

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LPENS - Laboratoire de Physique de l'École
Normale Supérieure

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

École normale supérieure - université Paris
Sciences & Lettres - ENS-PSL

Centre national de la recherche scientifique -
CNRS

Sorbonne Université

Université Paris Cité

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2023-2024
VAGUE D

Rapport publié le 15/02/2024



Au nom du comité d'experts :

Jean-Louis Barrat, président du comité

Pour le Hcéres :

Stéphane Le Bouler, président par intérim

En application des articles R. 114-15 et R. 114-10 du code de la recherche, les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts sont signés par les présidents de ces comités et contresignés par le président du Hcéres.

Pour faciliter la lecture du document, les noms employés dans ce rapport pour désigner des fonctions, des métiers ou des responsabilités (expert, chercheur, enseignant-chercheur, professeur, maître de conférences, ingénieur, technicien, directeur, doctorant, etc.) le sont au sens générique et ont une valeur neutre.

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président :	M. Jean-Louis Barrat, Université Grenoble Alpes
	M. Jean Avan, CNRS, Pontoise (représentant du CoNRS)
	M. Iosif Bena, CEA, Gif-sur-Yvette
	Mme Nathalie Bourgeat-Lami, CNRS, Grenoble (personnel d'appui à la recherche)
	M. Laurent Cambresy, Université de Strasbourg
	M. Sylvain Capponi, Université Toulouse 3 - Paul Sabatier
Expert(e)s :	M. Jean-Sébastien Caux, Université d'Amsterdam, Pays-Bas
	M. Jean-René Coudevylle, CNRS, Palaiseau (personnel d'appui à la recherche)
	M. Jean Yves Duboz, CNRS, Valbonne
	M. Hamid Kellay, Université de Bordeaux
	Mme Cendrine Moskalenko, École normale supérieure, Lyon
	M. Frédéric Nguyen Van Dau, Thales Research & Technology, Palaiseau

REPRÉSENTANTS DU HCÉRES

Mme Laurence Pruvost
M. Alain Ponton

REPRÉSENTANTS DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES TUTELLES DE L'UNITÉ DE RECHERCHE

M. Philippe Agard, Sorbonne Université
Mme Anne Christophe, ENS-PSL
Mme Nathalie Eisembaum, Université Paris Cité
M. Bertrand Georgeot, CNRS
M. Stéphane Régnier, Sorbonne Université
M. Arnaud Tourin, Université PSL

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire de Physique de l'École Normale Supérieure
- Acronyme : LPENS
- Label et numéro : UMR 8023
- Nombre d'équipes : 22
- Composition de l'équipe de direction : M. Jean-Marc Berroir (directeur), M. Jean-François Allemand et M. Denis Bernard (directeurs adjoints), M. Jean-Michel Isac (directeur technique et administratif)

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies

ST2 Physique

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Physique statistique, Biophysique, Fluides et Interfaces, Matériaux et dispositifs quantiques, Interactions fondamentales, Astrophysique, cosmologie et gravitation.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le LPENS existe en tant qu'unité depuis 2019, il résulte de la fusion de quatre unités (laboratoire de Physique Statistique, Laboratoire de Physique Théorique, Laboratoire Pierre Aigrain, Laboratoire de Radioastronomie) et d'une fédération de recherche. Cette fusion a été mise en place d'après les recommandations d'un comité international, qui a examiné l'ensemble du département de physique de l'ENS. Le LPENS regroupe l'essentiel des forces de recherche en physique de l'ENS-PSL, à l'exception de celles relevant de la section 4 du CNRS qui font partie du Laboratoire Kastler Brossel. Le LPENS est entièrement localisé sur le site historique de la rue Lhomond. Il gère les plateformes techniques localisées sur ce site.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Le LPENS est inséré au sein du département de physique de l'ENS-PSL, tutelle hébergeante du laboratoire. Ses autres tutelles sont Sorbonne Université, Université Paris Cité, et le CNRS. Le laboratoire est donc l'un des principaux laboratoires de physique de l'Université PSL, le plus important numériquement. Le laboratoire pilote le labex ICFP (ENS-International Center for Fundamental Physics), il est responsable d'une salle blanche qui fait partie de la Centrale de Proximité Paris Centre, il est partenaire de plusieurs réseaux et fédérations de recherche au niveau local et régional.

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	17
Maîtres de conférences et assimilés	14
Directeurs de recherche et assimilés	35
Chargés de recherche et assimilés	15
Personnels d'appui à la recherche	46
Sous-total personnels permanents en activité	127
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	7
Postdoctorants	71
Doctorants	117
Sous-total personnels non permanents en activité	196
Total personnels	323

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2022. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
CNRS	0	49	27
ENS-PSL	10	0	18
Sorbonne Université	12	0	1
Université Paris Cité	6	0	0
Autres	2	1	0
Total personnels	30	50	46

AVIS GLOBAL

Le LPENS est une unité de recherche nouvellement formée, qui s'inscrit dans la tradition scientifique exceptionnelle de la physique à l'École Normale Supérieure. Il constitue aujourd'hui la principale composante recherche du Département de Physique de l'ENS-PSL. À ce titre, les thématiques abordées sont particulièrement variées, recouvrant presque tous les domaines de l'Institut de physique du CNRS, voire au-delà (astrophysique). L'activité est aussi bien expérimentale que théorique et numérique. Dans tous ses domaines d'activité, le laboratoire a une production scientifique et une visibilité qui le situent au meilleur niveau international, avec de plus une activité de valorisation remarquable dans les domaines qui la permettent. Il est sans contexte un des laboratoires leaders de la physique française, jouant un rôle particulièrement important dans la formation à la recherche et à la diffusion des talents sur tout le territoire.

La fusion de laboratoires ayant des cultures variées, dans un contexte de forte tension au niveau des locaux (travaux), pose des difficultés d'organisation que le comité a pu apprécier au cours de la visite. Le comité a noté les efforts de la direction et des tutelles pour tenter d'aplanir ces difficultés, mais considère qu'il reste au laboratoire dans son ensemble des efforts à faire pour parvenir à un meilleur fonctionnement. Une réflexion sur la répartition des responsabilités scientifiques comme administratives permettrait d'alléger la charge de la direction de l'unité, et de définir de manière plus collective une future politique scientifique. Celle-ci est nécessaire compte tenu de la pyramide des âges défavorable, avec de nombreux départs prévus qui ne pourront pas tous être compensés.

La structure actuelle, avec vingt-deux équipes de recherche, est très fragmentée et les frontières des équipes semblent parfois résulter d'un historique plutôt que d'une réalité scientifique. Le comité recommande que cette structure soit évolutive, avec une politique scientifique définie au niveau des axes.

Deux faiblesses identifiées du LPENS, qui peuvent nuire à son attractivité pour de jeunes chercheurs et chercheuses, concernent le soutien administratif, trop fortement dépendant de postes temporaires, et par l'équilibre femme-homme très défavorable chez les chercheurs et enseignants-chercheurs.

Au-delà de ces quelques points d'attention, le LPENS a sans aucun doute toutes les cartes en main pour continuer une trajectoire d'excellence, en prenant avantage des synergies rendues possibles par sa création il y a cinq ans.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Comme indiqué ci-dessus, le laboratoire est une création récente (2019) qui n'a pas fait l'objet d'exams antérieurs par le Hcéres. On peut cependant mentionner que sa création suit la recommandation forte d'un comité de visite international présidé par M. D. Gross, qui en 2014 notait les redondances entre les activités des différents laboratoires existants, l'absence de coordination entre eux et l'illisibilité de la structure. La recommandation du comité international n'a toutefois pas été suivie jusqu'au bout, puisque le LKB reste une entité indépendante ayant des recouvrements thématiques non négligeables avec le LPENS, et partageant pour partie les mêmes locaux et moyens techniques.

Un nouveau comité de visite international du département de physique a eu lieu récemment (Juillet 2022) et a formulé de nouvelles recommandations concernant la situation actuelle de l'ensemble du département (LPENS et LKB). Le rapport correspondant était annexé au portfolio de l'unité. Si ces recommandations sont trop récentes pour avoir été prises en compte de manière effective, on peut noter qu'une partie figure dans les préoccupations exprimées dans la trajectoire de l'unité.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Le LPENS présente la particularité d'avoir un spectre scientifique extrêmement large, alliant physique théorique et expérimentale, et des disciplines très variées (astrophysique, biophysique, fluides, systèmes quantiques...). Une telle variété peut surprendre dans un environnement (Paris Centre) où existent de nombreux laboratoires de grande taille spécialisés dans chacun de ces domaines. Cette spécificité se justifie par l'adossement de l'unité à l'établissement de formation par la recherche qu'est l'ENS-PSL, et permet aux étudiants d'être confrontés dès le début de leur formation à un très vaste éventail de domaines de recherche, au meilleur niveau international.

Appréciation sur les ressources de l'unité

Les ressources de l'unité sont excellentes dans plusieurs domaines : un excellent financement de la recherche par des appels à projets comme par les tutelles, la possibilité d'attirer des étudiants de haut niveau en nombre, des services techniques de haut niveau, et un recrutement régulier de chercheurs CNRS. Elles sont sous-dimensionnées en termes de support administratif et présentent un risque sur le moyen terme avec un recours trop important à des CDD. Jusqu'à la fin des travaux, les locaux vont aussi rester une ressource rare et d'une qualité inadaptée.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

La fusion de quatre laboratoires est une opération complexe, en particulier dans un contexte difficile en raison de travaux importants. S'il y a eu des progrès sensibles, le fonctionnement de l'unité n'est pas encore complètement stabilisé, et n'est pas complètement intégré par une partie des personnels. La structuration scientifique en axes reste ténue. Une partie des chercheurs est réticente à adopter les nouvelles structures, qu'il s'agisse du fonctionnement scientifique ou de la gestion administrative, et la communication interne sur ces sujets fonctionne difficilement. Le conseil de laboratoire, comprenant un trop grand nombre de membres (30), se réunit trop peu fréquemment pour être un lieu de discussion utile.

1/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques pertinents.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les objectifs scientifiques des différentes équipes et thématiques ont été peu affectés par la fusion, et le laboratoire maintient le niveau d'excellence des laboratoires d'origine dans leurs différents domaines de spécialité. La grande majorité des équipes sont très bien insérées dans le paysage scientifique de leur domaine, incluant quand c'est pertinent des acteurs non académiques. En attestent les nombreuses participations à des réseaux ou actions européennes collaboratives (par exemple 2 ERC Synergy, 8 FET), et les partenariats industriels. L'unité joue également pleinement son rôle dans la formation doctorale, et accueille de nombreux postdoctorants. La fusion a permis de rapprocher des équipes issues des laboratoires antérieurs et ayant des objectifs proches. L'unité s'est dotée d'une structuration en axes et équipes qui devrait permettre une grande souplesse en même temps qu'une définition concertée de la politique scientifique à l'échelle de grandes thématiques.

Points faibles et risques liés au contexte

Les exposés et le rapport n'ont pas, de manière générale, fait apparaître d'effort des axes pour situer les forces du laboratoire et les résultats obtenus dans le paysage international, ou pour analyser les directions prometteuses.

L'organisation scientifique de l'unité, sur le papier bien appropriée, n'est pas encore mise en œuvre de manière effective, les responsables d'axes n'ayant pas toujours conscience de l'importance de leur rôle pour le bon fonctionnement de cette structure.

La structure des équipes reflète souvent un historique complexe, avec des synergies possibles qui sont peu exploitées.

2/ L'unité dispose de ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche et les mobilise.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a d'excellents résultats sur les appels à projets compétitifs (quinze projets ERC depuis 2019, une dizaine de projets ANR par an, projets FET, Simmons). Son budget est de l'ordre de 10 M€ par an (hors salaire des permanents) dont environ 10 % est constituée par la dotation récurrente des tutelles. Ces ressources permettent de financer, grâce à un prélèvement, des moyens communs, un accueil des nouveaux recrutés, ou des actions incitatives.

Le positionnement au sein de l'ENS et l'implication forte des personnels dans la formation, permettent d'attirer un grand nombre de doctorants d'excellent niveau. Le ratio doctorants/permanents est de l'ordre de 1,5, sensiblement supérieur à ce qu'on peut observer habituellement dans les laboratoires de physique fondamentale. Les postdoctorants sont également nombreux (environ deux tiers du nombre de permanents), avec des financements d'origines variées (fondation P. Meyer, JRC du labex ICFP, mais aussi ERC, ANR, bourses Marie Curie).

Les sources de financement sont suffisamment diversifiées pour que le LPENS ne soit fortement dépendant d'aucunes en particulier. Les équipes du laboratoire s'impliquent dans la préparation des futurs grands programmes de recherche de l'Université PSL, qui pourraient à terme permettre le financement de futures JRC.

Au niveau des locaux, la reconstruction du grand hall ouvrira des possibilités nouvelles et devrait permettre une amélioration sensible des conditions de travail à terme.

Points faibles et risques liés au contexte

Les ressources humaines dans le domaine de la gestion administrative n'ont pas suivi l'augmentation des ressources contractuelles, ce qui est source de tensions. En particulier, le recours fréquent à des CDD qui doivent être formés à l'utilisation d'outils de plus en plus complexes ne permet pas une gestion efficace.

La quasi-absence de perspectives de carrière pour les maîtres de conférences ENS est une source possible de démotivation chez ces personnels.

À court terme, et pour une bonne partie du prochain contrat, les travaux de reconstruction vont engendrer des conditions de travail dégradées.

Certaines sources de financement de postdoctorat qui ont joué un rôle important dans la période d'évaluation (Fondation Philippe Meyer, JRC) peuvent disparaître en 2024.

3/ Les pratiques de l'unité sont conformes aux règles et aux directives définies par ses tutelles en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement, de protocoles éthiques et de protection des données ainsi que du patrimoine scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité se conforme aux règles générales des UMR CNRS. Les aspects hygiène et sécurité sont couverts par des assistants de prévention, les nouveaux entrants sont formés aux risques spécifiques, et également informés des règles du CNRS en matière d'éthique. Une attention particulière est portée à tenter de corriger la forte disparité de genre au sein de l'unité, avec un effort portant sur le recrutement à la fois de jeunes chercheuses et d'attraction de scientifiques établies.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équilibre F/H au sein de l'unité reste problématique, tout particulièrement au niveau de sa gouvernance (DU, DUA, responsables d'axes).

L'appréciation des enjeux environnementaux et des efforts qui seront nécessaires dans ce domaine a été tardive, et varie significativement suivant les catégories de personnel et les générations.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

De par sa notoriété scientifique, son adossement à des formations d'excellence, et la qualité de ses services techniques, le LPENS possède une grande attractivité pour les chercheurs et enseignants-chercheurs, les doctorants et les postdoctorants internationaux. Cette attractivité lui permet de maintenir un taux de succès excellent aux différents appels à projets. Les difficultés liées aux travaux peuvent être une difficulté ponctuelle, mais ouvrent des opportunités à moyen terme. Concernant les personnels de soutien à la recherche, la situation est plus difficile, principalement en raison de la situation géographique sur Paris Centre. Un point d'attention concerne l'attractivité des fonctions de direction dans l'unité, en lien avec son organisation interne.

- 1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.*
- 2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.*
- 3/ L'unité est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.*
- 4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les quatre références ci-dessus

Le LPENS a un rayonnement scientifique et une attractivité exceptionnels, dont témoignent de nombreux indicateurs : attraction de nouvelles équipes et recrutements de nouveaux chercheurs CNRS au cours de la période, participation à des actions européennes et succès aux appels à projets (environ 130 contrats en cours pour moins de 100 chercheurs), nombre de doctorants et de postdoctorants internationaux, distinctions reçues par ses membres.

Les services techniques du laboratoire offrent aux équipes expérimentales un environnement excellent, dans les domaines de la mécanique, de l'électronique ou de la microfabrication.

Les ressources financières de l'unité lui permettent d'offrir aux nouveaux arrivants des conditions d'installation meilleures que dans la plupart des laboratoires comparables. Cette attractivité devrait être confortée par la disponibilité de nouveaux locaux à la fin des travaux.

Points faibles et risques liés au contexte pour les quatre références ci-dessus

Les difficultés à attirer et à stabiliser des personnels d'appui à la recherche sont une difficulté sérieuse qui a déjà un impact pour la gestion administrative et peut à moyen terme affecter d'autres services techniques.

Le service de microfabrication (salle blanche) est à un niveau adéquat pour un laboratoire de cette taille, mais Le LPENS a parfois recours à de centrales nationales de technologie pour du support de meilleur niveau. Il faut veiller à conserver un contact fort avec les centrales nationales de technologie pour bénéficier d'un support au meilleur niveau.

Les travaux en cours peuvent constituer un risque pour l'attractivité du laboratoire dans les trois prochaines années.

L'organisation interne du laboratoire n'est pas toujours bien comprise et acceptée par les chercheurs et pourrait être améliorée.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique exceptionnelle avec environ 1 100 publications en quatre ans pour moins de 100 chercheurs permanents, dans des journaux généralistes à large audience ou, pour les sujets plus spécialisés, dans les meilleures revues du domaine. Les publications sont bien réparties entre les équipes. Les invitations dans des conférences, comme l'organisation de celles-ci, sont nombreuses et également réparties entre les équipes.

- 1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.*
- 2/ La production scientifique de l'unité est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.*
- 3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte. Elle est conforme aux directives applicables dans ce domaine.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

Le chiffre global, de 1 100 publications pour 90 chercheurs, est excellent. À une échelle plus fine, toutes les équipes du laboratoire ont une activité de publication soutenue, très souvent au meilleur niveau international de leur discipline. Les doctorants publient au moins un article (et en moyenne de l'ordre de trois articles) durant leur thèse. Le "baromètre science ouverte" indique un taux d'accès libre des publications du laboratoire de l'ordre de 90 %, se rapprochant des objectifs du CNRS.

Au cours de la période, 122 doctorats ont été soutenus, ce qui est remarquable par rapport à des unités ayant un profil comparable.

On note également que les équipes du LPENS s'impliquent largement dans l'organisation de conférences, workshops et écoles (plus de 70 durant la période).

Les membres du laboratoire ont reçu de nombreuses distinctions prestigieuses (Académie des sciences, IUF, Prix de la SFP).

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

La politique de l'unité concernant l'association des personnels techniques aux publications est formulée clairement dans le document d'autoévaluation, mais il n'est pas évident qu'elle ait été appliquée de manière cohérente durant la période d'évaluation.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

L'unité a une excellente tradition de valorisation de ses activités de recherche sous différentes formes, qui est remarquable compte tenu de leur caractère fondamental. Elle est très impliquée dans la dissémination des connaissances vis-à-vis du grand public ou de publics plus ciblés (classes préparatoires).

- 1/ L'unité se distingue par la qualité et la quantité de ses interactions avec le monde non-académique.*
- 2/ L'unité développe des produits à destination du monde culturel, économique et social.*
- 3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

Les relations socio-économiques sont remarquables pour une unité de physique fondamentale. Elles s'articulent autour de différents outils : trois chaires industrielles, des relations contractuelles avec de grands groupes, et la prise de brevets (treize pendant la période) et leur valorisation par la création de startups (trois pendant la période). On note également le développement d'instrumentations spécifiques valorisées par des partenaires industriels. Cette culture devrait permettre à l'unité de prendre avantage du recrutement prévu d'un ingénieur transfert CNRS.

L'unité a une importante et régulière activité de dissémination auprès du grand public, par des canaux traditionnels tels que la fête de la science, par des cycles de conférences. Elle s'implique également dans les débats de société directement par ses activités de recherche (dans le cadre de recherches sur la dissémination du Covid par exemple).

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

La culture de l'interaction avec le monde socio-économique est variable suivant les équipes, et certains résultats et études qui pourraient être exploités dans ce sens ne le sont pas.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

La fusion de quatre laboratoires hébergés sur le site de l'ENS a conduit à la création d'une entité de grande taille, pratiquant une recherche au meilleur niveau international, avec un spectre large correspondant aux besoins d'une école normale supérieure. La période d'évaluation a été marquée par un effort remarquable pour organiser ce nouveau laboratoire. Si la situation actuelle est certainement perfectible, et que des difficultés liées aux travaux de reconstruction vont affecter les trois prochaines années, il n'y a pas de doute que ce nouveau laboratoire est capable de surmonter ces obstacles pour devenir une institution incontournable dans le paysage national et international. Le projet proposé s'inscrit dans cette perspective.

La nouvelle structure a déjà fait la preuve de son attractivité pour des équipes externes, et des synergies nouvelles sont apparues entre les équipes des anciens laboratoires. Ces possibilités sont loin d'avoir été exploitées complètement, et la trajectoire proposée par l'unité identifie clairement les points d'attention et les directions à développer. Au niveau structurel, on note en particulier le handicap que constitue pour l'astrophysique l'absence de rattachement à un OSU qui fragilise la position du laboratoire en limitant son rôle dans les grands projets de la discipline. En interne, une partie des chercheurs doit encore s'approprier le fonctionnement de la nouvelle structure et saisir les opportunités qu'elle offre.

Le renforcement d'activités qui ont été, ou vont être, affectées par des départs, ou le renforcement d'activités récentes, semble bien engagé avec un soutien affirmé des tutelles ENS-PSL, CNRS et SU, qui va se traduire également par un renforcement substantiel du soutien administratif de l'unité. Les activités de biophysique vont trouver dans la structure QBIO un lieu offrant la possibilité d'échanges interdisciplinaires. Des réflexions sont à approfondir sur des domaines en forte évolution au niveau international (par exemple la théorie de la matière condensée) ou qui constituent historiquement des points forts de la physique à l'ENS (par exemple hautes énergies).

Plusieurs points d'attention concernent la gouvernance de l'unité à l'horizon 2027, le biseau entre les directions actuelles et futures, et la gestion de l'utilisation des nouveaux espaces qui seront rendus disponibles à cette échéance. Il est important que les personnels de l'unité se saisissent de ces questions à assez court terme, dans le cadre des structures actuelles ou en impliquant un conseil scientifique externe, dont la création est envisagée.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité

L'organisation assez souple en axes et équipes convient bien au profil de l'unité. Toutefois, des rapprochements entre équipes pourraient être envisagés pour éviter une fragmentation excessive. Le rôle des axes, qui constituent une échelle appropriée pour les discussions de politique scientifique, pourrait être conforté et mieux compris au sein de l'unité. Là aussi, des regroupements pourraient permettre de former des entités de taille comparable, à condition de garder une cohérence scientifique. Les responsables d'axes, et l'ensemble des chercheurs, doivent prendre conscience de l'importance de cette échelle de structuration pour une unité de cette taille.

L'organisation interne du laboratoire, récente, pourra être améliorée, avec plusieurs objectifs : être mieux comprise et acceptée par les chercheurs, améliorer l'accueil des nouveaux arrivants, rééquilibrer le rôle de la direction d'unité vers les aspects scientifiques, augmenter l'attractivité pour les personnels d'appui à la recherche et pour une future équipe de direction.

En particulier, la taille du conseil de laboratoire pourrait être réduite. Il faudrait que ce conseil d'unité joue un rôle plus marqué par exemple dans la discussion des évolutions scientifiques ou organisationnelles, comme l'avait déjà indiqué le comité de visite du département en juillet 2022.

Concernant les personnels d'appui, une commission du personnel serait utile pour la gestion des carrières et pour aborder des points d'organisation.

Le comité de juillet 2022 notait également que le laboratoire « gagnerait à formaliser davantage des mécanismes visant à garantir la transparence et la consultation dans la prise de décision et une circulation fluide des informations ». Le présent rapport souscrit pleinement à cette recommandation, tout en notant qu'elle est de la responsabilité de l'ensemble des personnels du laboratoire, qui doivent s'approprier un nouveau mode de fonctionnement plutôt que cultiver la nostalgie d'anciennes structures.

Concernant les ressources financières, le comité considère qu'elles ne doivent pas susciter d'inquiétude, et que la disparition de certaines ressources n'aura qu'un impact limité compte tenu du potentiel de l'unité pour en attirer de nouvelles.

Les nouvelles ressources en termes de locaux qui devraient exister en 2027 doivent être exploitées au mieux, en en préservant une partie pour envisager de nouvelles directions scientifiques (qui doivent être anticipées), mais aussi en réintroduisant des espaces d'échange qui manquent actuellement.

L'appréciation par le LPENS de la nécessité d'une réflexion sur les enjeux de développement durable et de la sobriété énergétique a été tardive. Le laboratoire peut améliorer son niveau de réflexion collective sur ces enjeux, pour se préparer aux évolutions à venir.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Vu la situation interne tendue sur les moyens administratifs et les locaux, et vu un environnement externe complexe et parfois dysfonctionnel, le comité recommande que l'ensemble des personnels fasse un effort pour améliorer l'accueil des nouveaux personnels, en particulier non permanents. Cet effort passe par une généralisation de procédures claires (livret d'accueil) et la transmission de celles-ci par les chercheurs responsables. Au niveau des locaux, une priorité forte doit être mise sur l'accueil dans de bonnes conditions des jeunes chercheurs et des nouveaux arrivants.

L'amélioration attendue de l'organisation interne pourra rendre l'unité plus attractive aussi bien pour les personnels d'appui que pour une future équipe de direction.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

L'effort de l'unité concernant l'accès ouvert des publications est à maintenir.

La notion de "science ouverte" peut être étendue à l'ensemble des productions de la recherche (données, codes), et le LPENS a un rôle de formation dans ce domaine pour un nombre important de doctorants.

Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société

Le comité note l'amorce de réflexion sur les enjeux de développement durable et de sobriété et recommande de poursuivre une réflexion plus collective.

Les interactions avec le monde socioéconomique pourraient concerner un nombre plus important d'équipes, l'unité devrait prendre avantage de la disponibilité prochaine d'un ingénieur transfert pour analyser et exploiter ces possibilités.

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

Équipe 1 : Nano-Optique

Nom du responsable : M. Christophe Voisin

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe s'intéresse aux propriétés optiques des systèmes de taille nanométrique où les effets de confinement quantique deviennent prépondérants. Les systèmes étudiés récemment vont des dispositifs semi-conducteurs III-V comme les microcavités à puits quantiques ou les boîtes quantiques, aux nanodiamants, nanostructures carbonées ou matériaux 2D.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le laboratoire a été créé en 2019.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	1
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	6
Total personnels	11

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Globalement, l'équipe nano-optique est très bien structurée autour de quatre thèmes de recherche bien identifiés, chacun étant porté par un chercheur (un binôme incluant le responsable d'équipe pour un des quatre thèmes). Les thèmes qui avaient été lancés lors de la période précédant celle analysée ici (centres colorés, matériaux 2D) ont atteint leur régime de croisière. La production scientifique et la formation doctorale et postdoctorale dispensée par les membres de l'équipe sont de grande qualité. L'impact des travaux est significatif, leur caractère fondamental ne doit pas faire oublier le caractère innovant de plusieurs concepts de dispositifs imaginés. Il existe un certain nombre de collaborations avec d'autres équipes de l'unité, en particulier au sein de l'axe quantique. Celles-ci pourraient certainement être amplifiées. La responsabilité prise par le responsable d'équipe au sein du GDR HOWDI rassemblant la communauté française œuvrant dans le domaine des hétérostructures de Van der Waals donne une légitimité naturelle pour recentrer les activités de l'unité dans ce domaine au sein de cette équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'activité scientifique de l'équipe est bien structurée en cinq sous-thèmes, chacun d'entre eux étant animé par un ou deux permanents. Cette structuration très lisible correspond aussi à une grande homogénéité démographique du personnel permanent.

Globalement, pour chacun de ces thèmes, la production scientifique est importante et de haut niveau. La formation doctorale est aussi très soutenue. L'ensemble des activités a bénéficié d'importants soutiens contractuels, aux niveaux national, européen ou international, en fonction des opportunités et des collaborations.

Une force de l'équipe a été de se ressourcer thématiquement : on peut citer par exemple le sujet nanocristaux de pérovskites, qui a profité du retour dans l'unité de son animatrice en début de période analysée après un séjour sabbatique de trois ans à Singapour. Les liens tissés avec NTU ont offert des opportunités de financement contractuel et doctoral qui ont facilité le démarrage de cette activité au sein de l'unité. L'animatrice de ce sous-thème a été récemment reconnue par l'IUF. Un autre ressourcement a été l'évolution de l'étude des hétérostructures, qui passe des matériaux III-V aux matériaux 2D (graphène, mais aussi de manière plus exploratoire et originale des dichalcogénures de métaux nobles).

Un second point fort à signaler réside dans les interactions avec les autres équipes de l'axe Quantique. On notera par exemple le biseau réussi entre B. Plaçais de l'équipe mésoscopique et E. Baudin de l'équipe nano-optique sur le sujet des Hétérostructures de Van der Waals. Les interactions avec la plateforme de nanofabrication sont également riches.

Points faibles et risques liés au contexte

Plusieurs travaux conduits au sein de l'équipe mettent en jeu des concepts de fonctions (sources de photon unique, capteurs quantiques) qui nous semblent originaux. Sans remettre en cause le caractère fondamental des travaux menés par l'équipe, il nous semble qu'il serait a minima souhaitable d'envisager de protéger ces concepts par des dépôts de brevets.

Les travaux menés au sein du sous-thème modélisation en optique non linéaire semblent assez largement déconnectés des travaux expérimentaux conduits dans le reste de l'équipe. Si ces travaux sont amenés à être pérennisés, il nous semble que plusieurs synergies pourraient être exploitées afin d'accroître les liens.

La situation démographique conduit à ce que quatre chercheurs de l'équipe se trouvent simultanément en situation d'être candidats au corps supérieur. La tension existant sur les promotions rend cette situation difficile, particulièrement à l'ENS. Sauf erreur, le comité a noté qu'une de ces quatre personnes n'est pas encore titulaire de l'HDR, ce qui est un prérequis.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Les quatre sous-thèmes expérimentaux ont présenté une trajectoire qui se situe globalement dans une forme de continuité thématique.

Dans le domaine des nanocristaux pérovskites, il est envisagé d'orienter les travaux vers la réalisation de dispositifs intégrés pour l'optique quantique, en exploitant les phénomènes d'électrodynamique quantique. Ces travaux continueront d'exploiter les liens tissés avec la communauté singapourienne.

Dans le domaine des centres colorés du diamant, les travaux sur le refroidissement de diamant en lévitation seront poursuivis. Il est aussi envisagé de travailler sur un concept de magnétomètre dont la sensibilité serait optimisée grâce à une maîtrise de la densité de centres NV.

Dans le domaine des hétérostructures Van der Waals, les travaux se focaliseront sur l'ingénierie de l'interaction lumière matière au sein de structures à forte mobilité. Deux enjeux importants seront de compenser un départ en retraite et de gérer la fin du programme flagship européen.

Enfin, dans le domaine des nano-émetteurs carbonés, il est proposé de focaliser les travaux sur une nouvelle approche pour réduire drastiquement le volume de mode de cavité en utilisant des nano-antennes diélectriques.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Sans renoncer au caractère fondamental de ses travaux, l'équipe est invitée à se poser la question de la protection par des brevets des concepts de fonctions qu'elle est amenée à imaginer.

Équipe 2 : Physique Mésoscopique

Nom du responsable : M. Gwendal Fève

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'activité de l'équipe couvre différents aspects du transport quantique dynamique allant de l'optique quantique électronique à l'électrodynamique quantique en cavité en passant par l'électronique des Fermions de Dirac, la matière topologique et la photonique quantique microonde. Elle étudie des systèmes modèles comme les nanotubes de carbone, le graphène, les canaux de bord de l'effet Hall quantique dans les hétérostructures de semiconducteurs, ou les isolants topologiques.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le LPENS ayant été créé après la précédente évaluation, le comité base les éléments ci-après sur le dernier rapport d'évaluation du Laboratoire Pierre Aigrain. L'équipe Physique mésoscopique était censée accueillir deux MCF à la suite de la dissolution de l'ex-équipe E5 (Électronique quantique) suite au départ de son responsable à l'ENS Lyon. Or, à la fin de la période analysée ici, l'unité a été conduite à dissocier l'équipe Physique mésoscopique en trois équipes de tailles bien plus réduites. On peut voir ce mouvement comme une forme de réponse à cette préoccupation précédemment exprimée, mais on peut aussi s'interroger sur le fait de savoir si la nouvelle organisation mise en place, en multipliant des équipes de petites tailles, va conduire à une plus grande stabilité.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	0
Doctorants	3
Sous-total personnels non permanents en activité	3
Total personnels	7

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe actuelle est constituée de quatre chercheurs permanents dont un est parti à la retraite en 2023 (sans éméritat) et le directeur d'unité. Compte tenu de la charge qui pèse sur le DU, le fonctionnement quotidien de l'équipe est donc désormais assuré par le responsable d'équipe et par un jeune chercheur CNRS recruté en 2022.

Le bilan présenté par l'équipe sur un périmètre thématique resserré est tout à fait remarquable, avec une production scientifique de haut niveau, un excellent soutien contractuel en particulier au niveau européen et un engagement très fort dans la formation doctorale. La trajectoire est très cohérente et devrait permettre au jeune chercheur récemment recruté de pleinement s'épanouir.

Points forts et possibilités liées au contexte

À la fin de la période analysée ici, l'unité a été conduite à dissocier l'équipe Physique mésoscopique en trois équipes de taille bien plus réduite. Suite à cette réorganisation récente, les trois équipes issues de l'équipe Physique mésoscopique initiale ont choisi de présenter leur bilan de manière séparée, bien que cette séparation n'ait été formellement actée qu'en fin de période. Ce rapport suit donc la même grille d'analyse.

L'équipe actuelle est donc constituée de quatre chercheurs permanents dont un est parti à la retraite en 2023 (sans éméritat) et le directeur d'unité. Compte tenu de la charge qui pèse sur lui, le fonctionnement quotidien de l'équipe est désormais assuré par le responsable d'équipe et par un jeune chercheur CNRS recruté en 2022.

Dans son périmètre actuel, l'équipe a obtenu un ensemble de résultats impressionnants au cours de la période analysée, ce qui se traduit en particulier par une production scientifique de très haut niveau avec un nombre très important de publications dans les meilleures revues internationales. La qualité des travaux se traduit aussi par deux prix importants reçus par des membres de l'équipe en 2020. Sa présence au niveau des financements européens est aussi particulièrement remarquable. Deux des trois thèmes couverts étaient financés au début de la période par un projet ERC. Si un des thèmes s'est arrêté avec le départ du porteur et de son projet ERC en cours vers l'université de Cologne, le thème restant a conduit au gain d'un nouveau projet ERC qui démarre. Le troisième thème portant sur le graphène a aussi été constamment soutenu par l'Europe dans le cadre du programme flagship. L'équipe a aussi participé à des projets financés au niveau national par l'ANR. La formation doctorale dispensée par l'équipe est aussi particulièrement remarquable avec neuf thèses encadrées, dont trois en cours.

Points faibles et risques liés au contexte

Suite au départ en retraite de son porteur, la thématique graphène ne semble reposer que sur un hypothétique recrutement au sein de l'équipe, sachant qu'il semble bien admis que le pilotage de cette activité est transféré au sein de l'équipe Nano-optique.

Compte tenu du recentrage thématique fort de l'équipe et de sa forte réduction de taille, le recours à des post-docs longs pourrait être une manière de passer cette phase transitoire et semble compatible avec les ressources contractuelles de l'équipe.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe présente un projet complètement recentré thématiquement pour tenir compte des évolutions récentes. Celui-ci se décompose en deux sujets principaux, l'un des deux étant piloté par le jeune chercheur récemment recruté, ce qui devrait lui permettre de prendre sa pleine autonomie.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe d'envisager le recrutement d'un ou deux postdoctorants de longue durée (au moins deux ans) afin de pallier la réduction de taille de l'équipe et afin de permettre de maintenir une formation doctorale large.

Équipe 3 : QUAD : Physique Quantique et Dispositifs

Nom du responsable : M. Carlo Sirtori

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe QUAD développe des composants optoélectroniques quantiques et la physique associée. Une spécificité est la physique des composants unipolaires. L'interaction lumière-matière est développée à l'échelle nanométrique. Au niveau spectral, la physique et les composants se situent dans l'infra-rouge, proche ou lointain, allant jusqu'au TéraHertz. Les effets collectifs type plasmon, l'augmentation du couplage avec le champ électromagnétique par le biais d'antennes, la communication espace libre dans l'infra-rouge... sont des thèmes très présents. L'analyse fine des modes d'un laser cascade par spectroscopie de peigne, la physique reliant le transport et les transitions unipolaires viennent compléter la compréhension déjà très forte des dispositifs unipolaires.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe QUAD n'était pas présente dans le laboratoire Pierre Aigrain, qui était le périmètre de l'évaluation précédente. Néanmoins, le rapport précédent mentionnait la création d'une chaire industrielle et la venue possible d'une équipe, et recommandait de veiller à ce que ces activités nouvelles s'intègrent harmonieusement avec les activités existantes au sein de LPA. L'équipe QUAD correspond au schéma annoncé et a été créée lors de la fondation de LPENS. Les thèmes développés par cette équipe recouvrent partiellement des thèmes déjà (et encore) présents dans d'autres équipes, sans que les interactions avec ces autres équipes soient évidentes.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	4
Doctorants	14
Sous-total personnels non permanents en activité	18
Total personnels	22

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Le positionnement de cette équipe se situe entre le fondamental et les applications, et apparaît ainsi moins fondamental que celui des autres équipes de l'axe 1. Même si elle a été créée récemment l'équipe QUAD est sur la lancée des travaux réalisés par C. Sirtori et son équipe à Paris VII. Les activités sont assez variées et s'appuient fortement sur les travaux de salle blanche : elles ont comme dénominateur commun de façonner au niveau nanométrique, le couplage entre le champ électromagnétique et les électrons dans la matière. L'expertise en composants et physique unipolaires restent le point fort de cette équipe. La production scientifique est de bon niveau, et l'activité contractuelle est fournie.

Un très grand nombre d'étudiants en thèse et des post docs donne une force d'impact importante à cette équipe, de dimension pourtant assez réduite. La formation proposée aux étudiants de l'ENS sur ces technologies et cette physique par C. Sirtori est de nature à attirer des étudiants de très bon niveau dans cette équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'activité contractuelle forte, apportant des moyens humains et financiers conséquents, l'utilisation importante de la salle blanche (et l'investissement dans son fonctionnement) permettent de couvrir un panel varié de sujets, sans se départir d'un dénominateur thématique commun et de publier à un bon niveau. La visibilité, de par les publications et les conférences organisées par l'équipe, est grande et permet d'attirer un grand nombre d'étudiants, profitant largement de l'exceptionnel contexte parisien et de l'ENS. Enfin, cette équipe exploite largement le potentiel collaboratif de la région parisienne avec Thales, C2N, etc.... La formation proposée aux étudiants de l'ENS sur ces technologies et cette physique est de nature à attirer des étudiants de très bon niveau dans cette équipe.

Points faibles et risques liés au contexte

Les interactions avec les autres équipes de LPENS semblent réduites, en dépit de recouvrement thématiques notables tels que le TéraHertz.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le projet est de continuer à s'appuyer sur la forte compétence en physique unipolaire pour développer les communications espace libre et des mesures (LIDAR...). La physique unipolaire s'enrichit de problèmes collectifs qui sont probablement plus faciles à appréhender que dans des structures bipolaires. Le projet comporte aussi des diversifications vers l'optomécanique. Le projet est cohérent, en ligne avec les activités et le savoir-faire actuels.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Une recommandation est de renforcer le couplage avec les autres équipes de LPENS, notamment celles de l'axe 1, et en particulier l'équipe nanoTHz. Ceci permettra de conserver une masse critique pour le développement de sujets nouveaux et la diversification des thèmes.

Équipe 4 : Physique des fluctuations, des corrélations et de l'information

Nom du responsable : Mr Jesper Jacobsen

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe a un très large spectre d'activités, allant de la physique mathématique (fonctions spéciales, interface probabilités/statistique, marches aléatoires, mouvement brownien, groupe de renormalisation fonctionnel) à des domaines de la physique statistique en forte évolution: systèmes désordonnés classiques et quantiques, systèmes hors équilibre, chaos quantique ; on note également une forte activité sur les théories conformes, et plus récemment sur l'approche de la théorie des champs par bootstrap avec l'apparition d'une interface avec la physique des particules (certes BE, soft pions) . Des liens sont mentionnés et développés vers l'information quantique.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe est un sous-ensemble d'une grande équipe originelle du LPTENS, les recommandations du précédent rapport Hcéres restent cependant pertinentes : l'équipe s'est effectivement renforcée par recrutements dans certaines lacunes thématiques pointées par le précédent rapport (recrutement sur les aspects circuits quantiques), mais surtout en renforçant l'activité théorique en information quantique plus qu'en le rapprochant du domaine de la matière condensée.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	6
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	2
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	7
Total personnels	13

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Il s'agit d'une équipe à large spectre, les publications sont très nombreuses, sur un rythme régulier et très soutenu, de grande qualité, on note une forte activité d'organisation d'évènements, séminaires et conférences par les membres de cette équipe et (concernant l'aspect purement recherche) des résultats importants sur les fonctions de corrélation de modèles aléatoires importants, les transitions topologiques, l'équation KPZ, les modèles QSSEP, les matrices S en théorie de jauge à la limite basse énergie.... L'équipe détient plusieurs contrats ANR, mais pas d'ERC.

L'activité se situe pour partie dans la continuité de l'équipe existante avant fusion, et s'est développée depuis, même si on ne voit pas forcément de synergies s'établir récemment (les liens forts avec l'équipe 18 "Systèmes Classiques ou Quantiques en Interaction" étaient déjà existants).

Points forts et possibilités liées au contexte

L'attractivité de l'équipe est manifeste, sa productivité, la quantité et la qualité de ses productions scientifiques sont des atouts majeurs, ainsi que l'articulation soulignée avec les aspects de formation.

Cette équipe est en fort développement avec pas moins de trois recrutements en quatre ans, au niveau CR et DR externe, elle montre sa capacité à apparaître comme un environnement attractif des néo-entrants juniors et seniors CNRS par ses thématiques larges et situées dans des domaines en plein essor. Elle développe de surcroît de nouvelles thématiques grâce à ces recrutements.

Points faibles et risques liés au contexte

On ne note pas de risque majeur, le départ prévu de deux seniors est déjà compensé en partie par les recrutements récents en particulier au niveau DR externe. L'arrêt annoncé du financement de l'Institut Philippe Meyer peut cependant impacter négativement cette équipe au même titre que d'autres, voire plus car cet organisme a bien aidé à la renforcer en servant de "sas d'entrée" à de jeunes talents.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le départ de deux seniors ne semble pas critique pour la pérennisation de l'équipe vu la densité et la qualité du récent flux entrant. L'équipe a en effet attiré très efficacement des chercheurs venant de l'étranger, ou néo-recrutés.

Un commentaire stratégique semble opportun. La pérennisation par mutation, proposée par l'équipe, aurait comme conséquence automatique l'affaiblissement des laboratoires extérieurs ponctionnés, ce qui est précisément l'inquiétude (légitime) formulée par cette équipe elle-même par rapport à ce qu'elle qualifie de "predatory offers towards our more junior members made by other laboratories". Du point de vue de la communauté de recherche nationale du domaine, cette voie de renforcement n'est pas vraiment optimale.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Au niveau purement scientifique et de la production de savoir, le comité recommande à l'équipe de continuer dans le même esprit, et d'envisager des candidatures à des financements ERC.

Pour assurer sa pérennisation, l'équipe peut envisager la demande d'un poste tenure track sous forme de CPJ CNRS, qui même s'il n'est pas garanti, offrirait l'avantage de renforcer la communauté en général, comme dans le cas du poste de DR externe que l'équipe avait efficacement piloté.

On observe une activité thématique de plus en plus large de cette équipe, et l'existence de fortes interfaces avec des membres des équipes Systèmes Désordonnés et Applications ou Systèmes Classiques ou Quantiques en Interaction. Cela amène une remarque, applicable au niveau du laboratoire tout entier, mais qui peut toucher en particulier cette équipe : la question de la redéfinition explicite du périmètre de certaines équipes au sein de l'axe, voire leur fusion ou à travers plusieurs axes se pose. La souplesse de la structuration en axes et équipes le permet. On comprend, cela dit, que la stratégie globale n'est pas de recréer des "laboratoires" au sein du laboratoire fusionné.

Équipe 5 : Théorie de la Matière Condensée

Nom du responsable : M. Nicolas Regnault

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Cette équipe théorique travaille sur les matériaux quantiques, notamment bidimensionnels, et sur les hétérostructures de semiconducteurs. Son expertise est reconnue notamment sur les propriétés topologiques, le transport électronique, la simulation de fermions fortement corrélés à l'équilibre ou hors-équilibre, les nouveaux matériaux à base de moiré...

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le LPENS ayant été créé après la précédente évaluation, les éléments ci-après s'appuient sur le dernier rapport d'évaluation du Laboratoire Pierre Aigrain. Lors de cette dernière évaluation, cette équipe comprenait en plus la partie "physique mésoscopique". Il avait été noté qu'un des dangers de la fusion serait la marginalisation de l'équipe et de ses problématiques ainsi que le risque de déconnexion avec les équipes expérimentales. Il semble que ces recommandations n'ont été que partiellement suivies et la taille actuelle du groupe pose problème. Bien qu'un faible effectif ne soit pas un risque fort pour une équipe théorique, il est clair que son poids au sein de la structure ne permet pas de développer fortement cette activité alors que l'on vit actuellement une période où de nouveaux matériaux quantiques émergent avec une physique très riche (par exemple les isolants de Chern fractionnaires sans champ magnétique) et qu'il existe localement de nombreuses possibilités de collaborations théoriques ou expérimentales.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	3
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	0
Doctorants	0
Sous-total personnels non permanents en activité	0
Total personnels	3

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Malgré sa taille réduite, cette équipe a publié un très grand nombre de travaux pendant la période concernée (74 articles), dont plusieurs publications dans des revues à fort impact scientifique. Elle est aussi impliquée dans des collaborations expérimentales locales, nationales ou internationales (deux ANR et un projet Horizon Europe 2020), mais aussi des collaborations théoriques dont une de longue durée avec Princeton.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a des compétences reconnues sur les matériaux quantiques bidimensionnels, sujet en pleine croissance aujourd'hui. Ceci concerne notamment les hétérostructures semiconductrices pour les applications, mais aussi les matériaux topologiques pour des aspects plus fondamentaux.

Points faibles et risques liés au contexte

Le rapport mentionne explicitement qu'il est urgent de réorganiser les activités de la thématique "matière condensée". En effet, on note quand même un recouvrement thématique avec d'autres équipes (2, 4, 7, 8 et 18 notamment) et il semble que des opportunités de collaborations locales renforcées sont présentes. Malheureusement le recrutement envisagé qui est évoqué n'a pas été fait, mais ce serait effectivement un moyen efficace de développer de nouvelles thématiques. Le risque inhérent pour une si petite équipe est de ne pas peser dans la politique scientifique du laboratoire et de se retrouver de fait en marge.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le document ne permet pas d'avoir une vision de la trajectoire de l'équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Comme écrit ci-dessus et mentionné dans le document lui-même, la thématique de la matière condensée doit se renforcer afin de favoriser les collaborations locales autour des problématiques actuelles (nouveaux matériaux, fermions fortement corrélés, dynamique hors-équilibre etc.), mais aussi s'enrichir de nouvelles techniques analytiques et numériques. Bien que la plupart des équipes demandent des recrutements à court terme, il apparaît au comité que la restructuration de la matière condensée (incluant de nouveaux entrants) devrait être une priorité forte du laboratoire.

Équipe 6 : Champs, Gravitation et Cordes

Nom du responsable : M. Giuseppe Policastro

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe travaille sur de nombreuses approches en théorie des champs : en particulier bootstrap, amplitudes, intégrabilité quantique (fishnet, planar SUSY N=4); Théorie des cordes (sous plusieurs angles: comme théorie d'unification, comme objet mathématique, comme objet permettant l'étude de systèmes fortement couplés par dualités). L'équipe travaille aussi sur la phénoménologie de physique des particules (aspects physiques des accélérateurs et astroparticules).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le développement des aspects phénoménologiques est en cours, et le récent recrutement de K. Petraki a fortement renforcé cette direction.

Le remplacement des membres sortants de cette équipe, nécessaire pour assurer la continuation de son rayonnement scientifique reste toujours un problème.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	7
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	11
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	17
Total personnels	24

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe est très active, ayant obtenu de nombreux résultats significatifs dans des domaines en fort développement de la théorie des champs, théorie des cordes et phénoménologie. Ses membres ont obtenu deux bourses ERC et quatre ANR, tout en continuant leur forte implication dans des activités d'enseignement et de formation. On note en particulier le M2 de physique fondamentale, qui attire la meilleure partie des étudiants de France intéressés de ce domaine, et le PhD school Paris-Bruxelles-Amsterdam-Geneva, qui assure la formation en physique théorique des hautes énergies, théorie des champs et théorie des cordes des étudiants des meilleurs groupes en Europe.

Les recherches de cette équipe ont un grand rayonnement international avec des résultats importants sur la correspondance holographique, fishnet CFT, bootstrap, l'intégrabilité de la théorie SUSY N=4 planaire, et des résultats significatifs sur les propriétés géométriques en théorie des cordes topologiques et les variétés CY. On souligne le développement récent important vers des aspects de phénoménologie en astroparticules.

Un nombre significatif de membres sont récemment devenus émérites, ce qui pose un besoin immédiat de recrutement de jeunes chercheurs de haute qualité scientifique, afin de préserver la qualité, leadership et rayonnement international de cette équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le renforcement récent dans la direction phénoménologie des particules par un recrutement d'une spécialiste dans la physique des astroparticules est un aspect très positif de la trajectoire de cette équipe.

Les permanents développent des aspects de recherche originaux et souvent à la pointe de leurs domaines respectifs, par exemple dans les aspects de physique mathématique ou bootstrap.

On note aussi une collaboration qui a abouti à un article en Nature, être un membre de cette équipe et des membres des autres équipes théoriques et expérimentales du LPENS.

Points faibles et risques liés au contexte

Trois risques peuvent perturber le fonctionnement et la qualité de cette équipe. Le premier est la pyramide d'âge défavorable, avec plusieurs départs dans les trois ans à venir, et le manque des recrutements CNRS depuis 2016.

Le deuxième est lié à l'insertion et la visibilité, suite à la fusion des laboratoires, d'un petit groupe de physique théorique fondamentale au sein d'un grand laboratoire dont la plupart des membres travaillent dans des domaines assez éloignés des thématiques de cette équipe.

Le troisième découle du manque de progression de carrière pour les MCF ENS qui est un problème général identifié au niveau de l'unité, et particulièrement critique pour cette équipe. L'ENS a en effet la possibilité de recruter des jeunes théoriciens qui présentent des profils exceptionnels, dans des domaines de pointe de la physique théorique où la compétition internationale est forte pour attirer les meilleurs talents, la possibilité de perdre ces jeunes est très importante si aucune progression de carrière ne leur est offerte.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Pour remplacer les personnes parties à la retraite, et garder sa place parmi les meilleurs groupes européens, l'équipe devra attirer plusieurs recrutements de haut niveau scientifique.

La compétition est dure, beaucoup d'instituts dans le monde essayant d'attirer ce type de chercheurs (le groupe a perdu dans le passé deux chercheurs de haut niveau qui ont été attirés ailleurs). L'équipe doit poursuivre par tous les moyens possibles cet effort afin d'attirer de nouveaux talents. En dehors des recrutements et mutations CNRS, l'équipe pourrait tenter d'attirer de jeunes chercheurs d'autres institutions qui ont déjà obtenu des bourses ERC en convainquant les tutelles universitaires de créer des postes pour ces chercheurs. Étant donnée la situation critique causée par les départs à la retraite, il est envisageable d'utiliser aussi le dispositif Chaire Professeur Junior.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

La première recommandation est de continuer les excellents travaux de recherche et la collaboration avec d'autres chercheurs du LPENS.

La deuxième est de renforcer les efforts de communication avec les chercheurs du labo qui ne proviennent pas de l'ancien LPTENS, afin d'assurer leur compréhension et leur support de la vision scientifique de l'axe représenté par cette équipe.

La troisième est de poursuivre de manière soutenue et proactive le recrutement des jeunes chercheurs de très haute qualité, au CNRS, au sein des tutelles universitaires, et grâce à des Chaires Professeur Junior.

Équipe 7 : Systèmes Désordonnés et Applications

Nom du responsable : M. Giulio Biroli

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe s'intéresse à divers aspects de la physique statistique, comme les systèmes vitreux et leurs propriétés hors d'équilibre, les problèmes d'optimisation, l'apprentissage automatique, mais également la modélisation de certaines données biologiques ou l'écologie.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Il avait été noté une éventuelle faiblesse à l'interface avec la matière condensée et l'information quantique. Un recrutement a partiellement renforcé les connexions avec les systèmes quantiques, même s'il n'est pas formellement dans cette équipe.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	3
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	8
Doctorants	8
Sous-total personnels non permanents en activité	16
Total personnels	19

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Il s'agit d'une petite équipe par la taille (trois permanents actuellement) avec une activité très impressionnante tant par la qualité que par la variété des sujets. En termes de publications, il en existe 90 au cours de la période, incluant des revues de premier plan. Cette équipe a une très bonne visibilité sur le plan international, ce qui lui permet d'attirer de très nombreux et brillants étudiants et postdocs.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est très attractive et la qualité de ses publications est sa force principale. Il faut aussi souligner l'engagement manifeste dans la formation et dans l'animation scientifique (Focus-Days@LPENS).

Non seulement elle poursuit un travail sur des questions anciennes, mais fondamentales, de physique statistique (qui ont participé à la renommée de ce laboratoire), mais elle s'intéresse aussi à des domaines émergents comme l'apprentissage automatique par exemple.

Il existe de multiples opportunités d'évolution en lien avec les systèmes quantiques où le désordre peut aussi jouer un rôle crucial et avec l'information quantique où la complexité algorithmique est un élément clé par exemple dans la compréhension des circuits quantiques étudiés dans d'autres groupes.

Points faibles et risques liés au contexte

La faiblesse principale est clairement visible, puisque cette équipe a subi plusieurs départs anticipés, ce qui fragilise certaines activités.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe mentionne la continuation de ses activités en soulignant la difficulté liée au départ de deux chercheurs, notamment en ce qui concerne l'intelligence artificielle qui est de fait un des sujets majeurs actuellement. Elle demande par conséquent des recrutements sur ce sujet.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Bien évidemment, s'il existe des possibilités de recrutement, il faut essayer de pallier les départs récents. Ceci étant dit, il semble opportun de tenter des rapprochements avec d'autres équipes travaillant sur des systèmes quantiques, soit en termes de sujets de recherche (localisation à plusieurs corps par exemple), soit en termes de méthodes (des algorithmes de tenseurs performants existent à la fois pour des systèmes classiques et quantiques).

Équipe 8 : Nano-THz
 Nom du responsable : M. Sukhdeep Dhillon

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe travaille sur la physique des matériaux et des composants à des échelles d'énergie faible, correspondant à des fréquences térahertz. Ceci s'applique à des composants unipolaires à faible énergie de transition, mais aussi à des isolants topologiques où l'on regarde les particules pour des gaps tendant vers 0, et encore à du graphène soumis à des excitations de faible énergie.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le rapport précédent recommandait de renforcer les liens au sein de l'équipe entre la partie "spectroscopie THz ultrarapide" et la partie "magnéto transport/optique", et suggérait de recruter une personne à l'interface entre les deux parties. L'activité magnéto optique semble toujours portée par une personne tandis que deux portent l'autre activité. Vu l'absence de publications croisées entre les deux parties, il semble que le point mentionné ci-dessus reste d'actualité. Aucun recrutement n'a été réalisé dans l'équipe. Une autre recommandation était de renforcer la fabrication des matériaux au laboratoire et de dépendre moins de l'extérieur. Il n'est pas évident que la situation soit très différente à ce jour, mais mettre sur pied la synthèse d'échantillons, incluant croissance et technologie est une tâche de longue haleine.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	3
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	9
Total personnels	13

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Le fil conducteur de l'équipe est représenté par l'échelle d'énergie (faible) regardée dans les matériaux, qui peuvent quant à eux être très variés. Ce fil conducteur n'est pas forcément suffisant pour établir une cohésion forte au sein de l'équipe. Cependant, les résultats sont bons en termes de publications, d'activité contractuelle, de formation (nombreux doctorants et post doc). L'étude des isolants topologiques PbSnSe est originale (variation graduelle du gap) et intéressante et permet d'utiliser le savoir-faire historique en magnéto-optique. Les boîtes quantiques dans le graphène et HgTe ont en commun de présenter des temps de vie longs, permettant d'envisager des sources dans le térahertz : ce sujet est bien placé au cœur de la thématique de l'équipe. L'étude dans les QCL est intéressante, mais gagnerait à se rapprocher de ce qui est fait au sein de l'équipe QUAD.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe dispose d'un savoir-faire historique en magnéto-optique/transport et spectroscopie THz. Le développement actuel des sujets "matériaux 2D" et "matériaux isolants topologiques" permet de mettre en valeur ce savoir-faire, dans des situations assez variées et de publier dans des revues de fort impact. Ce savoir-faire permet aussi à l'équipe de monter des projets, ou d'être invitée dans des projets nationaux et européens, et de profiter d'un financement suffisant. La visibilité est accrue par l'animation du GDR nanoTera Mir et l'organisation d'autres événements scientifiques.

Points faibles et risques liés au contexte

La redondance, au moins apparente, du thème THz dans les QCL avec l'équipe QUAD mérite une réflexion. La diversité des systèmes matériaux étudiés, avec comme fil conducteur le THz, rend difficile la maîtrise de la fabrication des échantillons. Cependant, ceci peut aussi être vu comme une force et une agilité à passer d'un matériau à un autre sans subir les coûts et les délais intrinsèquement liés à la fabrication.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Les boîtes à base de graphène et de HgTe continueront d'être étudiées, avec le couplage fort (voire ultrafort) en ligne de mire. C'est une évolution par continuité du sujet actuel. L'introduction du thème "matériaux isolants topologiques ferroélectriques" est annoncée comme un moyen de rapprocher la magnéto-optique de la spectroscopie THz, répondant ainsi à un point déjà mentionné depuis longtemps. L'objectif est de réaliser des qbit pour le traitement de l'information dans le régime THz. Il y a donc une évolution comprenant des prises de risques, mais aussi des évolutions moins risquées, et c'est donc un projet d'évolution équilibré et adapté, et qui de plus devrait améliorer la cohésion d'équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Une recommandation est de bien utiliser l'introduction du thème isolant topologique ferroélectrique pour l'information quantique THz pour améliorer la cohésion intra-équipe. En outre, il faudra veiller à développer ce thème avec les équipes de l'axe 1 traitant d'information quantique depuis longtemps.

Équipe 9 : Astrophysique

Nom du responsable : M. Antoine GUSDORF

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'activité scientifique de l'équipe se répartit entre trois thématiques. La plus ancienne porte sur la physique et la chimie du milieu interstellaire des galaxies avec une méthodologie combinant observations radio et modélisations. Plus récemment un thème interdisciplinaire en lien avec les mathématiques appliquées est apparu. Il concerne le développement d'outils pour des analyses statistiques et pour la modélisation des données astrophysiques. Le troisième thème s'intéresse à l'étude de la polarisation du fond cosmologique et à la caractérisation des structures à grande échelle avec pour objectif de tester le modèle standard de la cosmologie.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe est issue d'une scission du LERMA, laboratoire de l'Observatoire de Paris. Les recommandations lors de la dernière évaluation du LERMA ne concernaient que la partie Observatoire de Paris.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	6
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	8
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	14
Total personnels	20

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe bénéficie d'une production scientifique abondante avec une grande diversité de collaborateurs en France et à l'étranger. Le nombre de doctorants et de postdoctorants cumulés pendant la période dépasse celui des personnels permanents, confirmant le dynamisme de l'équipe. Par ailleurs, l'équipe est clairement impliquée dans la structuration nationale de la communauté astrophysique avec en particulier un membre directeur de PCMI (programme national de l'INSU) et un autre siègeant à la CSAA (commission spécialisée de l'INSU).

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe joue un rôle pionnier dans le développement d'outils pour l'analyse statistique en collaboration avec le département de mathématiques appliquées de l'ENS. Ce type d'outils devient incontournable devant la croissance des volumes de données en astronomie.

L'équipe a des collaborations suivies avec plusieurs laboratoires français (IPAG, CEA, etc.) ce qui lui permet d'être présente dans plusieurs grands projets, et de valoriser ses compétences.

L'équipe, qui est issue du LERMA (Observatoire de Paris), a su maintenir des liens étroits avec son laboratoire d'origine en étant représentée dans son conseil et en ayant l'ensemble de ses chercheurs associés au LERMA.

L'équipe s'investit fortement dans l'organisation de la discipline et l'animation scientifique en étant représentée dans plusieurs comités nationaux et en organisant des événements comme des écoles thématiques (Cargèse, les Houches) ou encore l'instance 2023 du colloque biennal de PCMI.

Points faibles et risques liés au contexte

Le départ à la retraite des deux "rang A" de l'équipe est un point de vigilance. Dans ce contexte de réduction d'effectif, la diversité des thèmes scientifiques abordés par l'équipe, et notamment leurs évolutions en lien avec les nouveaux observatoires (JWST, Euclid, LSST, SKA, CTA) est à surveiller.

Les financements portés par des membres de l'équipe se terminent (ANR achevée en 2021 et ERC jusqu'en 2024). Il reste une participation à une ANR portée à l'extérieur jusqu'en 2025.

L'absence de rattachement à un Observatoire des Sciences de l'Univers (OSU) fragilise la position du LPENS dans la discipline en limitant son rôle au sein des grands projets. C'est de surcroît incompatible avec le recrutement ou l'accueil de personnels CNAP (corps des astronomes et astronomes adjoints) qui représentent pourtant un tiers de la population des chercheurs en astrophysique en France.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire proposée est réaliste et prend bien en compte les évolutions anticipées de la discipline. L'équipe a identifié les thèmes porteurs à venir en lien avec l'augmentation des volumes de données et donc la capacité à les exploiter grâce à des méthodes numériques et statistiques performantes. Devant la diversité des projets à venir, des priorités ont été établies.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe peut profiter de son rôle de pionnier dans le développement d'outils statistiques pour consolider ses collaborations et asseoir son rôle au sein de grands projets de la discipline comme SKA.

Au regard de la taille de l'équipe, il faudra veiller à ne pas se disperser dans des projets ou thématiques trop divers en canalisant les efforts sur des priorités clairement définies.

Équipe 10 : Biophysique et Neurosciences Théoriques

Nom du responsable : M. Vincent Hakim

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les thèmes abordés par les membres de l'équipe couvrent des domaines très variés de la physique des objets vivants, allant de la biomécanique à l'étude de la dynamique neuronale, et de l'échelle intracellulaire au comportement d'organismes complets.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Cette équipe est la continuation d'un des axes du laboratoire de physique statistique. Les recommandations du rapport précédent concernaient un effort pour améliorer la cohérence de l'équipe, et un effort pour augmenter l'impact des travaux par une meilleure communication scientifique en direction du public. Le suivi de ces recommandations est peu apparent dans le rapport.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	6
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	12
Total personnels	17

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Les thématiques abordées par les membres de l'équipe sont assez dispersées. La production scientifique est de qualité, publiée dans des revues très diverses - allant de revues généralistes ou de physique "traditionnelle" à des revues de biologie, de sciences comportementales ou d'économie. Une partie de l'activité est également liée à des activités expérimentales d'autres équipes du LPENS ou de laboratoires voisins. Si certains membres de l'équipe bénéficient d'une forte reconnaissance internationale, il est difficile de dégager une vision cohérente de l'activité de l'équipe, qui n'est pas non plus mise en avant dans le rapport.

Points forts et possibilités liées au contexte

Issue de l'un des axes du LPS, l'équipe a été rejointe en 2019 par un chercheur très actif dans différents domaines de la physique du vivant, qui a initié de nouvelles directions de recherche et qui joue un rôle moteur dans l'initiative "Qbio". L'attractivité et la qualité de la recherche conduite sont attestées par les financements obtenus, un nombre conséquent d'étudiants et de postdocs, et un ensemble de publications de bon niveau. Une partie importante de l'activité est en lien direct avec des travaux expérimentaux. Les différentes directions de recherche abordées (biophysique cellulaire et moléculaire, neurosciences et sciences comportementales,

Tissus et développement) sont toutes des domaines très actifs au niveau du site et au niveau international, qui correspondent à d'importants enjeux sociétaux, et dans lesquels le rôle des physiciens est de plus en plus important. Les membres de l'équipe ont pour certains joué un rôle pionnier dans ces domaines interdisciplinaires.

Points faibles et risques liés au contexte

La dispersion scientifique au sein de l'équipe, qui semble être accompagnée d'une certaine dispersion géographique, constitue un risque pour sa visibilité et son attractivité. Les thèmes abordés, très actifs, sont également très concurrentiels. Le rapport signale que plusieurs membres seniors vont prendre leur retraite dans les prochaines années, mais les conséquences de ces départs pour la continuation des activités de l'équipe ne sont pas analysées.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire présentée dans le DAE est essentiellement une continuation de la situation actuelle, avec des directions de recherche nombreuses et dispersées. Le souhait de nouveaux recrutements est logique compte tenu de la pyramide des âges au sein de l'équipe, mais n'est pas argumenté par une vision claire des directions scientifiques à privilégier.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'évolution des thématiques liée aux départs en retraite, ainsi qu'au développement de l'initiative QBIO dans laquelle l'équipe continuera de jouer un rôle moteur, semblerait logiquement conduire à un rapprochement avec l'équipe "Statistique et inférence pour la biologie" qui pourrait mener à un ensemble de biophysique théorique cohérent et bénéficiant d'une excellente reconnaissance internationale.

Équipe 11 : Physique Statistique et Inférence pour la Biologie

Nom du responsable : M. Thierry Mora

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe travaille à l'interface biologie-méthodes statistiques et apprentissage automatique. On note des applications à l'élaboration de protéines fonctionnelles, l'analyse de la distribution de nucléotides, l'étude de récepteurs immunitaires, la définition de modèles de coévolution et l'application de la théorie de la décision dans le développement embryologique des organismes vivants.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Cette équipe provient de l'ancienne grande équipe "basse énergie" du LPENS, et le rapport Hcéres dans ses recommandations ne s'attachait pas particulièrement à recommander des évolutions dans ce qui en était un sous-domaine.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	4
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	7
Doctorants	10
Sous-total personnels non permanents en activité	17
Total personnels	21

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe publie des travaux significatifs et très bien reconnus dans les revues de haut niveau à l'interface biologie- et statistique, le rayonnement des travaux est manifeste, des interactions avec l'expérience, le milieu clinique et le milieu industriel, sont indiquées.

On aurait apprécié un rapport plus détaillé et ne se résumant pas pour l'essentiel à des séries de données bibliométriques ou statistiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

Excellente production scientifique, située à l'interface biologie/physique, et tout à fait en synergie avec le projet Qbio en cours de développement.

Points faibles et risques liés au contexte

Le rapport, très bref, indique une difficulté liée à la dispersion géographique potentielle entre les sites concernés par le programme Qbio. Il apparaît cependant que la politique à moyen terme de l'établissement permettra l'utilisation pour ce programme, des nouveaux locaux, proches du site de Paris Campus Santé, ce problème géographique ne sera donc plus posé.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Il semble que l'initiative Qbio/Paris Santé Numérique soit à la fois perçue comme une opportunité et comme un risque. Il semble que l'aspect scientifique pur soit positif, l'aspect géographique négatif. La brièveté du rapport rend difficile l'analyse de cette apparente contradiction.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Compte tenu de la similitude des mots clés un rapprochement avec l'équipe 10 Biophysics and Theoretical Neuroscience, certes peut être plus axée "neurosciences", mais de taille vouée à diminuer, et fortement associée à l'initiative Qbio, semble logique du point de vue d'une stratégie de consolidation des équipes de recherche, notamment en biophysique, dans un grand laboratoire fusionné.

Équipe 12 : Microfluidique, Émulsion et Biologie

Nom du responsable : M. Abdou Rachid Thiam

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'activité de recherche de l'équipe Microfluidics, Emulsion and Biology est centrée sur l'étude des gouttelettes lipidiques, des gouttelettes d'émulsion intracellulaire impliquées dans la régulation du métabolisme. L'équipe s'intéresse à ses mécanismes de formation, ses propriétés physiques, ou encore leur fonctionnalisation spécifique par des protéines, à la fois in vitro et in cellulo, pour mieux comprendre leur rôle et leur régulation biologiques. Les méthodes utilisées combinent des approches de matière molle, biophysique des membranes et de biologie cellulaire.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Pas de recommandation dans le rapport du LPS 2018, pourtant il s'agit a priori d'une équipe arrivée en 2015 sur programme ATIP-Avenir.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	1
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	6
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	12

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe est centrée sur une thématique unique et aborde de nombreuses questions fondamentales en biologie autour des gouttelettes lipidiques qui peuvent être vues comme une microémulsion intracellulaire d'huile dans l'eau et qui constituent un réservoir énergétique pour le métabolisme cellulaire. Elle a développé de nombreuses collaborations en France et à l'international et publie des travaux dans des journaux de haut niveau. Son activité de recherche l'a conduit à développer de nouveaux outils de biotechnologie valorisés par un brevet et une start-up.

L'équipe est très dynamique en termes de financements publics et privés, prix et reconnaissance, d'attractivité de doctorants et postdoctorants.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est connue et reconnue pour le développement d'outils et de systèmes modèles originaux pour répondre à des questions critiques sur la formation et la fonctionnalisation des gouttelettes lipidiques.

On peut mettre en avant l'obtention de contrats avec l'industrie pharmaceutique, et la création d'une start-up qui ouvre des perspectives d'applications aux recherches fondamentales de l'équipe.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe est organisée autour d'un seul permanent et compte huit non-permanents (doctorants et postdoctorants), et même si l'activité et la production scientifique sont d'excellente qualité, l'équipe mentionne le souhait de recruter un autre permanent en physique ou biophysique ce qui semble important pour renforcer l'équipe, les approches (bio)physiques en particulier, mais aussi maintenir une activité de haut niveau.

Les interactions avec les autres équipes de l'axe biophysique, en particulier autour de la thématique des membranes, mais aussi avec l'équipe de Biophysique théorique ne sont pas mentionnées. Elles semblent pourtant exister, et mériteraient sans doute d'être renforcées. Cela pourrait être grâce à l'animation scientifique au sein de l'axe Biophysique et au-delà dans le cadre du projet fédérateur QBio.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe s'est historiquement développée avec succès autour d'expériences où les systèmes biologiques étaient reconstitués *in vitro* pour un meilleur contrôle des paramètres physiques. Au cours de la période, l'équipe a diversifié ses approches expérimentales pour aller vers des études *in vivo* de la régulation de la biogénèse des gouttelettes lipidiques et de leur devenir *in cellulo*.

L'équipe mentionne de nombreuses applications des outils développés dans le domaine de la biophysique et biologie des membranes, et une valorisation de ces technologies avec la création d'une start-up pour des applications en biotechnologies à haut-débit. On peut se demander si l'équipe a la taille critique pour continuer à mener de front des travaux fondamentaux et développer les applications prometteuses.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe 'Microfluidique, Émulsion et Biologie' de poursuivre avec le même dynamisme ses recherches fondamentales originales sur la compréhension de la formation et de la régulation des gouttelettes lipidiques dans un contexte cellulaire. L'équipe est encouragée également à poursuivre les interactions avec l'équipe 'Biophysique et Neurosciences Théoriques'.

"Le rapprochement avec un autre chercheur permanent avec un profil de physicien semble utile pour soutenir et pérenniser l'activité prolifique de l'équipe."

Équipe 13 : Micromégas : Nano-Fluidique

Nom du responsable : M. Lydéric Bocquet

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le thème principal de l'équipe est la nanofluidique. L'équipe combine théorie, expérience et simulations numériques pour une grande partie de ses travaux. Un axe majeur de ces travaux concerne les écoulements de l'eau et de solutions ioniques dans des canaux nanométriques obtenus avec des nanotubes de carbone. Un autre thème récent et porté par un nouveau membre de l'équipe concerne la chimie quantique en lien avec les interfaces (eau, métal-organique).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'évaluation précédente de l'équipe émane de l'évaluation du laboratoire de physique statistique qui fait maintenant partie intégrante du LPENS. Les recommandations de ce précédent rapport mentionnaient la taille réduite et critique de l'équipe, le risque, bien que limité, de dispersion compte tenu du grand nombre de projets, et les interactions limitées avec le reste du laboratoire.

L'équipe s'est renforcée en attirant une DR CNRS avec laquelle des collaborations existaient, et qui est maintenant membre du LPENS. De plus, la composition de l'équipe mentionne la présence d'un ingénieur de recherche. Néanmoins et compte tenu de l'activité intense de l'équipe tant en recherche fondamentale qu'en recherche appliquée, le recrutement de nouveaux membres reste d'actualité. Les membres de l'équipe ont des orientations de recherche bien définies et le risque de dispersion reste très limité. Le document d'autoévaluation ne mentionne pas d'interactions avec les autres équipes du laboratoire.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	3
Postdoctorants	4
Doctorants	7
Sous-total personnels non permanents en activité	14
Total personnels	18

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe est très dynamique avec de nombreuses publications dans des journaux de référence, des brevets, des financements européens (une ERC Adv, une ERC Synergy, une ERC Starting, trois FET Open) et nationaux (ANR) ainsi que des distinctions (Académie des Sciences, Collège de France, Médaille d'argent du CNRS). Les résultats scientifiques de l'équipe sur la nano fluidique et sur le transport ionique font référence et sont de très grande qualité. L'équipe est de plus très active pour faire appliquer ses recherches avec la création d'au moins trois start-up.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a développé des expériences à la fois en nano-fluidique et en transport ionique utilisant des nanotubes de carbone et du graphène. Le savoir-faire de cette équipe dans ce domaine a mis en lumière nombre de nouveautés comme l'interaction entre les excitations collectives de l'eau et les plasmons dans le graphite et le graphène donnant lieu à des propriétés inhabituelles de résistance hydrodynamique des écoulements dans des nanocanaux. Ce même savoir-faire a aussi permis à l'équipe de faire des avancées importantes dans le transport d'ions dans des nanocanaux et ouvrant la possibilité d'utiliser ce transport dans la mise en place de synapses artificiels ouvrant la voie à de l'électronique à base d'ions. En plus de ces résultats scientifiques remarquables, l'équipe a déposé plusieurs brevets sur la déposition contrôlée avec une grande résolution spatiale de liquides divers et variés ainsi que le développement d'AFM. La création de quatre startups avec la dernière en date utilisant un brevet récent de l'équipe sur l'impression contrôlée de liquides divers et variés.

Les résultats scientifiques de l'équipe lui permettent de décrocher plusieurs contrats de recherche et notamment au niveau européen ou trois ERC ont été obtenues. L'équipe a donc de nombreux atouts avec son savoir-faire expérimental et théorique, son choix de thème de recherche très porteur à la fois pour le côté fondamental, mais aussi appliqué, et le dynamisme de ses membres qui sont capables de transformer des découvertes de tout premier plan en applications.

Points faibles et risques liés au contexte

Il est clair qu'avec le volume de travaux de cette équipe en recherche fondamentale et appliquée ainsi qu'en contrats, trois chercheurs et un ingénieur de recherche ne sont pas suffisants pour maintenir un rythme aussi important. Le recrutement de jeunes scientifiques sera bénéfique à la fois pour maintenir l'équipe à son plus haut niveau, mais participera aussi à la formation de la nouvelle génération de chercheurs dans le domaine jeune et très prometteur de la nano fluidique.

L'activité de valorisation est actuellement menée par des chercheurs contractuels à durée déterminée. Il serait judicieux, pour solidifier cette activité porteuse de l'équipe, de réfléchir à des moyens pour la pérenniser. Le recrutement d'un ingénieur valorisation au niveau du laboratoire pourrait être un atout majeur.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le paragraphe sur la trajectoire et perspectives de l'équipe mentionne la continuation de ses travaux sur les contributions quantiques à la friction fluide dans des nanocanaux, la poursuite de travaux très récents sur la ionotronique et les synapses artificielles, ainsi que sur la filtration et décontamination de l'eau. Ces directions sont très prometteuses à la fois pour le côté fondamental, mais aussi appliqué.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe est encouragée à continuer son excellente activité scientifique et de valorisation. Alors que l'équipe commence déjà à nouer des liens avec d'autres équipes du laboratoire sur les aspects plasmoniques, Il serait judicieux de continuer à explorer d'autres voies de collaboration au niveau du laboratoire. L'équipe peut aussi faire profiter les autres équipes de son savoir-faire en valorisation.

Équipe 14 : Mécanique, Matière Molle, Morphogénèse

Nom du responsable : M. Etienne Rolley

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe traite de nombreux problèmes principalement en mécanique des fluides et des solides. Les problèmes vont de la physique non linéaire à la géomorphologie. Les membres de l'équipe utilisent des expériences modèles et développent aussi des modèles théoriques couplés à des simulations numériques. L'équipe s'intéresse à des problèmes de cavitation, de mouillage, de mécanique des origamis et du pliage, du transport de particules par des écoulements turbulents, de la dispersion d'agents pathogènes, la géomorphologie etc.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le rapport précédent sur l'activité de l'équipe date de l'époque du laboratoire de Physique statistique. Les recommandations concernaient les interactions avec le reste du laboratoire ainsi que le développement de collaborations au niveau national et international pour assurer le financement de l'équipe. Un risque lié au fait que les membres de l'équipe provenaient de différents instituts ou institutions avait été pointé.

L'équipe fait mention aujourd'hui de plusieurs collaborations nationales et internationales ainsi que de l'obtention de projets ANR ce qui répond à la recommandation. Quant aux interactions avec le reste du laboratoire, le contexte a changé avec la restructuration du département et la fusion de trois laboratoires.

Par contre la situation administrative des membres de l'équipe n'a pas évolué. La situation semble stable même si une majorité des membres sont des enseignants-chercheurs avec de lourdes charges à la fois administratives et pédagogiques.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	9

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe traite une grande variété de problèmes utilisant une combinaison d'expériences, théorie et simulations, et s'intéresse à des problématiques en lien avec les sujets actuels sociétaux. La production de l'équipe est de grande qualité avec des publications à la fois dans les journaux spécialisés et dans des journaux généralistes. L'obtention de plusieurs contrats ANR témoigne de la dynamique de l'équipe ainsi que de sa reconnaissance.

Points forts et possibilités liées au contexte

Une force de cette équipe est la diversité des problématiques traitées qui témoigne d'une grande expertise des membres de l'équipe dans différents domaines de la physique, allant du mouillage à la dispersion turbulente et de la géomorphologie à la mécanique et dynamique de tissus. Les membres de cette équipe ont obtenu des résultats remarquables dans des problématiques variées ouvrant la voie à des perspectives fort intéressantes. Parmi ces résultats on peut citer la dynamique de la réponse intermittente d'un tissu modèle, sa possible prédiction par des réseaux de neurones ainsi que les liens possibles avec les séismes, ce qui ouvre des perspectives intéressantes. D'autres résultats sur la formation de patterns (des rides et des dunes) obtenus par des expériences à des pressions variables ouvrent la voie vers une compréhension de la formation de ce type de rides sur d'autres planètes, et notamment sur Mars. D'autres travaux de l'équipe concernent la ligne de contact en présence de rugosités avec la prise en compte de l'activation thermique, ainsi que la cavitation dans des milieux poreux où le rôle de la courbure des nano bulles lors de la cavitation s'avère crucial.

L'équipe a aussi un intérêt dans des questions de dispersion d'aérosols en lien avec la transmission de maladies (covid) ainsi que les mécanismes sous-jacents à la détermination de la distribution des tailles de gouttes dans les nuages (en lien avec leurs propriétés d'absorption de rayonnement) et dans la pluie ou le brouillard. Les deux questionnements relèvent de la volonté de cette équipe d'aborder des problématiques en lien avec les crises actuelles (Covid, réchauffement climatique).

Points faibles et risques liés au contexte

Une fragilité réside dans le fait qu'une grande partie de l'effectif (4/5) sont des enseignants-chercheurs (deux Pr et deux MCF) avec une charge administrative et pédagogique non négligeable. En conséquence, l'équipe limite son taux d'encadrement (un doctorant par permanent) de façon volontaire, alors que le nombre de sujets poursuivis est grand. On note une absence de postdoctorants, qui pourraient pourtant permettre de renforcer significativement le potentiel de l'équipe.

Par ailleurs, plusieurs des sujets étudiés se retrouvent dans d'autres laboratoires voisins, y compris dans un environnement très proche au sein de PSL. On peut regretter que l'équipe n'ait pas resitué ses travaux par rapport à cet environnement dans son rapport d'activité, surtout que des collaborations fructueuses sont en cours avec différents groupes.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe mentionne plusieurs perspectives et projets. Le premier concerne le problème de nucléation et de cavitation dans les milieux poreux notamment pour le cas où le diamètre critique de nucléation est proche de celui des pores. Le deuxième problème évoqué est celui de la physique des nuages ainsi que l'obtention d'une description suffisamment fine pour être utilisée dans des modèles climatiques. De plus, l'équipe pointe l'utilisation de l'intelligence artificielle dans certains de ces problèmes et évoque un projet financé par l'ANR où l'intelligence artificielle est utilisée pour l'optimisation et le design de médicaments à base d'ARN. Alors que ces perspectives sont une continuation de l'activité de l'équipe, le dernier volet semble nouveau.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe est encouragée à continuer son activité diversifiée et ses nombreux projets.

Il serait souhaitable que l'équipe ait plus d'interactions avec les deux autres équipes du thème fluides et interfaces pour ce qui est du mouillage, de la turbulence et de la dispersion ainsi que des mesures de taux de CO₂ dans les espaces confinés.

Le comité note des rapprochements récents avec l'équipe de physique non linéaire et le partage d'un équipement important pour la mesure de la taille de gouttelettes.

Équipe 15 : Physique Non-Linéaire

Nom du responsable : M. Stephan Fauve

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe travaille sur une multitude de problèmes en physique non linéaire : la turbulence hydrodynamique, la magnétohydrodynamique et l'effet dynamo, la turbulence d'ondes, et les systèmes dissipatifs portés hors équilibre en général.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent rapport datant de la période où l'équipe faisait partie du Laboratoire de Physique statistique faisait mention d'un sentiment d'isolement de l'équipe au niveau du laboratoire. Le rapport encourageait aussi les plus jeunes membres de l'équipe à s'impliquer davantage aux niveaux national et international. Alors que le rapport actuel de l'équipe ne fait pas mention de ces recommandations ni des façons dont elles ont été prises en compte, on peut constater que l'un des membres de l'équipe est l'actuel animateur de l'axe fluides et interfaces ce qui témoigne de l'implication de cette équipe au niveau du laboratoire. De plus les membres de l'équipe sont fortement impliqués dans des projets d'envergure européenne avec le CNES et l'ESA. L'équipe a aussi dirigé un GDRI sur l'effet Dynamo avec plusieurs équipes européennes et américaines. Toutes ces actions importantes témoignent d'une grande implication de l'équipe aux niveaux local, national et international.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	3
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	9
Total personnels	12

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe est reconnue au niveau national et international pour ses travaux en physique non linéaire, en magnétohydrodynamique et en turbulence hydrodynamique et turbulence d'onde. Les travaux de l'équipe sur le retournement de champ magnétique ou d'écoulement moyen en turbulence sont remarquables. Ses travaux sur les flux d'énergie relèvent d'un caractère fondamental et montrent que ce flux peut représenter un paramètre d'ordre intéressant pour caractériser les écoulements en présence d'une force de Coriolis ou pour différents rapports d'aspect. L'équipe attire plusieurs doctorants et a une production scientifique soutenue (autour de 65 publications pour quatre permanents et un membre émérite) dans les journaux de référence du domaine. L'équipe est attractive vis-à-vis des étudiants avec six doctorants actuellement.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les travaux remarquables de l'équipe sur le retournement de champ magnétique ou d'écoulement moyen montrent clairement que la turbulence sous-jacente a un rôle prépondérant sur les propriétés macroscopiques des écoulements. Dernièrement, les travaux de l'équipe sur les propriétés de la turbulence se sont orientés vers l'étude du transfert et flux d'énergie entre l'échelle d'injection et la dissipation. Ce flux à trois dimensions va des grandes aux petites échelles. Par contre et en présence de la force de Coriolis ce flux peut s'inverser à l'image de ce qui est admis pour la turbulence 2D. Ce flux peut d'ailleurs s'annuler pour des échelles plus grandes que les échelles de forçage donnant lieu à une équipartition de l'énergie à très grandes échelles comme montré par les expériences de l'équipe sur la turbulence d'onde. Ces caractérisations et nouvelles découvertes des écoulements turbulents sont d'un intérêt majeur pour les écoulements atmosphériques à grandes échelles. Les travaux de l'équipe sur la magnétohydrodynamique sont aussi d'intérêt pour des problèmes d'astrophysique comme la formation de champs magnétiques des planètes et des étoiles. Des travaux plus récents sur les séismes ont démarré en collaboration avec des géophysiciens (en France et au Japon et soutenue par le programme Hubert Curien) avec l'étude de l'influence d'un forçage basse amplitude et basse fréquence sur les séismes. Un autre volet des activités de l'équipe concerne aussi le taux de CO₂ dans les locaux en lien avec la propagation du Covid. Certains de ses travaux en MHD trouvent aussi des applications pour comprendre les instabilités des pompes à induction électromagnétiques avec le CEA.

L'équipe a un panorama de recherches fondamentales qui est large et présentant un intérêt interdisciplinaire allant de la géophysique aux écoulements planétaires tout en étant d'intérêt pour des problématiques de santé publique ou industrielles.

Points faibles et risques liés au contexte

Il est difficile de pointer des points faibles à ce stade pour une équipe qui a une forte production scientifique, des projets d'intérêt fondamental, interdisciplinaire et sociétal et qui attire des étudiants et des financements. Par contre et vu la nature hautement expérimentale de cette équipe avec un grand besoin pour des montages dédiés et sophistiqués pour des études de mécanique des fluides, le rôle de l'atelier de mécanique ainsi que des techniciens est extrêmement important et la réduction des effectifs n'aide pas et représente un risque pour les activités (en cours et à venir) de l'équipe. Le départ prochain à la retraite d'un membre de l'équipe représente un risque important pour l'équipe qu'il faut dès à présent anticiper et pour lequel une stratégie doit être élaborée au sein de l'équipe et de l'axe, mais aussi au niveau du laboratoire.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe continue ses projets en cours et compte s'investir dans des nouveaux projets et montages pour la turbulence compressible, la turbulence en présence de deux fluides (liquide et bulles) et des tests de certains mécanismes opérant dans la dynamique de cyclones (transformation de chaleur latente en énergie cinétique). Ces nouveaux montages nécessitent un investissement fort sur la partie mécanique et fabrication de nouveaux dispositifs sur mesure et adaptés aux recherches de l'équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

La continuation de l'activité de l'équipe avec des projets fondamentaux et d'intérêt interdisciplinaire est à encourager et soutenir.

Il pourrait être intéressant de se rapprocher de l'équipe Mécanique, Matière Molle, Morphogénèse pour ce qui est des aspects de turbulence et dispersion où les compétences et savoir-faire de l'équipe peuvent être très utiles.

Équipe 16 : Physique Multi-échelles du vivant

Nom du responsable : M. Jean-François Allemand

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Physique s'intéresse à quatre thématiques indépendantes qui se situent à des échelles spatiales différentes : micromanipulation d'acides nucléiques à l'échelle de la molécule unique ; polarité de l'adhésion et comportements collectifs des bactéries dans les biofilms ; comportements collectifs de microalgues, réponse au stress (chimie, lumière); développement et cancer chez les poissons-zèbre, contrôle de l'expression génétique au niveau de la cellule unique.

Les approches ont en commun d'aborder ces questions avec une forte composante physique, et l'équipe mutualise les équipements pour la microscopie, même si les techniques d'analyse et les objets biologiques sont très distincts.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Dans son rapport d'évaluation du LPS en 2018, les recommandations incluaient un effort pour attirer plus d'étudiants. Cette remarque semble toujours d'actualité, avec actuellement moins d'un doctorant ou post-doctorant par permanent. Le rapport d'autoévaluation souligne d'ailleurs ce manque d'attractivité sans réellement proposer de raison ni de solution à ce problème.

Il mentionnait également la possibilité d'un renforcement de la cohésion entre les différentes matières. Or les thématiques de l'équipe se sont encore diversifiées sur la période incluant notamment le nouveau thème de matière active biologique avec le recrutement d'un jeune chercheur.

Enfin, le rapport précédent notait que l'équipe pourrait bénéficier d'interactions plus fortes avec les équipes théoriques du département. Le rapport d'autoévaluation ne mentionne pas d'interaction spécifique avec les théoriciens des équipes 'Biophysique et Neurosciences Théoriques' ou 'Physique Statistique et Inférence pour la Biologie', bien qu'elles semblent exister.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	3
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	6
Total personnels	11

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

La production scientifique de l'équipe est excellente et bien reconnue avec des publications dans des revues de haut niveau généralistes ou à l'interface physique-biologie. Ceci est vrai pour les quatre thèmes de l'équipe.

Les collaborations avec les autres Départements de l'ENS (Biologie, Chimie) sont présentes ainsi que de nombreuses collaborations internationales.

On note une forte implication des différents membres de l'équipe dans l'enseignement ou les responsabilités collectives, ce qui est en soit un point très positif, mais qui couplé à des départs en retraite à venir pourrait aussi à moyen terme pénaliser l'équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le développement de systèmes de manipulation de longues molécules uniques d'ARN est un axe fort de l'équipe qui la maintient comme un des leaders dans le domaine des molécules uniques, avec de nombreuses collaborations.

Les activités autour de la dynamique de protéines dans la membrane externe d'une bactérie unique, le rôle de la polarité dans l'adhésion des bactéries, ou encore les interactions hôte-pathogène sont bien développées et constituent une base solide pour poursuivre l'étude des contraintes physiques de formation de micro-colonies.

L'étude de la phototaxie des microalgues, initiée et développée sur la période, renouvelle les activités de l'équipe tout en renforçant les études de l'équipe à l'échelle de la cellule unique et en contribuant à l'étude des effets collectifs dans les micro-organismes. Cette thématique est très dynamique. En particulier, la mise en évidence d'un couplage entre les fluctuations de densité des algues et l'absorption de la lumière qui génère un motif lié au signe de la phototaxie est un résultat marquant et ouvre de nombreuses perspectives d'études pour l'équipe.

La nouvelle méthode d'optogénétique développée par un membre de l'équipe permet d'induire le cancer avec une forte probabilité au niveau de la cellule unique. Les résultats permettent d'envisager l'étude des toutes premières phases de la croissance tumorale dans un organisme (poisson-zèbre) et constituent sans aucun doute un point fort, que ce soit pour répondre à des questions très fondamentales en biologie, ou pour l'application potentielle en criblage de molécules à visée thérapeutique.

Points faibles et risques liés au contexte

Chaque thématique portée par l'équipe aborde des questions fondamentales à fort potentiel, mais on peut regretter le manque apparent de synergie entre ces thèmes.

Le ratio non permanents/permanents est inférieur à ce qui semble nécessaire pour soutenir ces activités de recherche variées.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe prévoit de poursuivre ses activités de manière indépendante dans les quatre thématiques actuelles. Les perspectives de chaque thème sont riches et à soutenir.

Le rapport d'autoévaluation signale le départ à la retraite des deux fondateurs de l'équipe dans un avenir proche, ce qui aura très certainement un fort impact sur l'organisation de cette équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe 'Physique multi-échelle du vivant' de poursuivre sa dynamique de recherche au premier plan international dans toutes ses thématiques. L'équipe est également encouragée à poursuivre et amplifier les interactions entre ses thèmes.

Équipe 17 : Mécanismes Moléculaires Membranaires

Nom des responsables : Mme Christine Gourier & M. Frédéric Pincet

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe centre ses activités de recherche sur l'étude de la dynamique de remodelage des membranes lipidiques dans un contexte cellulaire. Les questions biologiques incluent les mécanismes de fusion de membrane dans la transmission synaptique, et la fécondation chez les mammifères ou dans l'organisation de l'appareil de Golgi. Les approches utilisées combinent des outils de micromanipulation à l'échelle de la molécule unique, de micro-fluidique, d'électrophysiologie ou de biologie cellulaire.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le rapport précédent d'évaluation du LPS en 2018 incitait l'équipe à plus d'interactions au sein du laboratoire en particulier de collaborations avec des théoriciens pour renforcer la portée des résultats expérimentaux. Le présent rapport mentionne brièvement des collaborations avec des théoriciens du LPENS (et à l'étranger) sans plus de détails sur le contenu de ces interactions ou des productions associées.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	2
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	0
Doctorants	7
Sous-total personnels non permanents en activité	7
Total personnels	9

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe possède un large spectre de techniques expérimentales qui lui permet d'aborder des questions fondamentales d'organisation, de fusion et remaniement des membranes dans un contexte cellulaire à plusieurs niveaux : structural, énergétique ou dynamique. Les publications à la fois dans des journaux généralistes, mais aussi plus spécialisés, tout comme ses succès pour obtenir des contrats (un ERC et un ERC Synergy, contrats avec l'industrie pharmaceutique) témoignent de son dynamisme.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les travaux de l'équipe sur la fusion membranaire sont solides et reconnus depuis de nombreuses années comme en attestent sa production scientifique et ses nombreuses collaborations internationales. Ces collaborations l'ont conduite, par exemple, à obtenir une ERC Synergy Grant sur la thématique de l'auto-organisation de l'appareil de Golgi. Le projet basé sur l'hypothèse considérant que l'auto-organisation des protéines spécifiques de l'appareil de Golgi (*Liquid-liquid phase separation*) dicte la structuration des compartiments membranaires de manière similaire à un cristal liquide 2D dans le système ER/Golgi est ambitieux et ouvre des perspectives à la fois en physique et en biologie.

Points faibles et risques liés au contexte

Le rapport mentionne que les développements et maintien des outils expérimentaux sur lesquels se basent tous les travaux de l'équipe nécessitent ~400 k€ par an, rendant leur activité de recherche très dépendante des financements de type ANR ou ERC ou de contrats avec l'industrie pharmaceutique. Le maintien d'un tel niveau de financement est sans doute le défi principal pour l'équipe dans les prochaines années.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Au-delà de la poursuite naturelle des recherches dans les directions actuelles, on aurait aimé connaître les axes futurs et perspectives de recrutement de l'équipe. On peut regretter le paragraphe peu développé dans le rapport d'autoévaluation.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe est encouragée à poursuivre son activité de recherche fondamentale de très haut niveau. On pourrait toutefois souhaiter plus d'interactions avec l'équipe 'Microfluidique, émulsion et biologie' autour de la thématique des lipides/membranes ou avec les théoriciens de l'équipe 'Biophysique et neurosciences théoriques' pour la modélisation.

Équipe 18 : Systèmes Classiques ou Quantiques en Interaction

Nom du responsable : M. Kris Van Houcke

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe se concentre sur une plage assez large de problèmes en physique des systèmes complexes classiques et quantiques, utilisant un mélange de méthodes théoriques, numériques et plus récemment aussi expérimentales. Il existe un recouvrement thématique avec l'équipe 4 (fluctuations, corrélations et information). Les thèmes principaux incluent les fluides quantiques et plusieurs aspects de la mécanique statistique hors équilibre.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le rapport précédent avait recommandé de développer une stratégie plus intégrée des projets, avec priorité mise sur le recrutement, la promotion et le développement d'une stratégie d'équipe, afin d'obtenir une plus grande cohérence. Ces recommandations ont été prises en compte par l'équipe, qui continue de se soucier du renouvellement du personnel et de l'intégration thématique des initiatives de recherche à l'intérieur du groupe. L'arrivée d'un sous-groupe plus expérimental offre quelques opportunités intéressantes de ce point de vue, mais représente également un défi de maintien de la cohérence et des capacités collaboratives au sein de l'équipe.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	3
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	7
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	11

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe se compose d'un groupe de chercheurs de haute réputation internationale, composée de chercheurs à la distribution d'âges assez large, mais ayant tous un bilan de productivité et de créativité bien établi. Malgré le mélange de méthodes et d'approches différentes, une cohésion thématique suffisamment convaincante est visible.

Points forts et possibilités liées au contexte

La plus grande force de l'axe se retrouve dans la composition de l'équipe, et dans la diversité des méthodes utilisées, qui bénéficient d'une large plage de possibilités d'application, mais se recouvrent suffisamment pour faciliter les collaborations. Une caractéristique de l'équipe est de savoir s'adapter aux thèmes de recherche innovants étant apparus ces dernières années, et de savoir faire le lien avec la physique expérimentale et celle des hautes énergies, tout en conservant une attention créative sur les problèmes plus traditionnels du domaine.

Points faibles et risques liés au contexte

Au niveau scientifique, l'hétérogénéité des directions de recherche, ainsi que l'initiation récente d'une branche plus expérimentale, portent un risque de voir se développer un certain manque de cohésion interne. Les directions choisies par les chercheurs individuels recoupent des axes de recherche manifestement très actifs au niveau international, et en poursuivant cette compétition, l'équipe court le risque de se scinder en sous-équipes plus spécialisées et donc au recoupement thématique plus limité. Afin d'éviter ceci, il faudra faire bien attention de savoir préserver et exploiter la synergie naturelle qui existe actuellement au sein de l'équipe.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le plus grand point d'attention demeure la pyramide d'âge du groupe, dont certains membres sont déjà émérites et d'autres s'approchant de la retraite dans un avenir plus ou moins rapproché, ce qui posera un défi substantiel de renouvellement. Comme l'équipe l'écrit dans le rapport, il faudra maintenir une attention toute particulière sur ce point, afin d'éviter une dissolution ou réorientation inopportune dans l'avenir.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Miser sur le recrutement de talents prometteurs afin de bien couvrir le côté purement théorique de l'équipe. Continuer à capitaliser sur les thématiques de recherche choisies (qui ont une valeur assurée dans les prochaines années), tout en les adaptant si besoin aux priorités émergentes au niveau international. Assurer la continuité et l'exploitation des synergies présentes au sein de l'équipe, mais aussi plus largement à l'intérieur de l'axe.

Équipe 19 : Matière Cellulaire Active

Nom des responsables : Mme Julie Plastino & Mme Cécile Sykes

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités historiques de l'équipe concernent la dynamique de l'actine avec des outils biophysique et en particulier avec des systèmes biomimétiques. À son arrivée, l'équipe s'est focalisée sur le rôle du cytosquelette dans la translocation nucléaire. Les approches sont basées sur des outils physiques et biophysiques quantitatifs liés à des modélisations physiques.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Il s'agit d'une nouvelle équipe arrivée en 2021.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	2
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	3
Total personnels	5

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe est récente, formée par l'arrivée de deux chercheuses permanentes par mutation en 2021. Elle apporte une nouvelle thématique autour de la translocation du noyau dans le contexte de la motilité cellulaire eucaryote, thématique où l'équipe est reconnue internationalement, comme en attestent l'excellent niveau de publications et les nombreux financements de l'équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

Il s'agit d'une nouvelle expertise qui arrive dans le département, avec des méthodes expérimentales nouvelles, de nouvelles collaborations. L'équipe est reconnue internationalement, et a su développer un projet de recherche construit sur leurs points forts et incluant des expériences *in vitro* à l'échelle de la cellule unique et *in vivo* dans le système modèle *C. Elegans*, ce qui constitue une approche unique et originale sur ces questions.

Points faibles et risques liés au contexte

Il s'agit d'une petite équipe de deux chercheuses permanentes, qui doit rester attractive envers les non-permanents pour maintenir une taille critique suffisante à son indépendance.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le projet est clair, bien défini, dans la perspective des activités de recherche de haut niveau précédentes. L'équipe a clairement des atouts pour se maintenir au plus haut niveau dans une thématique très compétitive.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe "Matière active cellulaire" de poursuivre avec le même dynamisme et au plus haut niveau international, ses recherches originales aux perspectives riches. L'équipe est encouragée à maintenir ses collaborations internationales existantes, et poursuivre la construction d'interactions locales au sein de l'axe biophysique (expérience et théorie).

Équipe 20 : Cosmologie et Gravitation

Nom du responsable : M. Cédric Deffayet

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités scientifiques de l'équipe portent principalement sur la cosmologie (formation des trous noirs primordiaux, inflation stochastique) et les théories modifiées de la gravitation (théories scalar-tensor, ghosts). Les deux membres de cette équipe sont des chercheurs bien-intégrés dans leurs communautés, et collaborent activement avec de nombreux chercheurs en France et à l'international.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Il s'agit d'une nouvelle équipe.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	2
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	1
Sous-total personnels non permanents en activité	1
Total personnels	3

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe est très récente avec une création en juillet 2022. Ses deux chercheurs permanents sont arrivés au LPENS par mutation, motivés par les expertises présentées dans le laboratoire. Les membres de l'équipe maintiennent des collaborations fructueuses avec plusieurs chercheurs extérieurs, et un programme de visiteurs impliquant des chercheurs de la région Parisienne.

L'équipe a une volonté de croissance et d'approfondissement des collaborations avec les autres chercheurs de l'axe Astrophysique et de l'axe Interactions Fondamentales.

Elle contribue activement à l'enseignement, surtout pour une équipe sans enseignant-chercheur, et à la diffusion des connaissances auprès du grand public et des scolaires.

Points forts et possibilités liées au contexte

Des liens sont établis avec l'axe Interactions Fondamentales qui est impliqué dans le "Grand Programme de Recherche de PSL" fédérant l'Observatoire de Paris, l'axe Astrophysique et un groupe de l'axe Interactions Fondamentales.

L'effort consenti pour s'engager dans l'enseignement, alors que l'équipe ne comporte pas d'enseignants-chercheurs, est un atout pour attirer des étudiants.

Points faibles et risques liés au contexte

La faiblesse de cette équipe est son effectif, compensé par des collaborations fructueuses avec des scientifiques au dehors du LPENS.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe souhaite développer ses activités vers la cosmologie ainsi que sur la gravitation en mettant l'accent sur les ondes gravitationnelles.

L'équipe est proactive pour trouver des candidats aux futurs concours de recrutements et elle nourrit des espoirs de mobilité de chercheurs permanents.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Cette équipe a été créée avec l'objectif de créer des ponts et de nouvelles collaborations entre divers sujets d'excellence du LPENS. Pour qu'elle assume ce rôle, elle doit s'attacher à rester ouverte à des thématiques diverses et profiter des opportunités scientifiques liées à sa présence au sein du LPENS.

L'équipe a le potentiel pour attirer de nouveaux membres d'excellent niveau scientifique. Il est important que ces développements se fassent dans l'esprit de renforcer les interactions au sein du LPENS.

Équipe 21 : Circuits Quantiques Hybrides

Nom du responsable : M. Takis Kontos

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe a fait partie de l'équipe Physique Mésoscopique jusqu'à fin 2022. Elle s'est constituée en équipe indépendante depuis et a intégré une chercheuse venant de l'équipe Théorie de la Matière Condensée. L'équipe s'intéresse à l'étude de plusieurs types de systèmes quantiques hybrides (états topologiques de Majorana, circuits hybrides en cavité)

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Cette équipe n'existait pas lors du précédent rapport.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	3
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Postdoctorants	0
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	5
Total personnels	8

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Cette équipe est composée de trois permanents (deux DR CNRS et un MCF). Bien que l'équipe n'ait pas vraiment rédigé un bilan synthétique dans le dossier d'autoévaluation, il est possible de reconstituer celui-ci à partir des éléments fournis par l'unité.

L'équipe a obtenu de très grand succès au cours de la période analysée, tant sur le plan scientifique que dans le domaine de la valorisation. La trajectoire présentée est équilibrée entre la collaboration avec la start-up C12 récemment créée et des travaux récemment initiés et particulièrement audacieux.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a obtenu des succès très importants pendant la période analysée. La production scientifique est particulièrement remarquable, la plupart du temps dans des journaux à très fort impact scientifique. L'équipe a publié à la fois sur ses sujets propres, mais aussi en collaboration interne avec d'autres équipes de l'axe quantique ou bien encore en collaboration internationale avec des équipes très renommées.

L'équipe a aussi déposé deux brevets pendant la période dont un a fait l'objet d'une valorisation avec la création, en 2020, de la start-up C12 Quantum Electronics qui est depuis lors fortement montée en puissance (25 employés).

La formation doctorale est aussi très importante. Ces activités ont été régulièrement soutenues soit au niveau européen (une ERC PoC), soit au niveau national (ANR ou PIA) ou local (Émergence).

Points faibles et risques liés au contexte

La faible taille de l'équipe peut être vue comme une faiblesse potentielle, en particulier dans le contexte de la création de start-up qui pourrait lui imposer à terme un renouvellement thématique. La trajectoire présentée par l'équipe montre néanmoins que ce risque a commencé à être appréhendé. Paradoxalement, un autre risque (lui aussi lié au succès de l'équipe) est que la rapide montée en puissance de la startup C12 peut la placer en situation de concurrence avec l'équipe, en particulier pour le recrutement de postdoctorants compte tenu de la taille limitée du vivier.

Les motivations avancées pour être devenu une équipe indépendante depuis fin 2022 sont difficiles à comprendre, les personnels ne semblant pas avoir manqué d'indépendance par le passé pour conduire leurs travaux. L'impact de cette transformation pour l'axe quantique et plus généralement l'unité risque de s'avérer plus contraignant que bénéfique, compte tenu de l'hétérogénéité en taille d'équipes importante qui en résulte au sein de l'axe. Par ailleurs, l'équipe fait état de plusieurs collaborations au sein de l'axe quantique avec d'autres équipes (Quantic, Nano THz) qui ont de fait conduit à des publications communes dans la période analysée. Ces liens pourraient constituer un élément de réflexion afin que l'axe quantique envisage de se structurer de manière plus homogène et lisible.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe présente une trajectoire qui se décompose en deux directions principales. D'une part, elle souhaite poursuivre ses travaux sur les circuits quantiques à cavités en collaboration avec la start-up C12. Il conviendra de bien définir les objectifs de chacun autour de ces travaux.

En parallèle, l'équipe souhaite explorer l'étude de la matière topologique en utilisant des nanotubes de carbones couplés à des textures magnétiques et connectés à des supraconducteurs. Ces travaux ont déjà été initiés ainsi que des collaborations pertinentes qui ont conduit à un projet ANR en cours.

Par ailleurs, l'équipe a démarré une activité sur la détection quantique de la matière noire qui est amenée à prendre une place importante dans le futur.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe gagnerait sûrement à structurer ses relations scientifiques futures avec C12, par exemple sous la forme d'un laboratoire commun.

Équipe 22 : Quantic
 Nom du responsable : M. Zaki Leghtas

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe travaille sur les circuits quantiques à base de jonctions supraconductrices avec un focus sur l'obtention de qbits plus robustes à la décohérence, appelés qbits de chat. L'équipe au LPENS fait partie d'une entité plus grande associant les Mines de Paris et Inria, et est en relation étroite avec la start-up Alice&Bob. La partie expérimentale du projet Quantic est localisée à l'ENS et repose sur un savoir-faire de très haut niveau et un équipement de pointe dans le domaine des jonctions et circuits de jonctions Josephson à très basse température.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le rapport précédent avait été écrit dans un contexte différent, où les membres de cette équipe Quantic faisaient partie d'une équipe plus grosse, dont le thème était la physique Mésoscopique. Aucune recommandation n'était émise en particulier pour ce thème. L'équipe a été créée très récemment (2022)

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	2
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	7
Total personnels	9

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

La proposition des Qbits de chat est très forte et extrêmement prometteuse pour l'information quantique afin de simplifier les codes correcteurs d'erreur en réduisant la décohérence. Le lien avec une start-up (Alice & Bob) témoigne de ce potentiel applicatif. La production scientifique est abondante, surtout eu égard à la taille réduite de l'équipe. Il ne faut, cependant, pas oublier que l'équipe Quantic réelle est nettement plus grosse car délocalisée dans deux autres entités (Mines et INRIA), non évaluées ici. L'équipe est bien financée, à nouveau au sein de l'équipe Quantic globale. On a l'impression que les liens avec l'équipe Quantic globale sont actuellement plus forts que ceux au sein de LPENS.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le positionnement scientifique sur les qbits de chat et l'application de ce concept dans la start-up Alice & Bob sont des éléments actuels extrêmement porteurs et génère un grand dynamisme aussi bien intellectuel que contractuel. Un grand nombre d'étudiants en thèse, notamment grâce à la start up Alice & Bob, renforcent cette équipe.

Points faibles et risques liés au contexte

Les liens de cette équipe au sein de LPENS semblent actuellement distendus par la forte interaction au sein du projet Qnantic avec les Mines et Inria. Les moyens techniques de la salle blanche semblent insuffisants pour les objectifs de l'équipe. L'équipe étant de taille réduite, on peut, dans ce contexte, se demander quel sera son avenir à moyen et long terme.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe s'efforce d'accompagner la mise en œuvre industrielle des concepts développés pour l'information quantique grâce à la start-up Alice & Bob. Cependant, des sujets de ressourcement importants existent au sein de l'équipe, certains prolongeant les qbits de chat, d'autres allant dans d'autres directions, mais toujours en continuité avec le grand savoir-faire actuel. C'est donc un projet très pertinent.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Les liens thématiques avec l'équipe Hybrid Quantum Circuits sont forts et l'existence de deux équipes séparées ne reflète pas la réalité scientifique. L'équipe Qnantic est encouragée à cultiver et enrichir les relations entre ces deux équipes.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 02 octobre 2023 à 08h30

Fin : 04 octobre 2023 à 17h00

Entretiens réalisés : en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Lundi 2 octobre 2023

08h45 – 09h00	Présentation du comité et du programme	Salle Jean Jaurès	Tout le personnel + représentants des tutelles (1)
09h00 – 10h00	Présentation du directeur (J-M. Berroir)		
10h00 – 10h30	Questions du comité et échange		
10h30-11h00	<i>Huis-clos et pause</i>		
11h00 – 12h30	Axe Physique Statistique 11h00-11h20 : Présentation de l'axe par Jesper Jacobsen 11h20-11h40 : Adam Nahum <i>Statistical mechanics of measurement phase transitions</i> 11h40-12h00 : Yifei He <i>Bootstrapping quantum field theories</i> 12h00-12h30 : Discussion avec le comité		Permanents de l'axe
15'	<i>Huis-clos du comité</i>		
Pause déjeuner	Plateaux-repas		
14h00– 15h30	Axe Fluides et Interfaces 14h00-14h20 : Présentation de l'axe par François Pétrélis 14h20-14h40 : Marie-Laure Bocquet <i>Interface réactives en Nanofluidique : apports des simulations quantiques</i> 14h40-15h00 : Frédéric L'échenault <i>Memory and computations in model amorphous materials</i> 15h00-15h30 : Discussion avec le comité	Conf IV	Permanents de l'axe
15'	<i>huis-clos du comité ou pause</i>		
15h45-16h30	Échange comité – PAR (ITA/BIATSS/CDD/CDI)		ITA + ITRF + CDD IT *
16h30 - 18h00	Visites d'expériences, équipements ou des services techniques par le comité réparti en sous-groupes		

Mardi 3 octobre

09h00 – 10h30	Axe Biophysique 09h00-09h20 : Présentation de l'axe par A.R. Thiam 09h20-09h40 : Raphaël Jeanneret <i>Collective phenomena in active micro-algal suspension</i> 09h40-10h00 : Julie Plastino <i>Cytoskeletal force transduction to the cell nucleus</i> 10h00-10h30 : Discussion avec le comité	Conf IV	Permanents de l'axe
30'	<i>Huis-clos et pause</i>		
11h00 – 12h30	Axe Matériaux et Dispositifs Quantiques 11h00-11h20 : Présentation de l'axe par Yanko Todorov 11h20-11h40 : Nicolas Regnault <i>From databases to moiré: a new era for topological materials</i> 11h40-12h00 : Gerbold Ménard <i>Magnetoplasmonic microwave Hall resonators</i> 12h00-12h30 : Discussion avec le comité		Permanents de l'axe
15'	<i>Huis-clos du comité</i>		
Pause déjeuner	Buffet - posters	Hall 24	
14h00– 15h30	Axe Astrophysique 14h00-14h20 : Présentation de l'axe par François Boulanger 14h20-14h40 : Cédric Defhayet <i>Modifying and testing Gravity in Cosmology and Astrophysics</i> 14h40-15h00 : Erwan Allys <i>Astrophysics and data science at LPENS</i> 15h00-15h30 : Discussion avec le comité	Conf IV	Permanents de l'axe
15'	<i>Huis-clos du comité ou pause</i>		
15h45-16h30	Échange comité – C/EC		Chercheurs et enseignants-chercheurs*
16h30 - 18h00	Visites d'expériences, équipements ou des services techniques par le comité réparti en sous-groupes		

* sauf membres de l'équipe de direction

Mercredi 4 octobre 2023

09h00 – 10h30	Axe Interactions Fondamentales 09h00-09h20 : Présentation de l'axe par Giuseppe Policastro 09h20-09h40 : Kallia Petraki <i>Astroparticle physics at LPENS</i> 09h40-10h00 : Benjamin Basso <i>Integrable methods in planar conformal field theories</i> 10h00-10h30 : Discussion avec le comité	Conf IV	Permanents de l'axe
30'	<i>Huis-clos et pause</i>		
11h00 – 11h45	Échange comité – doctorants et postdocs		Doctorants et postdoctorants
11h45-12h30	Échange comité-tutelles		Représentants des tutelles (2)
15'	<i>Huis-clos du comité</i>		
Pause déjeuner	Plateaux-repas		
14h00 – 15h00	Échange comité – direction actuelle et future direction		Direction
15h00 – 17h00	<i>Pause, huis-clos du comité, travail du comité</i>		

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Arnaud TOURIN

Vice-président recherche, sciences et société

+33 1 80 48 59 13
arnaud.tourin@psl.eu

Paris, le 1^{er} février 2024

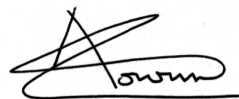
M. Eric SAINT-AMAN
Directeur
Département d'évaluation de la recherche
HCÉRES

Référence : DER-PUR250024260 - LPENS - Laboratoire de physique de l'ENS.

Monsieur le Directeur,

Les tutelles du LPENS remercient chaleureusement l'ensemble des experts du Comité pour leur travail d'évaluation. Elles n'ont pas d'observations de portée générale à formuler sur leur rapport.

Je vous prie de recevoir, Monsieur le Directeur, mes plus cordiales salutations.



Arnaud Tourin

Les rapports d'évaluation du Hcéres
sont consultables en ligne : www.hceres.fr

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



2 rue Albert Einstein
75013 Paris, France
T.33 (0)1 55 55 60 10

hceres.fr

 [@Hceres_](https://twitter.com/Hceres_)

 [Hcéres](https://www.youtube.com/Hceres)