

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

Institut Langevin - Ondes et Images

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris – Université Paris Sciences & Lettres - ESPCI Paris-PSL

Centre national de la recherche scientifique - CNRS

Université Paris Cité

Sorbonne Université

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2023-2024
VAGUE D

Rapport publié le 01/03/2024



Au nom du comité d'experts :

Vincent Laude, 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. Vincent Laude, CNRS, Besançon
	M. Marc Brunel, Université de Rennes 1
	M. Jean-Luc Moncel, CNRS, Palaiseau (représentant du CoNRS)
Expert(e)s :	Mme Catherine Potel, Le Mans Université (représentante du CNU)
	M. Hervé Rigneault, CNRS, Marseille
	M. Willy Supatto, CNRS, Palaiseau

REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Laurence Pruvost

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

M. Costantino Creton, ESPCI Paris-PSL
Mme Maria-Pilar Bernal Artajona, CNRS
M. Laurent Royon, Université Paris Cité

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Institut Langevin - Ondes et Images
- Acronyme : Institut Langevin
- Label et numéro : UMR7587
- Nombre de thèmes : 3
- Composition de l'équipe de direction : M. Yannick De Wilde (DU) et M. Julien De Rosny (DU adjoint)

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST5 : Sciences pour l'ingénieur

ST2 : Physique

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

La thématique centrale de l'unité concerne la physique des ondes et ses applications. L'unité est structurée en trois thèmes : Ondes acoustiques et électromagnétiques en milieux complexes (OMC) ; Physique sub-longueur d'onde (SWAP) ; Nouveaux concepts pour l'imagerie et la détection (NCIS). Ces thèmes couvrent globalement un champ très large, incluant le contrôle des fronts d'onde, l'imagerie multi-onde mettant en jeu des interactions optiques - acoustiques - mécaniques ou se basant sur le bruit ambiant, la super-résolution, la nanophotonique, le champ proche, les antennes, les ondes guidées et les métamatériaux.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'Institut Langevin Ondes et Images a été créé le 1^{er} janvier 2009. Il est issu du rapprochement du laboratoire Ondes et Acoustique (ESPCI, LOA, UMR CNRS 7587, université Paris Diderot) et du Laboratoire d'Optique Physique (LOP) de l'ESPCI qui était une composante du Laboratoire Photons et Matière (UPR CNRS A005, INSERM, UPMC). L'Institut Langevin Ondes et Images est une unité mixte de recherche (UMR 7587) de l'ESPCI Paris (composante de l'université PSL - Paris Sciences & Lettres) et du CNRS ; université Paris Cité et Sorbonne université sont tutelles secondaires.

M. Arnaud Tourin était directeur de l'unité lors des quinquennats qui ont débuté respectivement en 2014 et en 2019. M. Yannick De Wilde est directeur d'unité depuis début 2023 et M. Julien de Rosny est directeur-adjoint depuis septembre 2023.

L'Institut Langevin Ondes et Images est hébergé depuis 2012 dans les locaux de l'Institut de Physique du Globe de Paris - IPGP, 1, rue Jussieu, 75238 Paris cedex. Il doit déménager au plus tôt début 2026 sur le site principal de l'ESPCI Paris-PSL, 10 rue Vauquelin 75005 Paris.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'unité de recherche est impliquée dans différentes structures de coordination et de recherche qui ont un fort impact sur son fonctionnement.

Le labex Wifi Waves and Imaging, lancé en 2011, prolongé en 2019, s'achèvera fin 2024. Ce labex, doté au total de 11 M€, a permis la création d'un pôle innovation au sein de l'UMR en 2012, pôle qui est piloté par une juriste.

L'unité fait partie de l'université PSL à travers sa tutelle hébergeante, l'ESPCI. Créée en 2010, l'université PSL a été labellisée idex en 2011. La dotation idex lui a été définitivement dévolue en 2020.

L'unité a répondu récemment à un appel pour les grands programmes de recherche de l'université PSL pour la période 2025-2029 ; le projet SMARTWAVE, obtenu dans ce cadre, est coordonné par un membre de l'unité de recherche.

L'unité de recherche participe activement à travers ses membres à plusieurs GDR du CNRS, dont le GDR Complexe et le GDR Ondes.

L'unité de recherche est impliquée dans des domaines de recherche et d'innovation de la région Île-de-France.

L'unité fait partie de l'École Doctorale 564 Physique en Île-de-France ; elle participe au programme gradué de physique de l'université PSL. L'ESPCI qui est une école d'ingénieurs constitue un fort réservoir d'étudiants pour les thèses et stages.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	8
Maitres de conférences et assimilés	8
Directeurs de recherche et assimilés	5
Chargés de recherche et assimilés	11
Personnels d'appui à la recherche	11
Sous-total personnels permanents en activité	43
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	8
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	16
Doctorants	37
Sous-total personnels non permanents en activité	61
Total personnels	104

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		15	8
ESPCI Paris-PSL	10		3
Université Paris Cité	3		
Sorbonne Université	2		
Autres	1		
Total personnels	16	15	11

AVIS GLOBAL

L'Institut Langevin Ondes et Images est une unité mixte de recherche qui se consacre à l'étude des ondes, sous toutes leurs formes, et qui couvre un continuum allant des propriétés fondamentales jusqu'aux applications et à l'innovation. Une originalité fondatrice est de considérer conjointement ondes acoustiques et optiques, ainsi que leurs interactions, dans tous les développements théoriques et expérimentaux. Ce positionnement scientifique est unique dans le paysage national et assure à l'unité une visibilité internationale de premier plan.

En dépit de sa taille moyenne, - une centaine de membres - le rayonnement et l'impact de l'unité sont remarquables. Le bilan des productions scientifiques durant la période d'évaluation est remarquable, autant par sa qualité que par sa quantité, et associe tous les personnels de l'unité.

Le bilan concernant la valorisation est exceptionnel, puisque 90 % du portefeuille de brevets est exploité, trois entreprises ont été créées et cinq projets de startups sont en cours. Ces succès reposent sur le pôle innovation qu'il est essentiel de pérenniser.

L'unité est bien structurée et animée transversalement, ses différents thèmes de recherche étant naturellement décloisonnés et sources de fertilité croisée. Elle exploite adéquatement ses ressources humaines et financières. Elle sait se positionner et influencer sur son environnement immédiat. Ses personnels affichent un fort sentiment d'appartenance et l'unité est attractive, notamment au niveau local.

La trajectoire de l'unité a été préparée avec soin et associe de jeunes chercheurs dans la conduite des nouveaux thèmes qui ont été définis collectivement.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent rapport recommandait la poursuite du dynamisme dans la production scientifique, mais également dans le rayonnement scientifique du laboratoire. Cette recommandation a été bien suivie, comme l'attestent les nombreuses communications invitées et les écoles thématiques organisées par l'unité.

Il était recommandé de veiller à ce que l'autonomie des plus jeunes soit assurée. L'organisation d'événements par ceux-ci, mais également l'émergence de nouveaux porteurs de projets et d'axes de recherches dans la trajectoire montrent que cet objectif a bien été pris en compte.

Il était recommandé de veiller à ce que le fonctionnement en structure horizontale et flexible ne nuise pas à l'identification propre des permanents, dont la reconnaissance scientifique est un élément important de leur carrière. L'obtention de quatre nouvelles habilitations à diriger des recherches prouve que la recommandation a bien été prise en compte.

Il était suggéré d'organiser une animation individuelle des thèmes de recherche de façon plus systématique, sans pour autant nuire à l'ouverture aux autres thèmes. Cette suggestion semble avoir été peu suivie d'effet au cours de la période d'évaluation.

Il était observé que l'unité risquait de souffrir d'un confort financier bien moindre avec l'arrêt du labex WIFI, qui était un élément déterminant au soutien des projets de valorisation. La prolongation du labex jusqu'à fin 2024 et le portage par l'unité du projet pluridisciplinaire SMARTWAVE en réponse à l'AMI Grands Programmes de l'université PSL montrent les efforts importants qui ont été consentis.

Le précédent rapport recommandait une vigilance sur l'évolution de carrière des ITA et des enseignants-chercheurs, le rétablissement de l'accès à un service en mécanique, ainsi que la pérennisation de l'organisation de la gestion administrative tout comme du pôle innovation. Tous ces points ont été pris en compte dans la limite des moyens de l'unité.

Le précédent rapport soulignait la nécessité d'un plus grand équilibre hommes/femmes parmi les chercheurs et enseignants-chercheurs. En réponse, l'unité a désigné une correspondante et un correspondant égalité femme/homme. La réflexion sur les moyens qui pourraient être mis en œuvre doit être poursuivie.

Il était recommandé de développer les moyens techniques en biologie. Pour y répondre, le financement d'un espace de culture cellulaire a été assuré grâce au labex WIFI.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'unité est parfaitement positionnée dans le domaine de la physique des ondes et de leurs applications. Elle couvre très largement ce champ thématique dont elle est un fleuron national. En plus des aspects scientifiques, l'unité accorde une grande importance à l'innovation. Pour son recrutement doctoral, l'unité s'appuie fortement sur le vivier des grandes écoles de son domaine, en particulier l'ESPCI Paris-PSL et l'Institut d'Optique - Graduate School. Son fonctionnement scientifique est décloisonné, chacun des membres de l'unité pouvant s'impliquer dans les thèmes définis collectivement. L'unité collabore avec des partenaires français et internationaux de renom.

Appréciation sur les ressources de l'unité

L'unité possède des ressources propres significatives obtenues grâce à ses succès aux appels de l'ANR et au labex WIFI, mais également grâce à de nombreux partenariats industriels avec ses start-ups comme des groupes extérieurs. Hormis l'ERC REMINISCENCE, les financements européens sont en comparaison plus modestes. Le soutien de base annuel reçu des tutelles est de l'ordre de 343 k€. Ce soutien de base est utilisé adéquatement pour les abonnements logiciels scientifiques, le fonctionnement basique de la recherche et ainsi que celui des équipements mutualisés par l'unité. Les locaux actuels sont relativement exigus mais exploités pleinement (2 200 m²). Un déménagement vers le site de l'ESPCI Paris-PSL est prévu prochainement et devrait permettre d'améliorer cette situation.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'unité mène une politique de ressources humaines volontaire et cohérente. Un COREGAL a été créé au cours de la période d'évaluation et des premières mesures ont été définies. Le règlement intérieur est complet. L'accueil des nouveaux personnels bien assuré et formalisé dans le cadre d'une procédure. La sécurité des locaux et des personnels est assurée par la tutelle ESPCI Paris-PSL et l'hébergeur IPGP. Elle est complétée par les deux assistants de prévention de l'unité. La sécurité informatique est assurée par l'ESPCI Paris-PSL. Deux CSSI sont désignés par l'unité, dont un est chercheur CNRS. La valorisation des résultats de la recherche est assurée dans le cadre du labex WIFI et du pôle Innovation de l'unité. La protection industrielle est assurée dans le cadre défini par les tutelles.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Les objectifs scientifiques que l'unité s'est fixée sont pertinents et actuels au regard de l'état de l'art dans le domaine de la physique des ondes et de leurs applications. Les recherches menées couvrent un champ disciplinaire large, en physique et en ingénierie, et considèrent sans *a priori* tous les types d'ondes : électromagnétiques, optiques, acoustiques (dans les milieux fluides), élastiques (dans les milieux solides), en géophysique, dans les milieux granulaires, à la surface de l'eau, etc. Ce positionnement permet un foisonnement applicatif, par exemple en imagerie biomédicale ou pour les antennes et les communications. Ce positionnement est original et relativement unique dans le paysage national et international.

L'organisation scientifique par thèmes est adaptée à une unité de taille moyenne et est efficace. Le fonctionnement transversal et poreux entre les thèmes conduit ainsi à des résultats très complets, alliant avec succès expériences et théories.

Le nombre de financements doctoraux de type Cifre obtenus par l'unité est remarquable. Un nombre significatif d'entreprises sont issues des recherches de l'unité. Trois ont été créées sur la période. La production de 50 brevets sur la période, dont 90 % sont valorisés, et la protection de onze logiciels sont des résultats exceptionnels qui résultent directement de la stratégie d'innovation de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

L'organisation scientifique par thèmes plutôt est relativement agile mais offre peu d'opportunités aux plus jeunes chercheurs, notamment les doctorants et post-doctorants, de présenter leurs travaux au sein de l'unité. Cette situation est contrebalancée par l'existence des séminaires hebdomadaires qui leur sont ouverts.

La séparation des rôles et des membres du conseil de laboratoire et du conseil scientifique est peu explicite. Le conseil scientifique et les personnels de l'unité ont cependant été impliqués dans la réflexion collective qui a mené à l'écriture de la prospective scientifique.

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 obtenu le nombre notable de vingt-cinq succès aux appels à projets compétitifs de l'ANR au cours de la période d'évaluation. Concernant les financements européens, deux projets ERC, un projet collaboratif FET-Open et un projet de type réseau européen ont été obtenus.

Les financements industriels représentent 20 % des ressources propres dont dispose l'unité. Ces ressources sont ainsi relativement importantes et correspondent adéquatement à son environnement de recherche. Elles représentent 83 % de ses ressources financières totales.

L'apport spécifique du labex WIFI a été très important durant la période pour fournir des financements d'amorçage, sur la base d'un appel annuel, ainsi que pour financer le pôle innovation de l'unité. Huit startups ont été créées à partir des recherches de l'unité depuis 2012, dont trois l'ont été au cours de la période d'évaluation. Les locaux actuels occupés par l'unité sont relativement neufs et bien équipés.

Points faibles et risques liés au contexte

Au-delà des projets individuels de type ERC, l'unité est peu présente dans les consortiums européens en dépit de sa notoriété et de son rayonnement qui sont des atouts qu'elle pourrait exploiter dans ce contexte.

Les locaux actuels sont relativement exigus (2 200 m²). Les locaux futurs ne devraient pas être notablement plus grands. L'association de l'unité au projet immobilier est limitée actuellement.

L'unité ne possède pas de plateforme expérimentale identifiée.

La valorisation est traitée dans le cadre du labex WIFI notamment par l'emploi d'un CDD mais le labex s'arrêtera 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

Le fonctionnement de l'unité en matière de ressources humaines est globalement adéquat.

La direction de l'unité apprécie pleinement l'engagement et la qualité des personnels d'appui à la recherche (PAR). Les PAR sont globalement satisfaits des conditions de travail et de la bonne entente qui règne au sein de l'unité.

L'unité met à disposition un livret d'accueil en français et en anglais à destination des nouveaux arrivants.

L'unité dispose d'un pôle hygiène et sécurité composé de deux assistants de prévention dont un référent laser. Dans le cadre du télétravail, la direction s'organise afin qu'au moins un assistant de prévention soit présent sur le site. Les règles de sécurité sont clairement maîtrisées, définies et comprises par les personnels de l'unité.

La protection du patrimoine scientifique est assurée en grande partie avec l'aide financière et au sein du labex WIFI, dont le périmètre recouvre celui de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

La direction de l'unité a bien géré l'épisode pandémique et par suite la mise en place du télétravail. Cependant, pour une partie des chercheurs et enseignants-chercheurs, le télétravail est parfois perçu comme une difficulté à échanger en direct avec les autres personnels de l'unité.

Les membres de l'unité ont fait part lors des entretiens de difficultés pour joindre la délégation du CNRS pour le traitement et le suivi de certains dossiers.

Les personnels d'appui à la recherche représentent seulement 10 % des effectifs de l'unité. L'équilibre des services de soutien à la recherche paraît ainsi fragile. Au cours de la prochaine mandature, il est annoncé un départ à la retraite au sein du pôle gestion, un manque de personnel technique en mécanique et une volonté de renforcer le pôle informatique perçue comme une nécessité à moyen terme.

Dans le cadre des demandes de formation professionnelle, les personnels apprécient le soutien de la direction de l'unité, malgré un certain nombre de refus par les organismes de formation.

L'unité compte actuellement six personnes Sauveteurs Secouristes du Travail pour 106 personnes, ce qui est en deçà des recommandations de l'INRS (10 à 15 %).

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

Le rayonnement scientifique de l'unité est remarquable, notamment pour les invitations dans les congrès et l'obtention de prix prestigieux. La capacité de l'unité à présenter très régulièrement de jeunes chercheurs aux concours de recrutement du CNRS témoigne de la forte attractivité de l'unité. En dépit de sa visibilité internationale, l'unité s'implique modérément dans la construction de l'espace européen de la recherche. Elle s'attache au bon accueil des personnels, notamment pour l'installation des nouveaux chercheurs. Elle ne semble cependant pas disposer de politique de ressources humaines organisée formellement. L'unité obtient de beaux succès aux appels à projets nationaux. Certaines de ses compétences technologiques sont uniques, bien que l'unité ne dispose pas de plateforme identifiée.

- 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

L'unité est attractive pour les doctorants (36 % des effectifs, dont 1/4 hors Île-de-France et grandes écoles parisiennes) et post-doctorants (15 % des effectifs), notamment en raison de sa réputation justifiée d'excellence en matière d'innovation et de relations industrielles. Un nombre important de doctorants (19) bénéficient de financements Cifre.

L'unité a une bonne capacité à présenter des candidats au concours de chargés de recherche (CR) du CNRS, ce qui conduit à des recrutements réguliers dans différentes sections (trois recrutés pendant la période).

L'unité a été attractive pour des chercheurs en mobilité (deux chercheurs CNRS venant de laboratoires franciliens) comme collaborateurs associés (Onera et laboratoire SPPIN) et comme invités (six pendant la période). Trois personnels d'aide à la recherche ont également été intégrés, soit par concours, soit en mobilité. L'unité alimente en contrepartie en mobilité sortante d'autres structures (universités françaises ou étrangères, CEA).

Les activités d'enseignement des personnels chercheurs et enseignants-chercheurs permettent d'attirer de très bons doctorants. L'accueil régulier de stagiaires conduit souvent ces derniers à souhaiter continuer en thèse (plus de 200 étudiants accueillis dans l'unité durant la période, de la L3 au M2).

L'unité est également fortement attractive en raison de sa grande visibilité, de par sa remarquable implication dans l'organisation d'écoles d'été internationales, d'événements nationaux et dans les GDR, la rédaction d'ouvrages ou de chapitres d'ouvrages, ainsi que par le nombre très important de conférences invitées dans les congrès internationaux et les prix prestigieux reçus par plusieurs de ses membres.

L'implication très forte dans le pilotage de la recherche ainsi que les nombreuses collaborations internationales sont également de nature à renforcer l'attractivité de l'unité.

Les échanges du comité avec le personnel ont montré une excellente cohésion d'ensemble et un sentiment de reconnaissance du travail effectué très appréciés par tous, dû à une attention portée à de multiples facteurs : soutien financier pour l'installation des nouveaux chercheurs et enseignants-chercheurs, association des PAR à certaines publications scientifiques et la disponibilité des PAR ou des C et EC pour résoudre des problèmes d'organisation ou de compréhension de règles administratives. Le DU veille par ailleurs à faire signer des chartes de déontologie aux nouveaux arrivants.

Enfin, l'unité s'est dotée d'un serveur de dépôt de source Gitlab pour proposer de façon libre les logiciels produits par l'unité.

Les membres de l'unité sont très actifs quant au dépôt de projets, comment en témoignent les nombreux succès aux AAP de l'ANR, et la candidature importante à un grand programme de l'université PSL.

L'unité a une capacité d'innovation instrumentale tout à fait remarquable qui a conduit à de nombreuses créations d'entreprises, sources d'emploi pour les jeunes docteurs ayant fait leur thèse au sein de l'unité.

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

L'attractivité des doctorants étrangers, notamment européens, apparaît plus limitée que celle des doctorants français ou provenant de grandes écoles.

Les chercheurs et enseignants-chercheurs de l'unité sont pleinement impliqués dans les cursus d'enseignement des tutelles, sans pour autant que l'unité développe une stratégie formalisée pour influencer sur ces cursus, notamment ceux qui concernent les ondes.

Alors que l'unité est impliquée dans l'organisation d'écoles et d'événements nationaux, elle est moins présente dans l'organisation d'événements ou conférences internationaux. L'implication des chercheurs de l'unité est également modérée dans les activités éditoriales internationales, hors du domaine de l'acoustique.

Concernant les promotions des PAR auprès des tutelles et au niveau national lors des concours, il ressort que l'unité ne les prépare pas assez.

Le comité n'a pas relevé l'existence formelle de projets de coopération internationaux, au-delà des collaborations scientifiques nouées avec des partenaires étrangers. L'unité pourrait réfléchir à son implication dans les programmes d'échange internationaux, ou les IRC et IRL du CNRS.

Ainsi qu'il a été remarqué plus haut, l'implication dans les projets et consortiums européens est modérée, probablement en deçà des possibilités intrinsèques de l'unité, eut égard à son rayonnement international. Par ailleurs et même si leur principe ne fait pas nécessairement l'unanimité au sein de la communauté scientifique, l'opportunité de considérer la création de chaires professeur/chercheur junior (CPJ) dans le domaine des ondes serait à considérer si les tutelles de l'unité en avaient le projet.

L'unité ne possède pas de plateformes expérimentales identifiées, malgré un savoir-faire à l'état de l'art dans plusieurs domaines technologiques. L'unité ayant des relations étroites et soutenues avec de nombreux partenaires industriels, leur formalisation pourrait être considérée.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique de l'unité est d'une qualité remarquable, voire exceptionnelle. Elle est partagée entre revues généralistes à fort impact scientifique et revues spécialisées réputées, dans les meilleures maisons d'édition internationales du domaine des ondes. Tous les personnels de l'unité y contribuent de façon partagée et suivant les règles de l'intégrité, de l'éthique et de la science ouverte. La protection de la propriété intellectuelle par des brevets est remarquablement abondante.

- 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

Considérant ses effectifs, la production scientifique de l'unité est d'une qualité remarquable, voire exceptionnelle. Elle est partagée entre revues généralistes à fort impact et revues spécialisées réputées, dans les meilleures maisons d'édition internationales du domaine des ondes.

De même, le nombre de brevets déposés est exceptionnel et le nombre de logiciels protégés est remarquable. Les recherches de l'unité dans le domaine des liquides en lévitation, de l'imagerie par tomographie de cohérence optique plein champ et de l'imagerie des milieux désordonnés par traitement matriciel sont de niveau mondial. Les recherches sur la physique sub-longueur d'onde, le contrôle des ondes en milieux complexes et les émetteurs quantiques sont de niveau international.

Tous les chercheurs de l'unité ont publié au moins quatre articles dans les revues internationales au cours de la période. La production scientifique est généralement répartie entre les personnels, avec des locomotives particulièrement productives dans chacun des thèmes de l'unité.

La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, pour laquelle une charte est signée par chacun des personnels. L'éthique suivie impose explicitement d'inclure tous les personnels ayant participé à la production des résultats publiés, dont les PAR. Presque toutes les productions sont accessibles librement.

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

L'absence actuelle de système informatique de type *open data* fourni par les tutelles pour recueillir les données de la recherche est un handicap pour développer une véritable politique de science ouverte.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

En affirmant son caractère allant de la recherche fondamentale et ses applications jusqu'à la valorisation et la création d'entreprise, l'unité représente un modèle relativement unique en physique au sein de l'ESR. Les succès en termes de protection intellectuelle et logicielle sont exceptionnels. En contrepoint, l'implication dans la vulgarisation et la communication grand public reste modeste au regard du potentiel de l'unité.

- 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

L'unité se distingue par la qualité exceptionnelle de ses interactions avec le monde industriel, notamment avec de nombreux contrats industriels, le financement d'un quart des doctorants par des contrats doctoraux Cifre, et des débouchés certains pour l'emploi après thèse hors du monde académique.

La production de brevets et de logiciels protégés est très importante (plus de 60 pendant la période de référence) et leur valorisation est remarquable avec, notamment, 90 % des innovations valorisées, la création de trois nouvelles startups et la gestation de cinq autres. Ce succès exceptionnel découle bien sûr des travaux de recherche, mais il est aussi le résultat de l'action du pôle innovation qui a été récompensé par plusieurs prix.

L'unité a proposé un certain nombre d'actions de communication vers le grand public, par exemple à travers son implication dans la Fête de la Science. Ces actions concernent principalement les activités scientifiques, mais le comité souligne également les efforts importants du pôle innovation pour communiquer sur la réussite de sa stratégie, par des conférences, articles et chapitres d'ouvrage à destination du monde économique.

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

L'unité risque de perdre l'action du pôle innovation après la fin du labex WIFI, ce qui pourrait nuire au maintien de son excellent niveau dans cette rubrique.

La vulgarisation et la communication vers le grand public ne semblent pas être suffisamment mises en valeur et favorisées au sein de l'unité. Le rapport précédent suggérait une structuration de la communication, à l'instar de l'effort fourni en matière d'innovation ; cette observation reste d'actualité.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

Organisation de l'unité

L'unité n'a pas connu de changement d'organisation scientifique notable depuis une dizaine d'années. Le modèle de structuration agile en trois thèmes extrêmement poreux a été très productif scientifiquement. L'unité estime néanmoins nécessaire une légère évolution de son organisation vers quatre thèmes aux noms renouvelés, pour mieux adhérer à un fil directeur autour de l'intérêt commun et du développement durable, mais également pour faire émerger un thème transversal de théorie et de modélisation. Le comité approuve cette inflexion et souligne la qualité du document proposé, issu des réflexions du conseil scientifique de l'unité. Cette évolution prend en compte le projet de grand programme SMARTWAVE de l'université PSL qui est soumis et porté par un membre de l'unité. Chacun des quatre nouveaux thèmes accueillera entre six et dix membres au titre de leur implication principale (parmi les 33 chercheurs de l'unité) - les thèmes restant naturellement poreux.

Cette nouvelle organisation vise également à adresser des enjeux sociétaux :

1. Science du vivant - Imagerie de l'œil, mécanismes de l'audition, imagerie matricielle en échographie, imagerie matricielle.
2. Matériaux - contrôle non destructif, isolants thermiques.
3. Communications - Transmission des ondes en milieux complexes, métamatériaux pour les télécoms.
4. Environnement - Imagerie passive en sismologie, milieux granulaires.
5. Recherche fondamentale - matériaux complexes, matériaux dépendant du temps, localisation des ondes, couplage fort en nanophotonique.

1/ Théorie des ondes et modélisation

Le thème sera composé de six membres et animé par M. Arthur Goetschy. Le thème comporte six sous-thèmes, chacun représentant une niche scientifique sur un point fort de l'unité : interactions non-linéaires en milieu désordonné ; milieux complexes dépendants du temps ; milieux résonants et désordre ; ondes quantiques et désordre ; transport d'ondes sur réseaux ; homogénéisation et méta-surfaces. Ces sous-thèmes sont tous déjà financés et productifs. Il conviendra de veiller à une animation collective qui donne un liant entre les sous-thèmes et fasse émerger de nouvelles directions, tout en contribuant aux trois autres thèmes. Il est également essentiel de maintenir l'irrigation et la fertilisation croisée des trois autres nouveaux thèmes par les théories et modèles des ondes qui seront développés.

2/ Ondes, complexité & information

Le thème sera composé de sept membres et animé conjointement par M. Alexandre Aubry et M. Julien de Rosny. Le thème comporte deux sous-thèmes principaux avec un recouvrement partiel des membres intéressés : information & communication en milieux complexes (micro-ondes, acoustique, optique fibrée, calcul analogique) ; imagerie quantitative des milieux complexes (imagerie profonde et haute-résolution, non-linéaire, quantitative). Le thème est une évolution résolument pluridisciplinaire de l'ancien thème "ondes en milieux complexes". Il conviendra de toujours chercher à maintenir le lien entre applications aux communications et à l'imagerie.

3/ Matériaux, résonances et interfaces

Le thème sera composé de dix membres permanents et animé conjointement par M. Sébastien Bidault et Mme Claire Prada. Il comporte quatre sous-thèmes : ondes et résonateurs uniques ; métamatériaux ; ondes et interfaces ; acoustique des milieux granulaires. Aux personnels provenant du thème SWAP viendront s'ajouter deux membres du thème NCIS, en particulier sur la partie ondes et interfaces, ainsi que deux membres du thème OMC sur l'acoustique des milieux granulaires. Enfin, une chercheuse apportera son savoir-faire sur les aspects quantiques, notamment sur le sous-thème des résonateurs uniques. Les connexions et recouvrements entre les trois premiers sous-thèmes sont manifestes. La réunion des sujets sur les terres rares dans le sous-thème ondes et résonateurs uniques est intéressante. Le sous-thème de l'acoustique des milieux granulaires (provenant du thème OMC) est productif scientifiquement, mais moins financé que les autres et sans recouvrement avec les autres. Il conviendra de veiller à une animation collective qui assure la porosité avec les autres sous-thèmes, autant que possible. Ces remaniements devraient renforcer la fertilisation croisée qui est une marque de fabrique de l'unité. De nombreux projets financés alimentent déjà les quatre sous-thèmes : projets ANR, contrats industriels, thèses Cifre, collaborations internationales.

4/ Imagerie pour la biologie et la santé

Le thème sera composé de six membres et animé conjointement par M. Emmanuel Fort et M. François Ramaz. Le thème est divisé en trois sous-thèmes qui semblent avoir pour le moment peu de recouvrements et d'objectifs partagés : microscopie de molécule unique ; imageries tomographiques sans marquage ; imagerie acousto-optique de milieux diffusants. Tous ces sous-thèmes sont financés, surtout le second. Le premier est présenté comme la réunion de deux équipes indépendantes. De façon générale, ce thème est le moins intégré et transversal des quatre proposés dans la trajectoire de l'unité. Il conviendra de veiller à une animation qui soit un trait d'union, en s'appuyant sur l'objectif scientifique et sociétal commun de contribuer collectivement à l'imagerie pour la biologie et la santé.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Le comité recommande de bien prendre en compte le suivi des opérations qui concernent le déménagement vers l'ESPCI et de veiller à ce qu'il y ait un référent ou coordinateur infrastructure au sein de l'unité. Il faut notamment veiller à ce que les plans initiaux soient adaptés aux besoins de l'unité. De façon générale, le comité encourage l'unité à mettre en place les outils de communication afin de fluidifier les échanges avec ses tutelles.

Le comité recommande d'anticiper la transmission des compétences et des savoir-faire en fonction des départs en retraite à venir dans les cinq prochaines années. Le recrutement des personnels support sur ressources propres pourrait être une solution à envisager.

Un bon suivi des demandes en formation et tout au long de la procédure, semble nécessaire pour que les demandes des agents aboutissent.

Dans le cadre de la fin du labex WIFI, prévue en 2024, il convient de garantir la pérennité du pôle innovation. Bien qu'un projet important soit anticipé (SMARTWAVE), il convient de diversifier les sources de financements pour assurer les besoins en fonctionnement de l'unité et le soutien aux actions de valorisation.

La création très récente du COREGAL est une première avancée pour l'évolution des questions de parité au sein de l'unité. Bien que la répartition Femmes/Hommes soit en nette progression, l'institut Langevin devra poursuivre ses efforts et intégrer, dans sa trajectoire, les actions nécessaires à l'augmentation du nombre de femmes, en particulier, dans les communautés des post-doctorants, des chercheurs et des enseignants-chercheurs. Le comité recommande donc de poursuivre et de renforcer les missions du COREGAL et généralement les actions pour l'égalité qui y sont liées.

Dans le cadre de l'organisation de l'unité en nouveaux thèmes, il convient de mettre en place des actions d'animation scientifique et de communication aussi bien au niveau global qu'au sein de chaque thème. Ces actions permettront de donner de la visibilité aux jeunes chercheurs et leur permettront d'influer sur la stratégie scientifique de l'unité.

Une campagne de sensibilisation et d'appel à volontariat pour des formations SST pourrait être envisagée.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Le comité recommande de maintenir les points forts de l'unité de recherche : l'équilibre entre acoustique et optique, le continuum de la recherche fondamentale vers les applications et la création de sociétés.

Le comité recommande de renforcer le dialogue avec les tutelles, notamment à travers le dialogue objectifs-ressources (DOR) qui va être mis en place, l'objectif étant notamment de participer aux campagnes d'emploi.

Le taux de demandes d'ERC est modéré, le format ne répondant pas toujours, d'après les auditions du comité, à ce qu'attendent les chercheurs. Le comité les encourage néanmoins à déposer des dossiers, ne serait-ce que pour anticiper l'arrêt du labex WIFI.

Le comité recommande que l'unité incite ses membres au dépôt de projets sur tous les piliers européens (excellence, innovation, défis sociétaux).

Par ailleurs, il convient de réfléchir à l'opportunité de mettre en place des plateformes technologiques, afin de renforcer l'attractivité et la visibilité de l'unité.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

Le comité recommande de maintenir l'excellence scientifique en s'appuyant sur le nouveau découpage thématique de l'unité. Il conviendra de s'assurer de l'émergence de jeunes chercheurs assurant la relève en ce domaine.

L'unité devra, pour ses publications, se poser la question du choix du journal entre des revues généralistes à très forte audience et des revues plus spécialisées.

Par ailleurs, il conviendra de réfléchir à la mise en place de moyens de partage des données de la recherche, notamment sous la forme de bases de données ouvertes.

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

Le comité recommande de maintenir le dynamisme et l'excellence de l'unité dans ses actions de valorisation (brevets, logiciels, création d'entreprises, partenariats industriels).

Le comité recommande à l'unité à poursuivre ses interactions fortes et fructueuses avec le monde médical et industriel.

Il suggère de réfléchir à la mise en place d'une structuration de la communication qui permette de comptabiliser et de rendre plus visibles les actions de vulgarisation et de communication vers le grand public.

ÉVALUATION PAR THÈME

Thème 1 : Nouveaux Concepts pour l'imagerie et la détection - NCIS

Nom des responsables : Mme Claire Prada & M. Julien de Rosny

THÉMATIQUES DU THÈME

Les activités du thème NCIS portent sur le développement de nouvelles méthodes de détections et d'imagerie s'appuyant sur des concepts développés par les autres thèmes (notamment OMC). Il est fortement pluridisciplinaire avec la combinaison de compétences en physique des ondes, traitement du signal et instrumentation, l'étude de différents types d'ondes (optiques, acoustiques, élastiques) et des applications variées en biologie, en médecine et au contrôle non-destructif.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La prise en compte des précédentes recommandations apparaît effective, avec notamment un développement solide de l'axe imagerie acousto-optique, démontré par l'arrivée dans cet axe de deux nouvelles chercheuses (une par recrutement et une par mobilité) et par la parution de plusieurs publications de qualité dans ce domaine.

EFFECTIFS DU THÈME : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maitres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	5
Personnels d'appui à la recherche	2
Sous-total personnels permanents en activité	15
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	
Personnels d'appui non permanents	
Post-doctorants	
Doctorants	
Sous-total personnels non permanents en activité	
Total personnels	15

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le thème

Le thème « Nouveaux concepts pour l'imagerie et la détection » a vu son effectif en forte croissance au cours de la période 2017-2022 avec cinq arrivées pour un départ. Les travaux de recherche, tournés vers les applications, s'appuient sur des compétences interdisciplinaires en physique des ondes, traitement du signal et instrumentation. Ils sont structurés suivant quatre axes largement indépendants, chaque axe correspondant à une application spécifique (imagerie biomédicale, imagerie du petit animal ou caractérisation de matériaux) et à l'utilisation de différents types d'ondes ou leur combinaison.

La production scientifique du thème est soutenue et de grande qualité, avec 135 publications pendant la période 2017-2022 et des articles de tout premier plan, dont certains interdisciplinaires (Nat. Comm., Science Advances, PRX, Light Science and Applications, Gut, Current Biology, Frontiers in Medicine).

On note plusieurs avancées importantes comme l'amélioration de la résolution spatiale et l'exploitation d'un nouveau type de contraste dynamique en imagerie OCT plein champ, l'optimisation de la détection en imagerie acousto-optique permettant l'imagerie in vivo, le développement de l'imageur SMC (Surface Motion Camera) ou encore l'étude des modes de ruban dans les matériaux mous.

Les applications conduisent à des collaborations fructueuses, que ce soit avec le monde académique (Institut de la Vision), médical (hôpital des 15-20) ou industriel (SAFRAN). Elles sont également à l'origine de contributions remarquables à l'innovation et la valorisation. Les 25 brevets et logiciels produits pendant la période de référence sont répartis de façon homogène entre les axes. Ces innovations nourrissent le développement de nouveaux instruments et sont valorisées par la création de start-ups. Le comité souligne par exemple l'imagerie holographique médicale ultrarapide et la tomographie oculaire in vivo, avec installation d'instruments dans des hôpitaux, transferts technologiques et création de la startup SharpEye.

Points forts et possibilités liées au contexte

Parmi les points forts, il convient de souligner le dynamisme du thème, avec une forte croissance des effectifs pendant la période. Le thème concentre notamment la grande majorité des nouveaux recrutés de l'unité sur concours (5 sur 6), ce qui démontre son attractivité.

Le caractère pluridisciplinaire est aussi une force démontrée par exemple par la diversité des journaux dans lesquels les travaux sont publiés, qu'ils soient interdisciplinaires (Nature Comm, Science Advances, PRX) ou spécialisés en biologie (Current Biology, eLife), en médecine (Frontiers in Medecine, Gut), en optique (Light Science & Applications, Optica, Optics Letters), en acoustique, ou encore en géophysique.

Il faut noter également de nombreuses collaborations très fructueuses aussi bien avec des laboratoires académiques qu'avec des hôpitaux comme l'Hôpital des 15-20, ou des partenaires industriels comme SAFRAN.

Le taux de publication est excellent avec 135 publications de grande qualité pendant la période 2017-2022 pour une dizaine de chercheurs permanents. Enfin, les contributions à l'innovation et à la valorisation de l'ensemble des axes du thème sont excellentes, avec la production de 25 brevets ou logiciels, ainsi que plusieurs entreprises créées ou en cours de création, dont de véritables succès comme les start-ups SharpEye et Austral.

Points faibles et risques liés au contexte

La fin du labex WiFi mettant en question la pérennité du pôle innovation risque d'affaiblir l'une des forces de ce thème, à savoir l'innovation et la valorisation.

Analyse de la trajectoire du thème

Les membres du thème NCIS intégreront principalement les thèmes "Matériaux, résonances et interfaces" et "Imagerie pour la biologie et la santé" de la trajectoire. Ce nouveau découpage est cohérent et devrait apporter une meilleure lisibilité des activités de recherche. Il devrait également faciliter l'animation scientifique au sein des nouveaux thèmes. Le regroupement des applications biomédicales de l'unité dans "Imagerie pour la biologie et la santé" avec le rapprochement de l'axe "Microscopie de molécule unique" (SWAP) en est un bon exemple. Plus généralement, la poursuite des projets de recherche apparaît pertinente et est soutenue par les nombreux contrats de recherche déjà obtenus.

RECOMMANDATIONS AU THÈME

Il faudra veiller à accompagner l'avancement et la promotion des personnels ayant acquis une compétence essentielle pour l'unité.

Les axes du thème NCIS apparaissent fortement indépendants les uns des autres, avec des applications très différentes.

Ce découpage se retrouve dans la trajectoire de l'unité. Il faudra ainsi veiller à maintenir une bonne animation scientifique entre ces axes de recherche.

Thème 2 : Ondes en milieux complexes OMC

Nom du responsable : M. Alexandre Aubry & M. Arthur Goetschy

THÉMATIQUES DU THÈME

De manière générale, le thème OMC étudie la propagation des ondes au sens large (mécaniques et électromagnétiques) dans des milieux complexes et hétérogènes. La synergie des études fondamentales menées avec les deux autres thèmes est naturelle et fructueuse. Plus précisément, le thème est structuré en cinq axes : contrôle des ondes en milieux complexes, approche matricielle de la propagation des ondes dans les milieux complexes, théorie des ondes et physique mésoscopique, acoustique et milieux granulaires, manipulation d'ondes à la surface de l'eau et dans la matière molle.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le rapport précédent ne faisait pas état de recommandations spécifiques pour le thème OMC.

EFFECTIFS DU THÈME : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	6
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	4
Personnels d'appui à la recherche	
Sous-total personnels permanents en activité	14
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	
Personnels d'appui non permanents	
Post-doctorants	
Doctorants	
Sous-total personnels non permanents en activité	
Total personnels	14

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le thème

Le thème OMC est remarquable de diversité et de foisonnement de recherches allant des études fondamentales aux applications. Le caractère pluridisciplinaire des études menées conduit à des collaborations fructueuses avec des chercheurs d'autres domaines (géophysiciens par exemple). Le nombre et la qualité des publications sont excellents. La restructuration du thème dans l'avenir peut s'avérer intéressante pour rééquilibrer les trois thèmes de l'unité. Cependant, la force que constitue la porosité entre les thèmes doit absolument être conservée.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le caractère pluridisciplinaire des études, mêlant ondes mécaniques et ondes électromagnétiques, est l'une des plus grandes forces du thème, les deux domaines se nourrissant l'un l'autre.

Le taux de publication dans des revues reconnues par la communauté scientifique internationale est excellent (172 publications dans des revues à comité de lecture pendant la période pour les 14 permanents de la thématique).

Des résultats remarquables ont été obtenus, notamment concernant les méta-surfaces reconfigurables dans le domaine micro-onde, la propagation des ondes dans les milieux désordonnés et la manipulation des ondes à la surface de l'eau. Les travaux autour de l'approche matricielle de la propagation des ondes en milieux complexes et de l'acoustique des milieux granulaires ont un retentissement international.

L'extension des développements théoriques du thème OMC vers les thèmes SWAP et NCIS est remarquable et concrétise clairement la politique scientifique résolument transversale de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

Comme pour l'ensemble de l'unité, la fin du labex WiFi ouvre une période d'incertitude quant aux financements, notamment pour les doctorants.

Analyse de la trajectoire du thème

Historiquement, les travaux notamment sous l'impulsion de Mathias Fink, dans les années 1990, étaient basés sur une approche matricielle liée à l'utilisation de capteurs multi-éléments, ce qui a conduit à des applications de plus en plus poussées. L'approche universelle utilisée par la suite basée sur une matrice de réflexion permet de compenser des aberrations liées aux hétérogénéités des milieux étudiés. Sur cette base, le thème OMC a évolué vers les surfaces intelligentes ou le développement de la transmission d'informations sans ajout de pollution électromagnétique. Les travaux sur les ondes à la surface des liquides sont également très originaux et originellement liés au retournement temporel des ondes. Les travaux sur les milieux granulaires et l'interaction des ultrasons avec de tels milieux permettant par exemple de déclencher une avalanche, intéressent beaucoup les géophysiciens, notamment pour étudier en laboratoire la physique des tremblements de terre.

Le thème OMC est très diversifié, à l'activité foisonnante, et présente une évolution et des perspectives remarquables. Sa trajectoire conduit principalement pour la période à venir vers les thèmes "théorie des ondes et modélisation" et "ondes, complexité & information", qui reprennent et développent très notablement les recherches en cours ; l'axe "acoustique des milieux granulaires" rejoindra le thème "matériaux, résonances et interfaces" (voir l'analyse de la trajectoire de l'unité).

RECOMMANDATIONS AU THÈME

Le rapport précédent notait qu'au vu de la diversité des activités abordées par les différents « axes », un risque pourrait être l'éparpillement des thématiques ou un déséquilibre entre axes historiques bien établis et axes plus récents. Ce risque n'a pas prêté à conséquence, les axes plus récents ayant crû de manière remarquable et ayant conduit par exemple au nouveau thème sur la théorie des ondes au sein de la nouvelle structuration thématique de l'unité. Le comité recommande de poursuivre cette dynamique exceptionnelle.

Thème 3 : Physique sublongueur d'onde SWAP

Nom du responsable : M. Yannick De Wilde & M. Sébastien Bidault

THÉMATIQUES DU THÈME

Le thème SWAP s'intéresse aux interactions lumière matière aux échelles sub-longueurs d'ondes dans des résonateurs sub-lambda. Tout le spectre électromagnétique est concerné : (i) les ondes centimétriques interagissant avec des résonateurs acoustiques, (ii) les ondes micrométriques interagissant avec des antennes résonantes, (iii) les ondes optiques interagissant avec des résonateurs moléculaires, diélectriques, métalliques ou semi-conducteurs. Le thème SWAP s'intéresse également à la conception de méta-surfaces et de métamatériaux en organisant ces derniers de manière régulière ou désordonnée, ainsi qu'à l'utilisation de résonateurs moléculaires comme agents de contraste en imagerie super-résolue.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

"Deux des thématiques de recherches, très productives, sont portées à titre principal par un seul permanent chacune ; il est important de veiller à ce que ces axes ne soient pas fragilisés en raison de ce plus faible nombre de personnel impliqué. "

Les sous-thèmes actuels (Résonateurs sub-lambda, méta-surfaces et métamatériaux, imagerie super-résolue) comptent chacun au moins trois permanents impliqués, et montrent une productivité excellente. Il n'y a donc plus d'inquiétude particulière sur ce point.

"Une vigilance est recommandée par rapport au risque de dispersion du fait de l'effervescence de projets. Si certains sont clairement établis comme moteurs et très bien positionnés dans la communauté, d'autres présentent un contexte international moins clair qu'il est important de jauger dans le futur. "

Les résultats scientifiques obtenus durant la période montrent que la diversité de projets n'a pas nui à la productivité au meilleur niveau international dans chaque sous-thème (ACS Nano, PRL, Nanolett., Optica, Nat. Comm., Nat. Phot., etc.).

"L'implication de quelques membres du laboratoire dans les thématiques directement liées à la biologie, notamment des jeunes chercheurs, nécessiterait une réflexion sur le soutien technique à cette activité. Si celle-ci prend de l'importance, il sera sans doute nécessaire d'envisager l'implémentation de structures adéquates pour la culture cellulaire par exemple. "

Le recrutement d'un enseignant-chercheur spécialiste de microscopie de fluorescence a renforcé le sous-thème de l'imagerie super-résolue. La question d'un soutien technique reste d'actualité.

EFFECTIFS DU THÈME : en personnes physiques au 31/12/2022

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

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le thème

Le thème poursuit un travail sur le couplage entre émetteur quantique et résonateur formé de nanoparticules métalliques reliées de manière contrôlée par des brins d'ADN. Le dispositif a permis d'atteindre le régime de couplage fort avec échange périodique de l'énergie. Des études ont été également menées sur des émetteurs réalisant des transitions magnétiques, chose originale dans la communauté.

Un point fort des développements réalisés concerne la méthode IRSMS qui permet de mesurer en champ lointain le rayonnement thermique de nano-objets. Un ensemble d'études concernant des antennes métal-isolant, des particules diélectriques, d'isolants thermiques ont pu être réalisées.

Le thème étudie également l'agencement spatial de résonateurs sub-lambda en 2D et 3D, ceci sur toute la gamme de fréquence. Des avancées importantes ont été offertes par la taille des objets dans le domaine micro-onde où il est possible de cartographier des observables inaccessibles, dans le domaine acoustique où on peut réaliser des cellules élémentaires actives ou constitué de bulles. Dans le domaine optique contrôler le front d'onde a permis de contrôler l'activation de zones localisées permettant d'exalter le champ lumineux ou la fluorescence. Dans le domaine infra-rouge des études originales sur des multicouches en arséniure d'indium ont permis d'approcher expérimentalement des régimes d'homogénéisation.

Le dernier sujet abordé concerne la super-résolution en imagerie. Le thème développe des techniques originales pour localiser des molécules individuelles comme l'émission super critique, l'illumination modulée temporellement qui permet d'accéder à des images super-résolues en 3D et la caractérisation de la LDOS au voisinage de nanostructures résonantes (basé sur la mesure du temps de vie de fluorescence).

Les thématiques scientifiques décrites ci-dessus sont pertinentes et les travaux réalisés s'inscrivent dans leurs communautés respectives au plus haut niveau. Cette appréciation se reflète dans la bonne production scientifique du thème avec 55 publications publiées pendant la période 2017-2022. Parmi elles on note des papiers de tout premier plan (Nature, Nat. Comm., Phys. Rev. Lett., ACS Photonics, ACS Nano, Nano Letters) et de nombreux actes de congrès (21). Certains membres du thème bénéficient d'une très bonne visibilité internationale, avec plus de dix conférences invitées pendant la période ; ils sont aussi impliqués dans l'organisation de plusieurs congrès internationaux. L'activité du thème est soutenue par de nombreux projets ANR (8) et par de multiples collaborations internationales.

Des actions de valorisation sont aussi présentes dans des revues généralistes ou des blogs scientifiques, cependant le nombre de brevets déposés est moins important que dans d'autres thèmes.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le comité apprécie que les recherches menées soient déclinées dans toutes les gammes de fréquence. Il s'agit d'un réel atout qui permet de développer des approches transverses, d'unifier les concepts et de réaliser des avancées. Les recherches menées sur les structures mésoscopiques, dans les domaines de l'acoustique et des radiofréquences, ainsi que celles qui sont menées en nanophotonique et leurs applications à l'imagerie sont originales et conduisent à des résultats notables.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité relève que les actions d'animation du thème pourraient être renforcées, afin de tirer au mieux partie des expertises dans toutes les gammes de fréquences. Par ailleurs, les actions de valorisation industrielles pourraient être renforcées dans le cas où de réelles opportunités se présentent.

Analyse de la trajectoire du thème

Dans la logique de restructuration des thèmes de recherche de l'unité, le thème SWAP nourrit trois des nouveaux thèmes, à savoir les thèmes "Résonances, Interfaces & Matériaux", "Ondes, Complexité, & Information", et "Imagerie pour la biologie et la santé". La plupart des personnels du SWAP (5/8) intégreront le thème "Résonances, Interfaces & Matériaux". Deux autres anciens membres du SWAP s'orienteront vers le thème "Ondes, complexité, information" pour l'un, et "Imagerie pour la biologie et la santé" pour l'autre. Enfin, l'un des membres du SWAP est actuellement en disponibilité pour développer la société GreenerWave.

RECOMMANDATIONS AU THÈME

Le comité apprécie le travail scientifique mené dans ce thème. Il est original par son aspect 'large bande' et par les systèmes multi-échelles étudiés qui permettent de publier dans les meilleurs journaux scientifiques. Les orientations à venir visant à développer la super-résolution en biologie cellulaire et le développement d'outils de métrologie et de nano structuration pour les applications en énergie (refroidissement radiatif, photocatalyse, photosynthèse, etc.) sont pertinentes et sont encouragées par le comité.

Il faudra veiller à mener des actions d'animation qui permettront de créer une communauté autour du thème 'Résonances, Interfaces et Matériaux'. Ce thème est large et le comité recommande aux chercheurs permanents d'animer le thème et de former les jeunes doctorants et post doctorants pour leur donner une vision transverse des concepts et des outils reliés à cette thématique.

Par ailleurs, les opportunités de valorisation devront être saisies à la lumière de l'expertise acquise par l'unité dans ce domaine.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 08 octobre 2023 à 19h00

Fin : 10 octobre 2023 à 18h00

Entretiens réalisés : en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Lundi 9 octobre 2023

08h30 – 08h45	Présentation du comité et du programme	Amphithéâtre du bâtiment 1 rue Jussieu, 75005 Paris. (Bâtiment partagé avec l'IPPG)	Tout le personnel + représentants des tutelles (1)
08h45 – 9h45	Présentation du directeur		
9h45 – 10h15	Questions du comité et échange		
30'	<i>Huis-clos et pause</i>		
10h45 – 11h30	30' : Ondes en Milieux Complexes (OMC) Alexandre Aubry 15' : questions		
11h30 – 12h15	30' : Physique sub-longueur d'onde (SWAP) Sébastien Bidault 15' : questions		
15'	<i>Huis-clos et pause</i>		
Pause déjeuner	Buffet - posters		
14h00-14h45	30' : Nouveaux concepts pour l'imagerie et la détection (NCIS) Claire Prada 15' : questions	Amphithéâtre du bâtiment 1 rue Jussieu, 75005 Paris. (Bâtiment partagé avec l'IPPG)	Doctorants et postdoctorants
15'	<i>Huis-clos et pause</i>		
15h00 - 15h45	Échange Doc et PostDoc		
16h00-17h45	Visites d'expériences, équipements ou des services techniques par le comité réparti en sous-groupes		

Mardi 10 octobre 2023

09h00 – 09h30	20' : Théorie des ondes à l'Institut Langevin Arthur Goetschy 10' : questions	Amphithéâtre du bâtiment 1 rue Jussieu, 75005 Paris. (Bâtiment partagé avec l'IPPG)	
09h30 - 10h00	20' : OCT plein champ et l'holographie appliquée à l'imagerie de l'oeil Pedro Mecê 10' : questions		
10h00 - 10h45	30' : Pôle Innovation de l'Institut Langevin Daphnée Raffini 15' : questions		
15'	<i>Huis-clos et pause</i>		
11h00-11h45	Échange comité – PAR (ITA/BIATSS/CDD/CDI)		ITA + ITRF + CDD IT *
15'	<i>Huis-clos et pause</i>		
12h00 - 12h45	Échange comité – C/EC		Chercheurs et enseignants-chercheurs*
15'	<i>Huis-clos du comité</i>		
Pause déjeuner	Plateaux-repas		
14h00 – 14h45	Échange comité-tutelles		Salle de réunion R50 de l'Institut Langevin.
15'	<i>Pause</i>		
15h00 – 15h45	Échange comité – Direction (& future direction)	Direction	
15h45- 17h30	<i>Pause et Huis-clos du comité</i>		

POINTS PARTICULIERS À MENTIONNER

Le comité a particulièrement apprécié la qualité des exposés scientifiques et des visites organisées, qui lui ont permis de confirmer son excellente impression à la lecture du rapport d'autoévaluation. Il remercie les personnels de l'unité pour leur disponibilité et leur spontanéité lors des échanges.

Lors de l'entretien avec les tutelles, les représentants du CNRS et de l'ESPCI étaient en distanciel et le représentant de la tutelle secondaire université Paris Cité était en présentiel.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Arnaud TOURIN

Vice-président recherche, sciences et société

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

Paris, le 12 février 2024

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

Référence : DER-PUR250024130 - Institut Langevin

Monsieur le Directeur,

Les tutelles de l'Institut Langevin 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)