré plusieurs post-doctorants pendant la période de référence.

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

L'équipe a fait quelques contributions pour la diffusion des résultats scientifiques au-delà des journaux techniques, par exemple au travers de deux contributions au magazine de plus large audience « Les Images de la Physique ».

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

L'équipe est très bien dirigée. La préoccupation principale, exprimée par le responsable lui-même est sa taille actuelle. Elle a seulement 2 permanents dont l'un est localisé à Singapour jusqu'en 2014. Le LKB pourrait vouloir considérer le problème de masse critique de cette très bonne équipe théorique afin de soutenir le développement de cette activité et éventuellement son élargissement vers de nouvelles directions.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Trois thèses ont été soutenues pendant la période de référence, et deux autres sont en passe de l'être (2 sont des co-directions par le biais de collaborations internationales). Ceci est excellent compte tenu de la taille de l'équipe. Un point plus faible est l'absence d'implication des membres de l'équipe dans les tâches d'enseignement, tant au niveau Licence que Master.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'équipe a l'intention de développer plus avant les méthodes numériques comme DMRG et t-DMRG pour l'étude des systèmes quantiques en interaction, en particulier en regardant les aspects dynamiques au voisinage des transitions de phase quantique. Dans le cadre de l'activité du LIA à Singapour, une autre direction porte sur l'étude des atomes ultra-froids dans des champs de jauge artificiels. Ces deux axes sont très intéressants et forment des lignes de recherche très actuelles.



Conclusion

- Points forts et possibilités liées au contexte :

Grande qualité de la recherche et des résultats.

Sujets de grande actualité dans la communauté scientifique.

Bon niveau de collaborations nationales et internationales, impliquant aussi des expérimentateurs.

- Points à améliorer et risques liés au contexte :

Taille de l'équipe, notamment au regard de la bi-localisation Paris/Singapour.

Une implication plus forte dans l'enseignement, par exemple au niveau master, serait souhaitable.

- Recommandations : Voir ci-dessus



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 5 : Électrodynamique en cavité

Nom du responsable : M. Jean-Michel RAIMOND

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2	2
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	2	2
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1		
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	4	0*	
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	2	
TOTAL N1 à N6	11	6	4

* Les deux post-doctorants du fichier projet ne sont pas considérés dans ce tableau

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	13	
Thèses soutenues	8	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	3	
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 a acquis une expérience considérable dans la conception de cavités supraconductrices à micro-ondes de ultra-haute finesse et leur couplage avec des atomes de Rydberg. Cette maîtrise unique a permis à l'équipe de réaliser plusieurs prouesses expérimentales, en particulier la mesure non destructive du nombre de photons dans la cavité et la stabilisation d'un état quantique du champ en cavité par une boucle de rétroaction quantique. Cette expérience, première mondiale, a eu un impact majeur dans la communauté de l'optique et de l'information quantique. Une seconde voie de recherche concerne l'utilisation de puces atomiques supraconductrices afin de préparer des atomes de Rydberg individuellement grâce au mécanisme de blocage dipolaire. Il résulte de ces travaux une moisson de publications dans les meilleures revues scientifiques, notamment 4 Nature, 5 Physical Review Letters, 2 Europhysics Letters et 1 Applied Physics Letters. La qualité de la production scientifique de l'équipe est donc indiscutablement remarquable.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

C'est une équipe de tout premier plan, dont le rayonnement scientifique est évident et va bien au-delà de la communauté de l'optique et de l'information quantique. La reconnaissance internationale de l'équipe se traduit par un nombre impressionnant de présentations (91 sur invitation) lors de conférences scientifiques par les trois membres senior de l'équipe, l'obtention de 8 prix par ses membres dans la période 2007-2012, avec en point d'orgue l'attribution du prix Nobel de physique 2012 à son précédent directeur, après la médaille d'or du CNRS reçue en 2009. L'équipe participe également à plusieurs projets nationaux et internationaux. Elle dispose d'un crédit ERC au niveau senior. Son attractivité académique est manifeste.

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

Le caractère fondamental des recherches ne permet pas un transfert de technologie direct vers le monde de l'entreprise, mais l'équipe contribue très largement à la diffusion des connaissances scientifiques, notamment au travers des cours dispensés dans le cadre de la chaire de Physique Quantique au Collège de France. Les nombreuses conférences et rubriques de journalistes sur « la vie et la mort d'un photon » ont indéniablement une influence très positive sur l'appréciation du grand public pour la physique fondamentale.

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

L'organisation interne de l'équipe semble très efficace et n'appelle pas de commentaire particulier au vu des résultats engrangés au cours de la période de référence 2007-2012. Le recrutement en 2013 d'un nouveau Maître de Conférences contribuera à assurer le bon fonctionnement et la continuité de l'équipe sur le long terme.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le grand nombre de thèses soutenues (8) et leur qualité reflètent l'investissement important de l'équipe dans la formation par la recherche. Il y a aussi 5 thèses en cours, ce qui témoigne du fait que cette activité ne faiblit pas. L'un des anciens doctorants vient d'être recruté sur un poste de chargé de recherche dans l'équipe « Mesure et bruits fondamentaux », signe d'une mobilité inter-équipes opportune au sein du LKB et de l'excellence de la formation.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Tout en étant une équipe phare, reconnue depuis longtemps, l'équipe ne s'arrête pas en chemin et construit un projet ambitieux qui se développe en trois axes : (1) la poursuite de la lignée d'expériences qui ont amené le succès de l'équipe mais avec une seconde cavité afin de tester des superpositions non locales d'états du champ mésoscopique des deux cavités, par exemple des « chats de Schrödinger intriqués »; (2) une nouvelle expérience basée sur une fontaine d'atomes froids culminant au centre de la cavité afin de sonder la décohérence et d'implémenter des marches quantiques dans la cavité; (3) la préparation d'atomes de Rydberg « à la demande » via l'usage de puces atomiques supraconductrices et l'étude de la structure du gaz d'atomes froids avec une interaction dipolaire.



Conclusion

- Points forts et possibilités liées au contexte :

Bien qu'elle soit établie depuis longtemps, cette équipe a su garder une place de tête dans la compétition internationale. Elle a les atouts, en termes de personnes et d'équipement, pour produire d'autres expériences qui serviront de référence et semble bien engagée dans cette voie.

- Points à améliorer et risques liés au contexte :

Le déménagement des expériences sur le site de l'Institut de Physique du Collège de France représente indéniablement un défi de taille que l'équipe va devoir attaquer afin de garder une production scientifique au niveau qu'elle a su atteindre dans la période 2007-2012.

- Recommandations :

Avec la notoriété internationale que confère le prix Nobel, il est important d'assurer la pérennité de l'équipe sur le long terme grâce à de nouveaux projets. La nomination prévue d'un Maître de Conférences à la rentrée 2013 est un bon pas dans cette direction. Ce prix Nobel doit aussi être - entre autres - un levier important pour toucher un large public et rendre la discipline mieux connue et plus attractive. Le lauréat a aussi le talent pour cela.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 6 : Mesure et bruits fondamentaux

Nom du responsable : M. Antoine HEIDMANN

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2	2
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2	2	2
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	5(4,50)	0*	
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
TOTAL N1 à N6	9(8,50)	4	4

* les deux post-doctorants ne sont pas considérés dans ce tableau

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	7	
Thèses soutenues	4	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2



• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe effectue une recherche de premier plan sur le couplage opto-mécanique et l'effet de la pression de radiation sur des miroirs mobiles. Un aspect important du travail a porté sur de l'instrumentation aux performances ultimes ayant conduit au développement de nouveaux résonateurs opto-mécaniques à base de micro-piliers de quartz ou de membranes suspendues à cristal photonique pouvant fonctionner en régime quantique. Des résultats remarquables ont été obtenus, comme (1) la démonstration de l'existence de corrélations opto-mécaniques entre l'intensité de la lumière et le déplacement d'un miroir et leur utilisation pour améliorer la sensibilité de détection, (2) l'accession au régime quantique en refroidissant les micro-piliers à des températures inférieures à 100 μ K et en étant capable de mesurer le bruit thermique associé, (3) des mesures ultra sensibles de bruit thermique de membranes à cristal photonique placées dans des cavités de haute finesse à très petits cols. Un autre point fort de l'équipe est son implication depuis 2010 dans le projet VIRGO. L'activité des cinq dernières années a conduit à une bonne production scientifique : 5 lettres (3 Physical Review Letters, 1 Optics Letters, 1 Applied Physics Letters) et 10 autres articles dans de très bonnes revues internationales à comité de lecture.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe a un excellent rayonnement scientifique qui s'illustre par 30 conférences internationales invitées, la participation à 9 programmes français ou européens, et l'obtention des Prix Arnulf-Francon de la Société française d'Optique et Gustave Ribaud de l'Académie des Sciences pour deux des permanents de l'équipe. L'équipe a également su attirer de nombreux doctorants (7), post-doctorants (4) et visiteurs (4).

Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culture

L'équipe a participé à une grande exposition, une émission audiovisuelle, ainsi qu'à la Fête de la Science. Il serait peut-être bon de développer un véritable partenariat industriel dans le domaine des MEMS, et d'essayer de déposer des brevets en la matière.

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

Un bon esprit collaboratif règne dans cette équipe jeune qui regroupe 4 permanents dont un senior, mais il est difficile de voir clairement le rôle de chacun dans les différents projets.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Il y a 7 doctorants et 4 post-doctorants sur la période écoulée. Avec 4 permanents, cela montre une bonne implication de l'équipe dans la formation par la recherche.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La stratégie de l'équipe pour la prochaine période s'appuie sur le fort investissement des dernières années en matière d'instrumentation et va porter essentiellement sur l'étude des cavités opto-mécaniques en régime quantique. La maturité du parc expérimental et le dynamisme de l'équipe sont tels que les objectifs du projet paraissent parfaitement accessibles. Ces projets sont décrits au travers de cinq axes : 1) la mise en évidence du bruit quantique de pression de radiation, 2) la génération de lumière comprimée en utilisant un oscillateur mécanique présentant une non-linéarité de type Kerr, 3) la réalisation et l'étude de résonateurs mécaniques quantiques incluant des résonateurs dans une superposition d'états cohérents ou l'intrication entre le résonateur et la lumière, 4) le couplage d'atomes froids avec un résonateur pour le développement de micro- et nano-capteurs mécaniques limités par le seul bruit quantique, 5) une implication dans l'interféromètre VIRGO de deuxième génération par l'étude des effets d'instabilité paramétrique dus à la pression de radiation et l'étude de faisabilité d'injecter de la lumière comprimée dans l'interféromètre.



Conclusion

- Points forts et possibilités liées au contexte :

C'est une équipe jeune qui présente une forte expertise et un parc expérimental à la hauteur de la très forte compétition internationale. Le projet s'inscrit parfaitement dans les champs d'excellence du laboratoire et va impliquer des collaborations avec les équipes travaillant sur les atomes froids et l'optique quantique. L'équipe est également bien connectée au niveau international.

- Points à améliorer et risques liés au contexte :

Le senior et responsable de l'équipe va devoir consacrer une partie importante de son temps à la direction du laboratoire ce qui risque de fragiliser un peu l'équipe, dans un contexte international très compétitif.

- Recommandations :

Il serait bon d'essayer d'assigner à chaque permanent la responsabilité d'un projet particulier sans pour autant altérer les très bonnes collaborations internes, et de renforcer la valorisation industrielle et la protection intellectuelle par le dépôt de brevets. D'autre part, le recrutement à court terme d'un chercheur permanent serait souhaitable afin que l'équipe puisse maintenir sa forte expertise alors que son animateur va devoir consacrer une partie importante de son temps à la direction du laboratoire les cinq années à venir.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 7 : Optique quantique

Nom du responsable : M. Alberto BRAMATI & M. Claude FABRE

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	4	4	4
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés			
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	13	1*	1
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
TOTAL N1 à N6	17	5	5

* les cinq post-doctorants du fichier projet ne sont pas considérés dans ce tableau

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	33	
Thèses soutenues	15	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	8	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	5



• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Cette équipe s'est développée de façon remarquable dans la période de référence 2007-2012 en élargissant ses domaines de compétences dans diverses directions touchant les deux pans principaux de son activité : l'optique quantique et les mémoires quantiques. L'activité « optique quantique paramétrique » s'est largement étendue vers les aspects multi-modes, s'agissant de modes spatiaux transverses (imagerie quantique) ou de modes temporels/fréquentiels (peignes de fréquence et applications métrologiques). L'activité « mémoires quantiques et optique quantique dans les semi-conducteurs » s'est étendue depuis le stockage de l'état quantique de la lumière à l'aide de gaz atomiques chauds puis froids (pièges magnéto-optiques) jusqu'à la maîtrise de l'interface lumière-matière qu'offrent les microcavités semi-conductrices (interaction véhiculée par les polaritons). La production scientifique qui découle de ces travaux est considérable : 26 lettres (dont 1 Science, 3 Nature Physics, 3 Nature Photonics, 1 Nature Communications et 12 Physical Review Letters) et 35 articles. Ces recherches de premier plan ont des répercussions marquantes dans le domaine de l'optique et de l'information quantique, avec notamment un impact attendu important pour la réalisation de répéteurs quantiques.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le nombre impressionnant d'exposés invités (87) reflète le rayonnement de l'équipe. L'activité « optique quantique paramétrique » bénéficie d'une large renommée internationale dans le domaine de l'imagerie et de la métrologie quantique, comme en atteste la participation du groupe à de nombreux projets collaboratifs nationaux et internationaux. De son côté, le groupe « mémoires quantiques et optique quantique dans les semi-conducteurs » est l'un des plus actifs dans la compétition internationale visant à interfacer la lumière avec la matière tout en gardant la cohérence quantique, défi majeur pour l'avènement des technologies de l'information quantique. La reconnaissance de l'équipe dans son ensemble est évidente au vu des très nombreux prix (12) obtenus par tous ses membres. Il faut remarquer que l'équipe comporte deux lauréats ERC junior et un IUF junior, ce qui renforce encore son attractivité.

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

L'équipe participe sans aucun doute au processus d'innovation technologique. Sur la période 2007-2012, elle a produit 2 brevets et vient de créer une entreprise « spin-off ». Elle remplit aussi largement sa mission de diffusion des connaissances scientifiques auprès du grand public par la rédaction de plusieurs articles de vulgarisation, notamment dans « Pour la Science ». Enfin, l'organisation de conférences par un membre de l'équipe est un autre indicateur de l'interaction de l'équipe avec son environnement.

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

L'esprit de coopération semble très développé dans cette équipe, qui a su garder une très bonne cohésion interne malgré l'explosion du nombre de doctorants et post-doctorants au regard du faible effectif permanent disponible pour l'encadrement (5 permanents, dont 1 émérite).

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le degré d'implication de l'équipe dans la formation par la recherche est absolument remarquable. Le nombre de thèses soutenues ou entamées dans la période 2007-2012 est considérable (30), a fortiori si l'on tient compte de l'effectif permanent réduit et des charges d'enseignement importantes de tous les membres de l'équipe. Il faut aussi noter 5 thèses en co-tutelle, reflétant la reconnaissance internationale de la formation dispensée par l'équipe.



Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'équipe projette de poursuivre plus avant le développement entamé durant la période 2007-2012. Parmi ces nouveaux projets, on trouve (1) divers aspects de l'optique quantique multi-mode (génération d'états « peignes de fréquences » par un oscillateur paramétrique pompé de façon synchrone, application en métrologie et au contrôle cohérent d'impulsions de lumière, préparation d'états « cluster » massivement intriqués) ; (2) diverses facettes des mémoires quantiques (gaz atomiques, pièges magnéto-optiques, atomes piégés au voisinage d'une nano-fibre, microcavités semi-conductrices) ; (3) l'information quantique dite hybride (implémentation de portes quantiques non gaussiennes en vue de la réalisation de répéteurs quantiques) ; et enfin (4) le développement de sources de photons uniques à nano-cristaux semi-conducteurs. Il mérite d'être noté un projet de collaboration avec l'équipe « Microcircuits à atomes » qui participera à la cohésion du laboratoire.

Conclusion

- Points forts et possibilités liées au contexte :

L'équipe s'est considérablement développée au cours de cette période et s'est également engagée dans un nombre impressionnant de collaborations internationales. Il en résulte une production scientifique considérable, en quantité comme en qualité, couvrant des domaines variés de l'optique et de l'information quantique. La notoriété de l'équipe est aujourd'hui indiscutable en particulier dans le domaine de l'optique quantique multi-mode et dans celui de l'interface lumière-matière. Ces résultats sont d'autant plus remarquables que le laboratoire a dû subir les travaux du campus de Jussieu durant toute cette période. Il est également appréciable que les membres juniors de l'équipe puissent prendre des responsabilités dès à présent, ce qui garantit une certaine pérennité de l'équipe sur le long terme.

- Points à améliorer et risques liés au contexte :

Le nombre de permanents est faible au regard des activités de l'équipe et du nombre de doctorants et post-doctorants. En particulier, l'existence de deux pans d'activité distincts semble nécessiter un encadrement humain supérieur à ce qui est actuellement disponible.

- Recommandations :

Le recrutement d'un chercheur permanent permettrait à l'équipe de consolider son déploiement et d'occuper une place stratégique dans la forte compétition internationale du domaine de l'information quantique.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 8 : Fluctuations quantiques et relativité

Nom du responsable : M^{me} Astrid LAMBRECHT

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2	2
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	3	3
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	5		
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
TOTAL N1 à N6	10	5	5

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	9	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	4



• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe est un leader mondial dans son domaine de recherche. La qualité de la production scientifique est excellente dans ses trois axes (effet Casimir, mesures quantiques relativistes, tests des lois de la gravité), et est aussi attestée par ses publications dans des journaux scientifiques de premier rang : 50 papiers dans des revues internationales à comité de lecture dont 18 lettres (2 Nature, 8 Physical Review Letters, 7 European Physics Letters, 1 Physical Review B). L'équipe est l'inventeur et le promoteur de plusieurs lignes de recherche qui ont été activement suivies par la communauté scientifique. Elle montre aussi une grande versatilité et une disposition à contribuer efficacement aux différents sujets, même lorsqu'ils sont apparemment loin de son cœur de compétence (voir, par exemple, les travaux sur la physique du transfert thermique, sur la métrologie quantique, sur les atomes froids).

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe est impliquée dans plusieurs projets nationaux et internationaux. Pour certains d'entre eux, les responsables de l'équipe sont coordinateurs de réseau. La réputation internationale de l'équipe est confirmée par l'énorme nombre de conférences pour lesquelles les membres de l'équipe sont impliqués comme organisateurs, et comme conférenciers invités.

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

Les membres de l'équipe sont particulièrement actifs dans la diffusion des connaissances (en direction des lycéens, bar des sciences). Ils ont publié des livres scientifiques grand public, et l'un d'entre eux est chargé de mission pour la communication scientifique au CNRS-INP et a reçu des distinctions pour ses contributions en direction du grand public.

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

L'équipe est constituée de 1 DRCE, 1 DR, 1 PU, 1 CR et 1 MdC. Elle effectue une recherche théorique sur des axes bien définis mais il est clair au travers des publications qu'il existe des interactions fructueuses entre les différentes composantes de cette équipe.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Des membres de l'équipe sont impliqués dans les activités d'enseignement à l'UPMC, mais aussi dans des études concernant les méthodes pédagogiques innovantes. L'équipe a contribué, avec plusieurs thèses soutenues, au haut niveau de formation de l'UPMC. Sont également importants les nombreux cours donnés dans les écoles thématiques internationales.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le programme de recherche de l'équipe inclut la participation à plusieurs projets de haut niveau, allant de la microphysique jusqu'aux missions spatiales. Le plan est très détaillé pour ce qui concerne l'effet Casimir et les sujets reliés. Dans ce domaine, le groupe a une claire compétence et un leadership international. La section du plan consacrée à la gravité quantique est très ambitieuse : l'équipe projette de fournir un support théorique à différents programmes de recherche, ce qui implique un très gros effort même pour une équipe hautement qualifiée et préparée.



Conclusion

- Points forts et possibilités liées au contexte :

Excellents liens internationaux et leadership largement reconnu. Très large et solide culture scientifique de fond, grande capacité à contribuer à des domaines très variés.

- Points à améliorer et risques liés au contexte : Néant

- Recommandations :

Sélectionner des priorités dans son programme de recherche et évaluer précisément les objectifs scientifiques visés au regard des efforts à fournir et des moyens humains de l'équipe.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 9 : Hélium polarisé, Solides et Fluides quantiques

Nom du responsable : M. Pierre-Jean NACHER & M. Philippe JACQUIER

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2	2
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2	2	2
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	6	1*	1
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	1	1
TOTAL N1 à N6	13	6	6

* Le post-doctorant du fichier projet n'est pas considéré dans ce tableau

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	7	
Thèses soutenues	4	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	5



• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'observation de l'hélium solide métastable est le fruit d'une expérience longuement planifiée et a fait l'objet du choix de l'éditeur d'Europhysics Letters comme « highlight » dans Europhysics news.

Le groupe « hélium 3 polarisé » a fait des progrès importants dans la compréhension et le contrôle de l'effet du champ dipolaire dans les expériences de RMN sur des échantillons fortement magnétisés : la durée de vie apparente du signal de RMN a été augmentée de 3 ordres de grandeur au moyen de séquences d'impulsions bien choisies pour annuler l'effet du champ dipolaire. Une séquence originale d'échos pour l'imagerie RMN utilisant des gaz hyperpolarisés a été développée résultant en une augmentation significative de la résolution spatiale ainsi que du rapport signal-sur-bruit. Un mécanisme de relaxation « universel », limitant la production des échantillons polarisés par pompage optique, a été identifié.

Les travaux sur les fondements de la mécanique quantique ont conduit à la proposition de jolies expériences (effets EPR dans des condensats de Bose-Einstein ou dans des systèmes de particules dans un même état quantique). A noter également l'élégante explication apportée concernant la précession anormalement longue de la polarisation de spin transverse dans une horloge atomique observée par l'équipe Microcircuits à atomes.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Un haut niveau de reconnaissance internationale et d'expertise est montré par le partenariat dans le projet européen RTN PHeLiNet (Polarized Helium Lung Imaging Network) et le projet ANR DIPOL (RMN non-linéaire dans des liquides polarisés). Plusieurs doctorants (partiellement « partagés ») et des post-doctorants ont été recrutés dans le cadre de ces collaborations. L'équipe accueille également un expert reconnu comme professeur invité pour 6 mois. Le livre « Do we really understand quantum mechanics ? » mérite une mention particulière.

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

La recherche sur l'IRM bas champ trouvera des applications dans le travail de l'IRM préclinique qui est poursuivi par différents groupes à travers le monde.

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

L'équipe est constituée d'1 PU, 1 DR, 1 CR, 1 MdC, 2 DR émérites et est organisée selon trois axes indépendants qui fonctionnent bien mais qui n'ont donné lieu à aucune publication commune entre ces axes. Ceci traduit le caractère assez artificiel de ce regroupement. A signaler en revanche que l'activité théorique a donné lieu à des interactions fructueuses avec une autre équipe du laboratoire.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe a accueilli 7 doctorants pendant la période de référence et 5 thèses ont été soutenues, ce qui est satisfaisant au regard de la structure de l'équipe. Des cours ont également été donnés dans des écoles thématiques.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'observation de l'hélium solide métastable ouvre la voie à l'étude des limites de cette métastabilité, de son équation d'état, de l'énergie de vacance comme peut-être de sa super-solidité.

Pour poursuivre l'étude de la RMN non-linéaire due au champ dipolaire distant, l'action de nouvelles familles de séquences d'impulsions radiofréquences sera comparée avec des calculs numériques en progrès constant. Ce travail devrait conduire à une meilleure attention de la part de la communauté RMN des phénomènes non-linéaires souvent non-soupçonnés. Le travail à venir sur les mécanismes de relaxation en pompage optique, incompris à ce jour, pourrait permettre d'identifier son origine physique et ainsi permettre de contourner ce mécanisme (avec des implications pour différents champs de la physique utilisant l'hélium-3 polarisé).



Conclusion

- Points forts et possibilités liées au contexte :

L'équipe est capable de créer et d'exploiter des conditions expérimentales uniques.

- Points à améliorer et risques liés au contexte :

L'application future de l'imagerie des poumons souffre sévèrement de la politique de brevets de General Electric.

- Recommandations :

Comme les deux chercheurs travaillant sur l'hélium solide métastable ont des obligations d'enseignement, le renforcement de ce groupe par au moins un post-doctorant et/ou un doctorant semble nécessaire.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 10 : Métrologie des systèmes simples et tests fondamentaux

Nom du responsable : M. François BIRABEN & M. Paul INDELICATO

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	3	3
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	5	5	5
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	1	
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	4	0*	
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1		
TOTAL N1 à N6	14	9	8

* le post-doctorant du fichier projet n'est pas considéré dans ce tableau

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	7	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	3	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	6



• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La productivité, en termes de qualité et quantité de résultats obtenus et de publications est excellente avec 38 papiers dans des revues internationales à comité de lecture dont 1 Nature, 6 Physical Review Letters et 1 Europhysics Letters. Les résultats sur la détermination du rayon du proton à partir de l'hydrogène muonique et sur la mesure de la constante de structure fine à partir de h/M ont été largement salués par la communauté scientifique. Les études sur les atomes pioniques ont également été très remarquées donnant lieu à un « highlight » dans Europhysics News à propos du deutérium pionique. Nombre de ces résultats sont le fruit de la grande complémentarité entre les développements expérimentaux et théoriques menées au sein même de l'équipe.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe est un partenaire majeur de différentes collaborations régionales, nationales et internationales. Les expériences sur la spectroscopie de l'hydrogène muonique à l'Institut Paul Scherrer et les projets sur les ions multi-chargés qui sont réalisés en collaboration avec GSI and MPIK en Allemagne sont des exemples extrêmement visibles. Les responsables d'équipe sont reconnus comme étant des leaders dans leur domaine mais également les chercheurs plus jeunes sont en train de se construire une solide réputation, ainsi que le traduit le nombre impressionnant (41) de conférences invitées.

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

En accord avec leur haute réputation scientifique, les membres seniors de l'équipe sont actifs dans de nombreux comités d'experts nationaux et internationaux et l'ensemble de l'équipe contribue à la diffusion des connaissances du LKB vers le grand public.

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

L'équipe est constituée de 2 DRCE, 1 DR, 2 PU et 1 PU émérite, 1 CR et 1 MdC. Malgré certaines directions de recherche très spécialisées, il existe néanmoins de solides échanges scientifiques qui permettent d'exploiter les multiples compétences de l'équipe, théoriques et expérimentales.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Avec ses chercheurs employés par l'UPMC et le CNAM, l'équipe est fortement engagée dans l'enseignement. Les membres de l'équipe donnent également de nombreux cours dans des écoles thématiques et des workshops. La formation des doctorants est une solide tradition de l'équipe et a été maintenue à un très haut niveau. Avec 7 doctorants et 3 post-doctorants sur la période de référence, elle pourrait sans doute être encore renforcée compte tenu du potentiel d'encadrement de l'équipe.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'équipe travaille sur plusieurs sujets de recherche ambitieux et bien sélectionnés en métrologie de haute précision des atomes et des ions et dans des tests de haute précision de la QED. Certains de ces projets ont déjà une longue tradition, comme la spectroscopie de l'hydrogène et sont toujours pertinents aujourd'hui. L'équipe est excellentement préparée pour contribuer à résoudre le puzzle du rayon du proton, avec ces expériences sur l'hydrogène et l'hydrogène muonique. Les mesures de h/M et de la constante de structure fine ont atteint des précisions remarquables et sont devenues des sujets d'importance à présent dans le contexte de la réforme du système SI des unités basé sur des constantes fondamentales.



Conclusion

- Points forts et possibilités liées au contexte :

Projets très bien sélectionnés et excellente cohérence interne du programme de travail de l'équipe, unissant ainsi des compétences complémentaires en théorie et expérience. Conditions de travail grandement améliorées dans le nouvel espace de laboratoire devenu disponible depuis peu.

- Points à améliorer et risques liés au contexte :

Nombre de jeunes formés par l'équipe un peu faible au regard des capacités de l'équipe et de l'importance des thématiques.

- Recommandations :

Former davantage de doctorants et de post-doctorants.

Maintenir et renforcer les liens avec les autres groupes travaillant sur la spectroscopie laser de précision et les horloges atomiques optiques dans la région de Paris, en particulier le LNE-SYRTE et le LPL. Cela peut permettre d'utiliser des synergies dans les développements techniques comme les lasers hautement stabilisés. Les connexions existantes et à venir par fibre optique sont des infrastructures très utiles dans ce contexte.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 11 : Métrologie de H2+

Nom du responsable : M. Laurent HILICO

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	3	3
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés			
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1		
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
TOTAL N1 à N6	4	3	3

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	2	
Thèses soutenues	1	
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	2	2



• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La production scientifique de l'équipe (10 papiers dans des revues à comité de lecture dont 1 Physical Review Letters et 2 Optics Letters) est de grande qualité et a apporté des contributions significatives dans son domaine. De récentes publications sont centrées sur des développements expérimentaux pour le piégeage de l'ion H_2^+ et l'expérience de spectroscopie laser et sur l'analyse théorique de la structure de H_2^+ . Le travail théorique sur les processus à trois corps en relation avec le puzzle du rayon du proton constitue une jolie contribution à l'un des sujets majeurs actuellement considérés par l'équipe « Métrologie des systèmes simples et tests fondamentaux », ce qui illustre la cohésion interne au sein du LKB.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe est bien reconnue pour son projet sur la spectroscopie de précision de l'ion H_2^+ dans un domaine de forte concurrence internationale. Le responsable d'équipe a été co-initiateur d'une série de conférences internationales sur les ions piégés (MAPPI, à présent ECTI) et du réseau COST.

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

Pour cette équipe, il semble honnête de dire que l'importante quantité d'enseignement au niveau licence et master fournie par les trois permanents est un service important pour la société. L'équipe est aussi active pour participer à des opérations de diffusion de la connaissance en direction du grand public.

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

L'équipe de petite taille n'est constituée que d'enseignants chercheurs, 1 PU et 2 MdC. Sa localisation à Evry n'a sans doute pas facilité son attractivité et ses possibilités d'interaction avec l'équipe « Métrologie des systèmes simples et tests fondamentaux » thématiquement proche. Son déménagement sur le site de Jussieu devrait grandement améliorer ses conditions de recherche.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les trois permanents sont tous enseignants à l'université. Le nombre de doctorants (2) et de thèses soutenues est relativement faible, au regard de l'intérêt scientifique et de l'ambition du projet.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet de métrologie de précision de l'ion H_2^+ est de grande pertinence pour la physique fondamentale. La compréhension théorique est très bien avancée mais la réalisation expérimentale fait face à des défis. Alors que les groupes concurrents se sont orientés vers l'ion HD^+ , la stratégie ici se concentre sur le système H_2^+ plus prometteur mais aussi expérimentalement plus difficile, une approche qui mérite d'être appréciée à sa juste valeur. Par ailleurs, la participation à la collaboration GBAR ouvre des perspectives très attrayantes.



Conclusion

- Points forts et possibilités liées au contexte :

Le groupe poursuit un projet intéressant et ambitieux et a contribué de façon significative à sa compréhension théorique. Le déménagement de l'expérience d'Evry à Jussieu devrait permettre à l'équipe de bénéficier au quotidien d'un environnement d'expériences de métrologie de précision, avec des chercheurs expérimentés, un support technique de qualité et une excellente infrastructure.

- Points à améliorer et risques liés au contexte :

Pour un meilleur avancement du travail expérimental, il serait souhaitable de renforcer le potentiel humain avec un doctorant supplémentaire et/ou un post-doctorant expérimenté.

- Recommandations :

Le déménagement de l'expérience d'Evry à Jussieu aidera l'équipe à développer le fond expérimental et technologique du projet. Il semble envisageable que des synergies plus efficaces se développent avec l'équipe E10 plus structurée et au spectre plus large. Les sujets pour doctorants deviendront plus attractifs si des collègues étudiants travaillent sur des problèmes connexes, la porte d'à côté. La fusion avec l'équipe « Métrologie des systèmes simples et tests fondamentaux » mérite d'être envisagée.



4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 12 : Optique et biologie

Nom du responsable : M. Maxime DAHAN

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés			
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2		
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	12		
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1		
TOTAL N1 à N6	15		

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	6	
Thèses soutenues	4	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	9	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	



• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Cette équipe travaille à l'interface entre la physique et la biologie. Elle est mondialement connue pour ses avancées en matière d'analyse quantitative et physique des mécanismes des fonctions du vivant par des approches de microscopie optique avancée. La qualité des projets et des résultats scientifiques de la dernière période est excellente, au plus haut niveau international. Que ce soit en développant et en appliquant de nouvelles sondes fluorescentes, ou en matière d'instrumentation et d'analyse, cette équipe fait avancer de façon significative nos outils et notre connaissance dans le domaine de l'imagerie quantitative.

Leur reconnaissance internationale repose sur la publication d'environ 30 articles dans la dernière période d'évaluation (4 ans), pour beaucoup dans des journaux de très fort facteur d'impact (Journal of the American Society, Angewante, Proceedings of the National Academy of Sciences et Journal of Cell Science). De plus, cette équipe développe de nouvelles approches extrêmement porteuses et dont les comptes rendus sont publiés dans des journaux de méthodes de haut niveau tels qu'Optics Express, Bioconjugate Chemistry, etc.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe a un rayonnement international avéré. C'est ainsi que les membres de l'équipe ont une cinquantaine d'invitations dans des congrès, pour beaucoup internationaux. Cette reconnaissance attire dans l'équipe des étudiants et post-doctorants de très grande qualité venant de partout dans le monde, établissant ainsi un cercle vertueux, permettant la production de connaissances encore plus significatives. L'équipe attire aussi de très bons doctorants de l'École Normale Supérieure. L'attractivité du travail de l'équipe a été déterminante dans la proposition de l'Institut Curie pour leur prochain déménagement. Le recrutement récent d'un chargé de recherche démontre aussi une attractivité pour des jeunes chercheurs permanents. Par ailleurs, l'équipe est impliquée dans une infrastructure nationale distribuée dans le programme d'investissements d'avenir en imagerie cellulaire (FBI) dans laquelle elle joue un rôle central et moteur. Enfin, cette équipe a des collaborations internationales très importantes, par exemple avec le HHI à Janelia Farms aux USA.

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

Le succès d'une équipe travaillant à l'interface entre la physique, la chimie et la biologie repose en grande partie sur son ouverture d'esprit et sa capacité à forger des liens avec des experts dans plusieurs disciplines. Les interactions de l'équipe Optique et Biologie avec des collègues de l'École Normale Supérieure, avec des équipes en biophysique à l'École Normale Supérieure, l'Institut Curie et ailleurs sont au centre de leur travail.

Il faut tout particulièrement saluer la création d'une start-up Alveole en décembre 2010 qui développe et valide des prototypes reposant sur la technologie développée par l'équipe qui avait donné lieu au dépôt de deux brevets.

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

L'équipe est assez petite mais est très efficace avec 1 DR, 1 PU (qui a quitté l'équipe en 2011) et 1 CR (depuis 2010). L'organisation souple lui permet de s'adapter rapidement dans un domaine très compétitif.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe a accueilli 7 doctorants et 12 post-doctorants dans la période de référence et 4 thèses ont été soutenues, ce qui est excellent au regard de sa taille. L'équipe intervient dans l'enseignement à l'interface autant au sein de l'ENS que dans les universités Pierre et Marie Curie et Paris-Diderot. Par ailleurs, Le responsable de l'équipe intervient en tant que Professeur Associé en mécanique quantique et physique statistique à l'École Polytechnique.



Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Comme l'équipe quittera le LKB d'ici quelques semaines pour s'installer à l'Institut Curie, le dossier du LKB ne comportait pas de section Projet pour cette équipe. Ceci étant dit, le comité n'a aucune crainte sur la poursuite de ses recherches à un niveau d'excellence. Le départ de cette équipe participe de la vie, du dynamisme et du rayonnement du laboratoire qui a incubé pendant plusieurs années cette activité d'interface. Cette mobilité doit être vue comme une réussite et une reconnaissance de l'apport de l'optique à la biologie.



5 • Déroulement de la visite

Dates de la visite :

Début : 27 novembre 2012 à 9h00
Fin : 29 novembre 2012 à 17h30

Lieu de la visite :

Institution : Laboratoire Kastler Brossel
École Normale Supérieure - Département de Physique
Adresse : 24, rue Lhomond, Paris 75005

Deuxième site :

Institution : Laboratoire Kastler Brossel
Université Pierre et Marie Curie
Adresse : 4, place Jussieu, Paris 75005

Déroulement ou programme de visite :

Mardi 27 novembre

- 09h00-09h20 : Accueil du comité d'experts
- 09h20-09h50 : Réunion à huis clos des membres du comité d'experts
- 09h50-10h00 : Introduction de la visite par le délégué scientifique AERES, en présence des membres du comité d'experts, des représentants des tutelles et tout ou partie de l'unité
- 10h00-11h00 : Présentation du bilan et du projet de l'unité, par MM. Paul INDELICATO et Antoine HEIDMANN, en présence des membres du comité d'experts, des représentants des tutelles, du délégué scientifique AERES et tout ou partie de l'unité
- 11h00-11h20 : Pause
- 11h20-12h30 : Présentation des axes et de quelques faits marquants, en présence des membres du comité d'experts, des représentants, des tutelles, du délégué scientifique AERES et tout ou partie de l'unité
- 12h30-14h00 : Déjeuner, avec le conseil de laboratoire, et les orateurs des axes et des faits marquants
- 14h00-15h40 : Présentation des axes et de quelques faits marquants
- 15h40-16h00 : Pause
- 16h00-16h40 : Présentation des axes et de quelques faits marquants
- 16h40-17h00 : La Fédération de Recherche du Département de Physique, par le directeur du Département de Physique, en présence des membres du comité d'experts, des représentants des tutelles, du délégué scientifique et tout ou partie de l'unité
- 17h00-17h30 : Première rencontre avec l'ancien et le nouveau directeurs de l'unité, en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES



17h30-18h00 : Débriefing en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES

20h00 : Dîner avec le conseil scientifique et les responsables des services techniques et administratifs

Mercredi 28 novembre

08h30-12h00 : Visites des équipes sur les 2 sites - groupe d'experts principaux
Groupe 1 à Jussieu, groupe 2 à Lhomond, en présence des représentants des tutelles, du délégué scientifique AERES et tout ou partie de l'unité

12h00-12h15 : Regroupement sur le site de Jussieu

12h15 -13h45 : Déjeuner avec les lauréats ERC, les chefs d'équipes scientifiques, techniques et administratives

13h45-14h00 : Déplacement du groupe 1 à Lhomond

14h00-18h00 : Visites des équipes sur les 2 sites - groupe d'experts secondaires
Groupe 1 à Lhomond, groupe 2 à Jussieu, en présence des représentants des Tutelles, du délégué scientifique AERES et tout ou partie de l'unité

18h00-18h15 : Regroupement sur le site de Jussieu

18h15-18h45 : Débriefing, en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES

20h00 : Dîner avec l'équipe de direction du laboratoire

Jeudi 29 novembre

08h30-10h30 : Visites des équipes sur les 2 sites - groupe d'experts principaux
Groupe 1 à Jussieu, groupe 2 à Lhomond, en présence des représentants des tutelles, du délégué scientifique AERES et tout ou partie de l'unité

10h30-10h45 : Regroupement sur le site Lhomond

10h45-12h15 : Rencontre du comité d'experts avec les représentants du personnel, en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES

10h45-11h15 : ITA et BIATOS

11h15-11h45 : Doctorants et post-doctorants

11h45-12h15 : Chercheurs et enseignants-chercheurs

12h15-12h45 : Débriefing, en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES

12h45-14h00 : Déjeuner, cafétéria avec les représentants ITA-BIATOS, doctorants, post-doctorants, chercheurs et enseignants-chercheurs ; les ACMO, les responsables de la formation, des séminaires, de la communication et de la valorisation

14h00-15h00 : Rencontre du comité d'experts avec les représentants des tutelles, en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES

15h00-15h30: Rencontre finale du comité d'experts avec l'ancien et le nouveau directeurs de l'unité en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES

15h30-17h30 : Réunion à huis clos du comité d'experts, en présence uniquement des membres du comité d'experts et du délégué scientifique AERES



17h30 :

Fin de la visite.



6 • Statistiques par domaine : ST au 10/06/2013

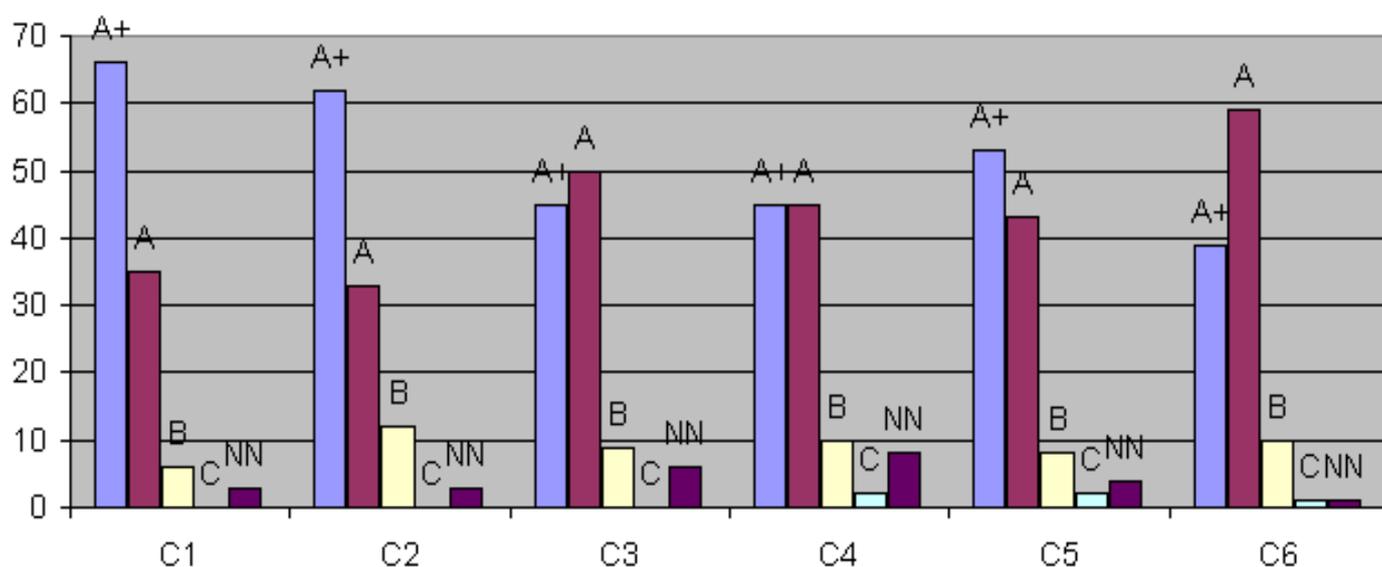
Notes

Critères	C1 Qualité scientifique et production	C2 Rayonnement et attractivité académiques	C3 Relations avec l'environnement social, économique et culturel	C4 Organisation et vie de l'entité	C5 Implication dans la formation par la recherche	C6 Stratégie et projet à cinq ans
A+	66	62	45	45	53	39
A	35	33	50	45	43	59
B	6	12	9	10	8	10
C	0	0	0	2	2	1
Non Noté	3	3	6	8	4	1

Pourcentages

Critères	C1 Qualité scientifique et production	C2 Rayonnement et attractivité académiques	C3 Relations avec l'environnement social, économique et culturel	C4 Organisation et vie de l'entité	C5 Implication dans la formation par la recherche	C6 Stratégie et projet à cinq ans
A+	60%	56%	41%	41%	48%	35%
A	32%	30%	45%	41%	39%	54%
B	5%	11%	8%	9%	7%	9%
C	0%	0%	0%	2%	2%	1%
Non Noté	3%	3%	5%	7%	4%	1%

Domaine ST - Répartition des notes par critère





7 • Observations générales des tutelles

Les tutelles n'ont pas souhaité effectuer d'observations de portée générale.