

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

IEMN – Institut d'Électronique de
Microélectronique et de Nanotechnologie

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université de Lille – U Lille

Université Polytechnique Hauts-de-France – UPHF

Centre national de la recherche scientifique –
CNRS

Centrale Lille Institut – CLI

JUNIA

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E



Au nom du comité d'experts :

Ian O'Connor, 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. Ian O'Connor, École Centrale de Lyon, Écully
Vice-présidente :	Mme Corinne Chaneac, Université Paris 6 Pierre et Marie Curie
	M. Laurent Bary, CNRS, Toulouse (personnel d'appui à la recherche)
	M. Franck Chollet, Université de Franche-Comté
	M. Gilles Despaux, Université de Montpellier
	Mme Nathalie Destouches, Université Jean Monnet, Saint-Étienne (représentante du CoNRS)
Experts :	Mme Catherine Douillard, Télécom Bretagne, Brest
	M. Olivier Latry, Université de Rouen Normandie
	Mme Aude Lereu, CNRS, Marseille
	M. Pascal Nouet, Université de Montpellier
	M. Bernard Ratier, Université de Limoges
	M. Sylvain Saïghi, Université de Bordeaux, Talence (représentant du CNU)

REPRÉSENTANTS DU HCÉRES

M. Philippe Benech
M. Antoine Ferreira

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

Mme Maria-Pilar Bernal Artajona, CNRS
M. Olivier Colot, Université de Lille
M. Eric Markiewicz, Université Polytechnique Hauts-de-France
M. Thomas Maurer, Centrale Lille Institut
M. Benoit Robyns, Junia

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Institut d'Électronique de Microélectronique et de Nanotechnologie
- Acronyme : IEMN
- Label et numéro : UMR 8520
- Nombre d'équipes : 22 équipes
- Composition de l'équipe de direction : M. Thierry Mélin (DU), M. Christophe Delerue (DUA et Direction Scientifique), M. Christophe Lethien (DUA et Direction de la Technologie, 2020-août 2023), puis M. Jean-François Robillard (DUA et Direction de la Technologie, à partir d'octobre 2023)

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies

ST6 Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le spectre des thématiques scientifiques de l'unité est très large, s'étendant de l'étude des matériaux pour l'électronique ou l'optoélectronique jusqu'aux circuits et systèmes en passant par l'acoustique, la micro-fluidique et les nano-biotechnologies. Ces thématiques sont déclinées dans 22 équipes et cinq départements :

- Matériaux Nanostructures et Composants (équipes EPIPHY, NCM, PHYSIQUE, SUBLAMBDA) : Les études portent sur les films minces, les hétérostructures, les structures périodiques (2D, 1D, 0D), l'optique, l'acoustique, l'optoélectronique, les nanotechnologies et l'électronique organique et bio-inspirée. Les travaux expérimentaux et théoriques sont menés de concert dans ces différentes thématiques.
- Micro/nano/biosystèmes, ondes et micro-fluidique (équipes BIOMEMS, NAM6, NANSEE, AIMAN-FILMS) : Les travaux de recherche sont de nature interdisciplinaire et à l'impact sociétal fort, portant sur les matériaux, les procédés de micro-fabrication, les capteurs et actionneurs miniaturisés et la micro-fluidique qui sont rendus possibles grâce aux récents progrès technologiques de la micro-électronique, de la biologie et de la chimie.
- Micro, Nano et Optoélectronique (équipes PHOTONIQUE THZ, PUISSANCE, ANODE, CARBON, OPTO, MITEC, WIND) : Les études portent sur le développement de technologies de rupture par l'utilisation de nouveaux matériaux et de nouveaux, visant à repousser les limitations actuelles des composants micro- et optoélectroniques, et plus particulièrement l'amélioration des performances en bruit, puissance et fréquence de travail.
- Technologies des télécommunications et systèmes intelligents (équipes CSAM, COMNUM, TELICE, MICROELEC SI) : ce thème explore et développe des systèmes innovants pour les télécommunications et l'instrumentation, de la bande de base aux ondes millimétriques. Les contributions principales portent sur les communications haut débit ou/et à grande mobilité et les communications très faible consommation : récupération, stockage et gestion de l'énergie, conception de circuit, intégration hétérogène, traitement du signal et communications coopératives pour réseaux de capteurs et radio verte.
- Acoustique et systèmes intégrés (équipes ACOUSTIQUE, TPIA, MAMINA) : les études de ce thème se focalisent sur les matériaux actifs et les méta-matériaux acoustiques, les propriétés inhabituelles de propagation des ondes acoustiques et les microsystèmes acoustiques. En particulier, il s'agit d'appliquer les recherches aux réseaux de capteurs et à l'imagerie acoustique au sens large (imagerie, évaluation non destructive).

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'Institut d'Électronique, de Microélectronique et de Nanotechnologie (IEMN) est une Unité Mixte de Recherche (UMR) créée en 1992 avec le soutien du CNRS et de trois partenaires régionaux, l'Université de Lille 1 (aujourd'hui intégrée dans l'Université de Lille), l'Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis (désormais UPHF, Université Polytechnique des Hauts-de-France) et l'ISEN (désormais JUNIA-ISEN) en tant que tutelle secondaire. Centrale Lille Institut a également rejoint les tutelles secondaires de l'IEMN depuis 2015.

L'IEMN est situé sur neuf localisations dont le site principal à Villeneuve-d'Ascq et avec des antennes sur le campus Science et Technologie de l'Université de Lille, à l'Université de Valenciennes (UPHF) et à Lille (JUNIA-ISEN). Elle héberge :

- la Centrale de Micro et Nano Fabrication (CMNF) de 1600 m² rattachée au réseau français de nanofabrication RENATECH+ ;
- la Plateforme de Caractérisation Multi Physiques (PCMP) distribuée sur trois sites pour un total de 1400 m² ;
- les plateaux techniques de proximité (sites de JUNIA-ISEN, Centrale Lille Institut, UPHF).

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'IEMN comprend cinq tutelles : le CNRS, avec un rattachement principal à CNRS Ingénierie et un rattachement secondaire à CNRS Physique ; l'Université de Lille, un établissement public expérimental ; l'Université Polytechnique Hauts-de-France (UPHF), en cours de labellisation comme grand établissement ; Centrale Lille Institut, en tant que tutelle secondaire ; Junia-ISEN, également en tant que tutelle secondaire. L'unité est bien connectée aux différentes instances de ses tutelles : Instituts CNRS, départements U Lille, composantes UPHF, et contribue de manière pertinente et cohérente aux différentes stratégies de ses établissements-tutelles.

Concernant les écoles doctorales, celles-ci ont opéré de changements importants pendant la période. Les doctorants de l'unité sont aujourd'hui rattachés à l'EG ENGSYS 632 (U Lille) ou à l'ED PHF 635 (UPHF).

À l'échelle régionale, l'IEMN bénéficie du soutien de la Région Hauts-de-France de par l'intersection de ses thématiques de recherche avec le SRESRI de la région, et sous la forme notamment de bourses doctorales, de contrats CPER (en particulier IMITECH, WAVETECH, TECSANTE, RITMEA, CORNELIA, EE4.0), de projets FEDER.

Sur le plan national, l'IEMN est membre du réseau RENATECH+, le réseau académique français des équipements de pointe dans le domaine de la micro et nanotechnologie, pilotée par le CNRS. Une partie de la plateforme PCMP sera rattachée au futur réseau national RF-NET de plateformes (autour des technologies hyperfréquences). Les deux plateformes de l'IEMN sont donc dans des réseaux nationaux ouverts et structurants. L'unité est également impliquée dans une équipe commune e-COST, une fédération de recherche (Transports Terrestres et Mobilité) et l'UAR IRCICA. Ses membres participent activement à de nombreux GdR CNRS sur tout le spectre des thématiques du laboratoire, et plus récemment se sont impliqués avec des postes à responsabilité dans le PIA3 Nanofutur, les PEPRs Electronique, Spin, Réseaux du Futur, Med-Ooc et à deux labex.

À l'international, l'IEMN était partenaire du Flagship Européen Graphène (terminé en 2023) et entretient des relations de longue date avec 3 IRL (CINTRA, LN2, LIMMS).

L'unité est également très active concernant les travaux de recherche en partenariat avec les acteurs socio-économiques. Quatre structures communes de recherche (dont 3 laboratoires communs avec STMicroelectronics, HORIBA, HCS Pharma et une chaire avec l'entreprise MC2 Technologies) ont été actives pendant la période. Enfin, l'IEMN est membre de l'Alliance des Composants et Systèmes pour l'Industrie Electronique (ACSIEL) et participe activement aux travaux du Comité Stratégique de Filière Electronique sur le plan national.

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	47
Maîtres de conférences et assimilés	86
Directeurs de recherche et assimilés	24
Chargés de recherche et assimilés	20
Personnels d'appui à la recherche	66
Sous-total personnels permanents en activité	243
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	20
Personnels d'appui non permanents	47
Post-doctorants	39
Doctorants	158
Sous-total personnels non permanents en activité	264
Total personnels	507

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2023. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
U Lille	62	0	24
CNRS	0	44	34
UPHF	30	0	7
Junia	17	0	1
CLI	9	0	0
Autres	16	0	0
Total personnels	134	44	66

AVIS GLOBAL

Le spectre des thématiques scientifiques de l'unité est très large, s'étendant de l'étude des matériaux pour l'électronique et l'optoélectronique jusqu'aux circuits et systèmes, en passant par l'acoustique, la micro-fluidique et les nano-biotechnologies.

La visibilité de l'unité est excellente et de niveau international. Elle est de niveau mondial pour les six équipes Acoustique Impulsionnelle et magnéto acoustique non linéaire – Fluides Interfaces Liquides et MicroSystèmes (AIMAN-FILMS), Circuits Systèmes Applications des Microondes (CSAM), Groupe Matériaux et Acoustique pour les Micro et NANosystèmes intégrés (MAMINA), Microélectronique Silicium (MICROE), Nanostructures, nano-Composants et Molécules (NCM), PHOTONIQUE THZ. Plusieurs premières mondiales sont à créditer à l'unité, notamment l'utilisation de méta-matériaux pour des applications acoustiques, la croissance sélective de nanofils, la création d'un support d'implant cochléaire, le calcul « réservoir » à base de composants organiques, le concept de « bulle éternelle », la première source de bruit packagée 140-220 GHz sur silicium, un accéléromètre en GaN sur Silicium, le calcul de type « reservoir computing » à partir de composants organiques, la démonstration de détecteurs à multi-puits quantiques à $\sim 10\mu\text{m}$ de longueur d'onde avec une bande passante de 100 GHz à température ambiante.

L'unité compte 507 personnels répartis sur neuf sites dans trois lieux distincts : Villeneuve d'Ascq, Lille centre et Valenciennes. Elle est un acteur important de la recherche au niveau régional et national dans le domaine des micronanotechnologies, impliquée dans des programmes structurants nationaux tels que le PEPR Électronique, ainsi que dans plusieurs programmes européens et Interreg.

Ses activités s'appuient sur ses plateformes, principalement CMNF et PCMP. L'unité fait également partie du réseau national Renatech+ (dans le domaine des micronanotechnologies) et du nouveau réseau RFNet (dans le domaine de la micro-nano-caractérisation).

L'unité se compose de cinq départements, 22 équipes et neuf projets phares transverses. Bien que les départements soient homogènes et clairement identifiés, ils manquent d'animation scientifique. Les équipes présentent une grande hétérogénéité en taille, et le positionnement des projets phares par rapport aux départements n'est pas toujours clair, bien qu'ils permettent une lisibilité vis-à-vis de l'extérieur.

Le rayonnement de l'unité est excellent et de niveau international. Au cours de la période, plusieurs membres ont reçu des distinctions notables, dont une médaille d'argent et deux médailles de cristal du CNRS, ainsi que trois lauréats IUF et douze prix de sociétés savantes. L'unité a accueilli 26 professeurs ou chercheurs invités pour des séjours d'au moins trois mois, soulignant ainsi son excellente attractivité internationale. Ses membres s'impliquent également dans des responsabilités éditoriales au sein de revues reconnues (Sensors & Diagnostics, IEEE Trans. Electron Devices, Optics Express) et dans plusieurs réseaux scientifiques (direction ou responsabilités thématiques dans des GdR). L'unité a une très forte implication dans des collaborations internationales structurées sous la forme de LIA (LICS avec la Russie jusqu'en 2020) et d'IRL (LN2 à Sherbrooke, CINTRA à Singapour et le LIMMS à Tokyo).

La production scientifique de l'unité est remarquable tant en quantité qu'en qualité, attestée par des articles publiés dans les meilleures revues au niveau mondial (Nature, Phys Rev, APL, ACS Nano, Nano Letters). Plusieurs articles ont reçu des distinctions, tels que le meilleur article lors de conférences internationales ou la couverture de journaux.

Le bilan des financements de projets nationaux (ANR, FEDER) et européens (H2020, Horizon Europe, Interreg) montre une progression remarquable par rapport à la période précédente. Comparé à 2018, l'unité a amélioré son taux de réussite aux projets ANR de +16 % et son taux pour les projets européens de +250 %. De plus, l'unité a obtenu trois projets ERC durant cette période. Ces résultats exceptionnels témoignent d'une stratégie efficace en matière de financement de la recherche.

L'interaction avec le monde socio-économique est également excellente : 95 brevets ont été déposés durant cette période et un total de 199 contrats a été établi avec 64 entreprises partenaires. Parmi ceux-ci, 32 contrats du dispositif Cifre ont été obtenus, dont seize avec STMicroelectronics (société avec laquelle l'unité a un laboratoire commun actif depuis 20 ans) et six avec Thales.

Enfin, plusieurs équipes de l'unité participent activement aux activités de médiation scientifique (Fête de la Science, interventions auprès des élèves de lycée ou en classes préparatoires).

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'EMN a tenu compte de la plupart des recommandations de l'évaluation précédente. Elles ont toutes conduit à des améliorations de l'unité.

L'unité a opéré à des changements organisationnels pour faire évoluer son fonctionnement. Elle a pris en compte les recommandations sur les équilibres entre projets scientifiques et support technologique au niveau des plateformes, que ce soit au niveau des ressources humaines ou au niveau du parc instrumental. En particulier, l'effectif global ITA/BIATSS a été maintenu avec une priorisation des embauches sur les plateformes et l'implication des personnels des plateformes dans les projets de recherche. Elle a mis en place un nouveau comité de direction avec la nomination d'un directeur adjoint au pilotage des ressources technologiques pour une meilleure prise en compte des plateformes technologiques et de leur personnel. L'unité a établi un organigramme-cible RH idéal autour des deux plateformes technologiques qu'elle s'efforce d'atteindre. Toutefois, la direction mentionne la présence significative de personnels techniques en CDD sur programmes CPER faisant peser sur l'unité un risque de perte de savoir-faire technologique à leur départ et de report d'une surcharge de travail sur les autres personnels. L'unité a œuvré pour améliorer les conditions de travail sur certains postes techniques et administratifs. Plusieurs actions ont été menées comme la structuration de la plateforme de caractérisation multiphysique, une réorganisation de la Centrale de Micro Nano Fabrication avec la création d'un pôle transverse de maintenance, alimenté en partie sur fonds propres. De plus, plusieurs programmes structurants ont permis de mener des actions de renouvellement et de mise à niveau des équipements de plateformes pour maintenir les compétences technologiques de l'unité à son plus haut niveau jusqu'à l'horizon 2027.

Du point de vue scientifique, l'unité a affiné sa stratégie scientifique au niveau des « flagships » (thématiques et transverses) qui regroupe plus de 90 % des activités de l'unité. En ce qui concerne les activités de recherche sur le GaN, l'unité rencontre des difficultés à restructurer ses équipes pour des raisons historiques ou d'entente entre les permanents. Le groupe SILPHYDE pressenti non-viable par le précédent comité a été dissout. Le groupe MITEC a été restructuré et le groupe SUBLAMBDA poursuit sa réflexion de fusion avec d'autres groupes. Plus largement, un dispositif de « groupe en émergence » a été mis en place afin de favoriser les évolutions des contours des groupes. Par ailleurs, le positionnement de l'unité dans l'IRCICA (UAR) a été clarifié. Elle porte le pôle Sigmacom de la PCMP qui contribue au financement de plusieurs projets scientifiques. L'intégration du L2EP n'a pas abouti.

Concernant le transfert technologique et la valorisation des produits de la recherche, des initiatives ont permis une meilleure connaissance des structures et des outils de valorisation de l'ensemble des personnels et un chargé de mission valorisation a pris ses fonctions en 2023 pour remplacer le Directeur valorisation. L'unité a réussi une montée en TRL des licences de brevets accordées à six entreprises.

Concernant son rayonnement, la direction mentionne avoir maintenu le nombre de conférences internationales invitées mais rencontre toujours des difficultés à recenser toutes les activités compte tenu de la taille de l'unité et du nombre important d'équipes, ceci malgré une politique incitative de science ouverte avec l'outil HAL. Il en est de même pour les actions de promotion des sciences et de diffusion des savoirs. L'unité présente une longue liste de ses actions montrant la forte implication des personnels mais peine à la rendre exhaustive afin d'en évaluer des indicateurs.

La direction de l'unité a pris des initiatives pour réinstaurer les conseils institutionnels avec une fréquence minimale et la publication de compte-rendu permettant de mieux impliquer l'ensemble des personnels. Elle avait également organisé une journée du laboratoire à Bouvines en 2018 avec les groupes de recherche et l'ensemble du personnel pour la co-construction du projet de la nouvelle direction. Des rééquilibres organisationnels ont été atteints. Ils concernent la diminution du nombre de membres du conseil de laboratoire, la fréquence des conseils, la taille des départements scientifiques. L'unité a travaillé pour renforcer les synergies entre les personnels permanents et non-permanents. Malgré ses initiatives, entachées par la période COVID, l'adhésion des non-permanents à la vie collective de l'unité, doctorants et post-doctorants, reste un problème dont l'unité est consciente. La question du manque de cohésion au sein de l'unité reste prégnante.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'unité a mis en place un projet scientifique ambitieux issu d'une démarche réellement collective lors de l'évaluation précédente, et s'est attelé à sa réalisation pendant la période. Ce projet s'est appuyé sur six projets-phares (flagships) applicatifs d'intérêts sociétaux et environnementaux (Transport, Énergie, Technologies pour la Santé, Internet des Objets, Télécommunications, Technologies neuromorphiques,) et trois axes transversaux scientifiques et technologiques (Matériaux, Dispositifs, Caractérisation).

Le bilan de cette structuration est très positif sur plusieurs de leurs objectifs, en particulier la lisibilité des activités du laboratoire, la communication interne et l'identification de nouvelles collaborations inter-groupes. La plupart des flagships jouissent d'un excellent niveau d'activités contractuelles collaboratives aux échelles nationale, européenne et internationale ainsi que de nombreux partenariats académiques et industriels.

Appréciation sur les ressources de l'unité

L'activité contractuelle de l'unité est exceptionnelle et diversifiée en ressources, englobant des projets structurants et des projets d'accélération à l'échelle nationale et européenne, ainsi que des initiatives du Conseil européen de la recherche (ERC).

Le taux de recrutement des chercheurs et enseignants-chercheurs a été significatif durant cette période, avec en particulier seize nouveaux MCF/CR/CPJ recrutés en 2022-2023. De plus, l'organisation des locaux des plateformes et des services techniques est excellente.

Cependant, la catégorie du personnel des BIATSS et ITA est sous tension : le personnel est très sollicité et a également constaté une augmentation du nombre de contrats à durée déterminée (CDD), tant dans les domaines techniques qu'administratif.

Par ailleurs, le bâtiment central est vieillissant et nécessite des investissements importants pour sa rénovation ainsi que pour l'amélioration de ses indicateurs de consommation énergétique. Il s'agit d'une situation inquiétante en vue du fonctionnement de la salle blanche. Enfin, le comité observe un désengagement de l'Université de Lille concernant les frais d'infrastructure.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

La structuration de l'unité, dominée par son histoire, donne un sentiment de solidité aux groupes et de fierté d'appartenance. Les tutelles de l'unité y tiennent également. La mutualisation des ressources techniques de fabrication et de caractérisation (moyens financiers, postes BIATSS et ITA) est une évolution très positive.

L'arrivée des « flagships » a permis de remobiliser des chercheurs et d'améliorer la lisibilité des activités de l'unité. Les services mutualisés centraux administratifs et techniques sont particulièrement bien organisés et, malgré les contraintes, arrivent à bien fonctionner.

Il y a une évolution notable des recrutements EC sur Junia et sur Centrale Lille. Le personnel technique apprécie (i) travailler sur une diversité de missions avec une forte visibilité sur le plan national, (ii) avoir un plan QVT et (iii) être écouté par la direction. La direction est de manière générale ouverte à la discussion avec le personnel.

En plus des conseils classiques, la direction a mis en place de manière pertinente un conseil technologique et un conseil scientifique qui ont des rôles spécifiques. Le patrimoine scientifique de l'unité est très fortement protégé par une activité forte de valorisation (brevets, start-up).

Néanmoins, la structuration historique des activités scientifiques a vécu et aujourd'hui, au lieu d'être un

vecteur d'impulsion de renouvellement, est simplement une agrégation des activités des équipes en départements. Il y a un grand nombre d'équipes avec une très grande hétérogénéité de taille. Le positionnement flagships / départements n'est pas clair pour le personnel.

Les départements ne sont pas perçus de manière uniforme et leur fonctionnement, est hétérogène. La direction des départements est tournante sur les responsables d'équipes, conduisant à des conflits d'intérêts évidents.

Concernant la parité, il n'y a pas de représentants féminins dans l'équipe de direction, et peu dans les responsabilités des groupes et des pôles. Le personnel signale un manque de reconnaissance des co-encadrants de thèse. Il n'y a pas de package d'accueil homogène pour les nouveaux arrivants (fléchage de thèse, moyens financiers ...).

L'incitation faite aux jeunes MCF pour passer leur HDR est hétérogène entre les équipes. L'anticipation des départs en retraite est sujet à beaucoup d'incertitudes et n'a pas conduit à un plan d'action clair pluriannuel. Le nouveau paysage de recrutement de personnel des unités de recherche (CDIs, CDDs) est constaté mais pas encore assimilé.

Il y a des difficultés de recrutement d'ITA et BIATSS, notamment en BAP G. Les services techniques et administratifs sont sous tension, avec une grande fragilité de fonctionnement. L'unité n'a pas mis en place de cellule risques psycho-sociaux.

Il n'y a pas assez d'évènements ou d'espaces de discussion scientifique ouverts à tous et permettant d'animer la vie scientifique de l'unité.

Enfin, malgré une initiative d'installation de panneaux photovoltaïques, et un début de constitution de cellule bilan carbone, le bâtiment est qualifié de passoire énergétique et plusieurs équipements anciens sont énergivores.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a mis en place un projet scientifique ambitieux issu d'une démarche réellement collective lors de l'évaluation précédente, et s'est attelé à sa réalisation pendant la période. Ce projet s'est appuyé sur sept projets-phares applicatifs d'intérêts sociétaux et environnementaux (Transport, Énergie, Technologies pour la Santé, Internet des Objets, Télécommunications, Technologies neuromorphiques) et trois axes transversaux scientifiques et technologiques (Matériaux, Dispositifs, Caractérisation). Le bilan de cette structuration est très positif sur plusieurs de leurs objectifs, en particulier la lisibilité des activités du laboratoire, la communication interne et l'identification de nouvelles collaborations inter-groupes. La plupart des flagships jouissent d'un excellent niveau d'activités contractuelles collaboratives aux échelles nationale, européenne et internationale ainsi que de nombreux partenariats académiques et industriels.

La visibilité de l'unité est excellente et de niveau international. Elle est de niveau mondial pour les six équipes Acoustique Impulsionnelle et magnéto acoustique non linéaire - Fluides Interfaces Liquides et MicroSystèmes (AIMAN-FILMS), Circuits Systèmes Applications des Microondes (CSAM), Groupe Matériaux et Acoustique pour les Micro et NANosystèmes intégrés (MAMINA), Microélectronique Silicium (MICROE), Nanostructures, nano-Composants et Molécules (NCM), PHOTONIQUE THZ. Plusieurs premières mondiales sont à créditer à l'unité, notamment l'utilisation de méta-matériaux pour des applications acoustiques, la croissance sélective de nanofils, la création d'un support d'implant cochléaire, le calcul « réservoir » à base de composants organiques, le concept de « bulle éternelle », la première source de bruit packagée 140-220 GHz sur silicium, un accéléromètre en GaN sur Silicium, le calcul de type « réservoir computing » à partir de composants organiques, la démonstration de détecteurs à multi-puits quantiques à ~10µm de longueur d'onde avec une bande passante de 100 GHz à température ambiante.

L'unité a su très bien aligner ses thématiques stratégiques ou en émergence avec les priorités scientifiques de son environnement, et notamment ses tutelles. De même, elle a très bien réussi à positionner ses activités de recherche dans les priorités régionales. Déjà un acteur majeur dans le paysage national de la recherche dans ce domaine, l'unité est fortement impliquée dans les actions issues de la stratégie nationale ; et s'est positionnée fortement dans les structures professionnelles de la filière électronique, incluant des responsabilités de haut niveau au Comité Stratégique de Filière et une participation accrue aux Pôles de Compétitivité pendant la période.

L'animation scientifique de l'unité est soutenue par la direction par le biais d'AAP internes visant, sur la période écoulée, à initier des activités scientifiques alignées avec les flagships. En moyenne, les ressources allouées sont de 117 k€/an pour un financement annuel de deux à trois projets (43 k€/projet en ordre de grandeur).

Points faibles et risques liés au contexte

L'amélioration de l'animation scientifique à travers des projets-phares reste en-deçà de l'objectif. Il existe une grande disparité de taille au sein des équipes, dont l'effectif (ETP) varie de 1 à 17,5.

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

Les activités de recherche de l'unité sont centrées sur les technologies miniaturisées dans les domaines de la microélectronique, les technologies pour la santé et les technologies de l'information et de la communication au sens large. Ses activités sont ainsi fortement multidisciplinaires. L'unité est positionnée sur plusieurs thématiques de recherche, et dispose de moyens technologiques et expérimentaux d'excellent niveau ainsi que de plateaux de proximité. Ainsi, la nature de ses activités scientifiques et de ses plateformes fait que l'unité a besoin d'investissements récurrents importants pour maintenir une activité de recherche de qualité.

Sur la période, l'unité a réussi à augmenter de manière remarquable (+168 %) ses ressources propres.

Les dotations des tutelles principales sont restées globalement stables sur la période (+4 %).

Par ailleurs, les départements scientifiques disposent d'un budget propre leur permettant l'animation interne ou des soutiens légers aux activités scientifiques.

Les ressources humaines reflètent cette nécessaire multidisciplinarité dans le recrutement ou l'intégration de personnels aux profils variés. Les ressources humaines ont connu une augmentation globale de +6 % durant la période, avec des hausses notables dans plusieurs catégories : enseignants-chercheurs (+12 %), postdoctorants et ATER (+121 % - en raison d'un nombre initial très faible en 2018).

Ces chiffres témoignent d'une dynamique positive dans le recrutement et le développement des ressources humaines au sein de l'unité. En particulier, le taux de recrutement des chercheurs et enseignants-chercheurs est élevé, avec seize nouveaux MCF/CR/CPJ recrutés en 2022-2023.

Les recrutements récents de chercheurs juniors montrent une tendance favorable vers une meilleure parité homme-femme au sein de l'unité. Cette évolution contribue à réduire le déséquilibre historique et favorise une représentation plus équitable.

Points faibles et risques liés au contexte

Huit équipes, dont cinq dans le département Micro Nano et Optoélectronique, compte un nombre inférieur à quatre ETP. Cela soulève des questions sur l'efficacité de cette structuration dans un contexte de recherche nécessitant une masse critique.

L'unité est hébergée dans neuf bâtiments répartis sur trois sites (Villeneuve-d'Ascq, Lille, Valenciennes), conduisant à une dispersion du personnel ainsi qu'à une gestion plus complexe des locaux et des infrastructures. Les deux tutelles secondaires ne contribuent plus à la dotation récurrente.

L'une des tutelles va se désengager du financement des frais d'infrastructure de l'unité, avec un « manque à gagner » final important de 260 k€/an.

L'augmentation des frais d'énergie est conséquente et a nécessité une contribution exceptionnelle du CNRS.

La direction de l'unité constate des difficultés de mutualisation des ressources propres générées par les équipes de recherche.

Les infrastructures de l'unité sont globalement vieillissantes. Le bâtiment central notamment a plus de 30 ans et affiche un très mauvais bilan énergétique.

L'unité signale également de fortes difficultés pour maintenir le nombre d'effectifs (ITA et BIATSS permanents) nécessaires : les objectifs préparés dans le cadre de l'« organigramme cible idéal » n'ont pu être atteints. De manière générale, la baisse des effectifs a dû être partiellement compensée par des recrutements d'ingénieurs et techniciens en CDD (+19 %).

Il existe donc une très forte divergence entre les besoins croissants d'investissement (locaux, infrastructures) ne pouvant pas être couverts par les ressources propres d'une part ; et la réduction des dotations récurrentes des tutelles, voire le désengagement d'une tutelle sur le poste infrastructure. Si la direction de l'unité a bien mesuré l'importance de la menace sur ses activités scientifiques et a commencé à mettre en œuvre des initiatives pertinentes, l'aide financière des tutelles sera cruciale à court terme.

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 a nommé deux correspondants (une femme et un homme) Égalité Femmes-Hommes dont la mission est de promouvoir l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes. L'unité suit par ailleurs la procédure HRS4R pour les recrutements CNRS. Le personnel et les étudiants étrangers arrivant à l'unité bénéficient d'un accueil dédié facilitant leur intégration.

L'unité veille à la qualité des conditions de travail de ses personnels. Le règlement intérieur de l'unité a été refait en 2021 pour une mise en application en 2022, et sera actualisé pour préciser des éléments concernant en particulier l'intégrité scientifique. Les problématiques de qualité de vie au travail et de ressources humaines sont abordées lors du conseil de laboratoire, de fréquence trimestrielle. De plus, l'unité met en œuvre un appel à projets QVT, ce qui a notamment débouché sur l'installation d'équipements de visioconférence dans trois salles de réunion.

L'unité a pu gérer la crise COVID de manière très satisfaisante.

Les mesures mis en place pour la protection des systèmes d'information (matériels, réseaux, données) sont satisfaisantes. L'unité est sujet au règlement de fonctionnement de toute unité concernant l'accès à ses locaux, et le respecte.

L'unité a réalisé son premier bilan carbone en 2024, en concluant que les chiffres sont comparables à ceux d'instituts de taille et d'activité comparables. Une étude menée récemment par l'Institut Ingénierie du CNRS a permis de publier les émissions de CO₂ de plus de trente laboratoires (en se basant sur la même méthodologie et la même année). L'EMN a le taux le plus élevé de CO₂ rejeté par membre : environ 13 t de CO₂ /membre. Il est néanmoins important de préciser qu'un seul autre laboratoire du réseau Renatech est également cité dans ce bilan avec environ 8,5 t CO₂/membre. D'importants travaux sur l'infrastructure de la salle blanche de ce laboratoire ont été réalisés ces dernières années pouvant expliquer cette différence.

Par ailleurs, l'unité a démarré une excellente initiative pour s'équiper en panneaux solaires. Un groupe de travail est aujourd'hui formé pour pérenniser les actions sur le développement durable.

Points faibles et risques liés au contexte

Les procédures de recrutement pour les tutelles hors CNRS sont hétérogènes et ne suivent pas forcément la procédure HRS4R.

L'unité exerce un suivi RH des personnels à différents titres et de manière hétérogène selon l'employeur.

L'unité signale une insuffisance de l'offre de restauration universitaire sur le site de Villeneuve d'Ascq. L'aide des tutelles sur ce site est cruciale pour résoudre ce problème.

L'unité signale une augmentation sensible des demandes liées au protocole d'accès à ses locaux et une augmentation également sensible (+18 %) du taux de refus pour les demandes extra-européennes, ce qui a un impact sur l'efficacité et sur l'attractivité.

La réflexion sur le développement durable pour les infrastructures aurait gagné à s'élargir (isolation thermique, efficacité énergétique de l'équipement ...).

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

L'unité se distingue par l'engagement de ses membres en tant que porteurs ou acteurs majeurs dans des projets structurants nationaux. Son rayonnement scientifique est attesté par des responsabilités éditoriales dans des revues reconnues au sein des communautés (Sensors & Diagnostics, IEEE Trans. Electron Devices, Optics Express, ...), des séjours dans des laboratoires étrangers, et des participations à des instances d'évaluation (CNU 63, CoNRS 3, 8 et 9).

Au cours de la période, des membres de l'unité ont reçu plusieurs distinctions, notamment une médaille d'argent et deux médailles de cristal du CNRS, ainsi que trois lauréats IUF et douze prix de sociétés savantes. L'unité a accueilli 26 professeurs ou chercheurs invités pour des séjours d'au moins trois mois, soulignant ainsi son excellente attractivité internationale. De plus, deux chaires ont été mises en place pour des chercheurs étrangers, renforçant les collaborations et l'échange de connaissances au sein de l'unité.

Le bilan des financements de projets nationaux (ANR, FEDER) et européens (H2020, Horizon Europe, Interreg) montre une progression remarquable par rapport à la période précédente. Comparé à 2018, l'unité a amélioré son taux de réussite aux projets ANR de +16 % et son taux pour les projets européens de +250 %. De plus, l'unité a obtenu trois projets ERC durant cette période. Ces résultats exceptionnels témoignent d'une stratégie efficace en matière de financement de la recherche.

L'unité appuie une grande partie de ses recherches sur l'excellence de ses compétences et moyens techniques, très conséquents, supportant un large domaine de thématiques. L'unité dispose de deux plateformes fortement structurées : CMNF et PCMP. Certains équipements sont remarquables et positionnent le laboratoire au meilleur niveau international avec peu de structures équivalentes. La centrale de technologie CMNF (Centrale de Micro Nano Fabrication) est l'une des cinq centrales du réseau national académique RENATECH, tandis que les moyens de caractérisation PCMP (Plateforme de Caractérisation Multi-Physique) résultent d'une nouvelle structuration des moyens de l'unité en 2020.

- 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

Rayonnement scientifique et insertion dans l'espace européen de la recherche :

L'unité de recherche se distingue par l'engagement de ses membres en tant que porteurs ou acteurs majeurs dans des projets structurants nationaux. Son rayonnement scientifique est attesté par des responsabilités éditoriales dans des revues reconnues dans les communautés (Sensors & Diagnostics, IEEE Trans. Electron Devices, Optics Express, ...), des séjours dans des laboratoires étrangers, et des participations à des instances d'évaluation (CNU 63, CoNRS 3, 8 et 9). Au cours de la période, des membres de l'unité ont reçu plusieurs distinctions, notamment deux médailles d'argent et deux médailles de cristal du CNRS, ainsi que trois lauréats IUF et douze prix de sociétés savantes.

De plus, des partenariats solides, comme le laboratoire commun avec STMicroelectronics, contribuent à un taux élevé de publications en collaboration, renforçant ainsi son impact et sa visibilité dans le domaine de la recherche.

Qualité de sa politique d'accompagnement des personnels :

Le taux d'encadrement des doctorants est d'environ 1,1 doctorant par permanent HDR, ce qui peut être considéré comme un taux confortable.

Les nouveaux entrants bénéficient d'une journée d'accueil, organisée une fois par an.

L'unité est également bien connectée à la société savante IEEE, grâce à une branche étudiante IEEE de Lille créée puis animée par des doctorants de l'unité. Leurs activités impliquent deux chapitres : Circuits and Systems, Solid-State Circuits.

Pendant la période, l'unité a accueilli 26 professeurs ou chercheurs invités pour des séjours d'au moins trois mois, ce qui souligne son excellente attractivité internationale. De plus, deux chaires ont été mises en place pour des chercheurs étrangers, renforçant ainsi les collaborations et l'échange de connaissances au sein de l'unité.

Reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs :

Le bilan des financements de projets nationaux (ANR) et européens montre une progression remarquable par rapport à la période précédente. Comparé à 2018, l'unité a amélioré son taux de réussite aux projets ANR de +16 %, malgré une baisse de 49 % des soumissions (0,18 projet par permanent). Cette réduction s'explique en partie par une forte implication des membres de l'unité dans les PEPRs. Le taux de financement des projets européens a augmenté de 250 %, avec une hausse des soumissions (0,14 projet par permanent). De plus, l'unité a obtenu trois projets ERC au cours de la période (IONOS, Tuscany-Projet, POSEIDON). Ces résultats exceptionnels témoignent d'une stratégie efficace de l'unité en matière de financement de la recherche.

Qualité des équipements et des compétences techniques :

L'IEMN appuie une grande partie de ses recherches sur l'excellence de ses compétences et moyens techniques, très conséquents, supportant un large domaine de thématiques et avec deux plateformes fortement structurées (CMNF et PCMP). Certains équipements sont remarquables et positionnent le laboratoire au meilleur niveau international avec peu de structures équivalentes (ex. : mesures en espace libre jusqu'à 750 GHz ; les développements des moyens permettant la mesure sous pointes de paramètres S jusqu'à 1,1 THz, et la mesure du facteur de bruit jusqu'à 260 GHz ; deux bâtis de lithographie à 100 keV permettant des résolutions de quelques nm, avec une jouvence en cours sur l'un d'entre eux).

- La centrale de technologie CMNF (Centrale de Micro Nano Fabrication) qui est une des cinq centrales du réseau national académique RENATECH.
 - o Cette plateforme est labellisée par l'université de Lille.
 - o Sur la période allant de 2020 à 2023, 551 publications diverses ont associé cette plateforme aux travaux présentés et déposés sur HAL.
 - o Une médaille de cristal a été décernée à un membre de cette plateforme en 2021 sur le développement et le couplage d'un microscope micro-ondes à balayage intégré dans un microscope électronique à balayage.
 - o Une autre médaille de cristal collectif a été décernée en 2022 à plusieurs membres de l'IEMN (ainsi qu'à d'autres membres de laboratoires du réseau RENATECH) ; les travaux récompensés portaient sur le développement d'une nouvelle application Internet pour améliorer l'accès aux équipements de ce réseau des grandes centrales de technologie du CNRS.
- Les moyens de caractérisation PCMP (Plateforme de Caractérisation Multi-Physique) sont issus d'une nouvelle structuration des moyens de l'IEMN en 2020.
 - o Cette plateforme est impliquée pour partie dans le réseau RENATECH (pour le pôle champ proche) et pour partie (pour les trois autres pôles) avec quatre autres laboratoires dans la création du réseau national de plateformes de caractérisation hyperfréquence « RF-Net » (réseau adossé au PEPR Réseaux du futur).
 - o Cette plateforme est également labellisée par l'université de Lille.
 - o Sur la période allant de 2020 à 2023, 381 publications diverses ont associé cette plateforme aux travaux présentés et déposés sur HAL.
- Des plateaux techniques situés sur plusieurs sites du laboratoire (Centrale Lille, JUNIA et UPHF) viennent compléter l'ensemble des moyens de l'IEMN.

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

Rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche :

Les responsabilités au sein d'instances d'évaluation (CNU 63) et de pilotage de la recherche et d'expertise scientifique sont concentrées sur un faible nombre d'équipes.

Qualité de sa politique d'accompagnement des personnels :

La pyramide des âges indique qu'un nombre significatif de membres permanents (29) se trouve dans la tranche d'âge de plus de 60 ans. Ces personnes sont donc susceptibles de quitter l'unité dans un avenir proche, ce qui pourrait avoir des conséquences sur l'organisation et la continuité des activités de l'unité.

Tandis que le dispositif d'accompagnement de candidats aux postes MCF/CR est bien expliqué, il n'est pas clair quelles actions proactives mène l'unité pour attirer les meilleurs candidats.

Risques associés aux plateformes et équipements de l'IEMN :

Le fonctionnement de grandes plateformes structurées avec des financements de plusieurs dizaines de millions d'euros en achat d'équipements nécessitent des moyens conséquents pour faire évoluer les équipements, la maintenance, les consommables et l'infrastructure.

La facturation auditable est une solution retenue pour compléter les financements nécessaires pour les deux plateformes (CMNF et PCMP). De nombreux questionnements sont exprimés dans le rapport sur cette facturation, tant sur les tarifs (inadaptés dans certains cas) et le fonctionnement interne même (autocensure pour l'utilisation). La direction de l'IEMN suggère même la constitution d'un groupe de travail pour étudier et suivre les évolutions à mettre en place.

Sans l'adhésion du laboratoire et cette mise en place de nouveaux tarifs, l'IEMN risque d'avoir des difficultés quant au bon fonctionnement de ces plateformes mutualisées sans pouvoir justifier de nombreux coûts auprès des différents financeurs.

Sur les fonctions « support », le laboratoire met en avant une faiblesse liée au manque de renouvellement (notamment pour les agents des BAP F, G et J).

La baisse des effectifs (mentionnée dans l'évaluation précédente de l'IEMN) a amené la création d'un organigramme cible idéal (pour la plateforme CMNF) autour des deux plateformes et l'infrastructure associée. L'IEMN constate mi-2024 un presque maintien des postes de permanent (-1), sans pouvoir atteindre les objectifs de l'organigramme cible idéal.

L'activité importante est en partie prise en charge par le recrutement de CDD financés grâce aux CPER notamment.

Ces éléments suggèrent un risque pour assurer la pérennité et le maintien de l'excellence des moyens des plateformes avec une proportion de CDD trop importante.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique de l'unité est excellente tant en quantité qu'en qualité, attestée par des articles publiés dans les meilleurs journaux au niveau mondial (Nature, Phys Rev, APL, ACS Nano, Nano Letters, etc.). Plusieurs articles ont reçu des distinctions, notamment de meilleure présentation dans des conférences internationales ou pour la couverture de journaux.

Un nombre important de publications de l'unité sont co-signées avec des partenaires étrangers.

Cependant, la production scientifique est hétérogène entre les équipes et également au sein des équipes.

Un point de vigilance concerne l'équipe NANSEE (ex-NBI), où il y a suspicion d'intégrité scientifique sur deux de ses membres. Une commission, désignée par les tutelles, est chargée d'examiner l'adéquation de la production de l'équipe avec les principes d'intégrité scientifique. Les conclusions de cette commission n'étant pas encore connues, le comité a donc choisi de ne pas se prononcer sur cet aspect.

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

La production scientifique de l'unité, en termes de publications, est d'excellente qualité. Les travaux de l'unité sont publiés pour environ 80 % d'entre eux dans les meilleures revues internationales (Chem. Soc. Rev., Nat. Electron., Nat. Commun., Nat. Mater., Nano Lett., Phys. Rev. Lett., IEEE Trans., Adv. Mater., Energy Storage Mater. etc.).

La production scientifique a été régulière et soutenue durant la période, avec un total de 1715 RICL. Ceci correspond à une production de RICL comprise entre 2,47 et 2,91 RICL/ETP/an. La production de CICL, plus variable, est comprise entre 1,85 (année COVID) et 3,27 CICL/ETP/an. La grande majorité des publications sont cosignées avec d'autres unités, dont plusieurs avec des collaborateurs internationaux, ce qui signale l'ouverture de l'unité pour des collaborations, contribuant ainsi à la réputation de l'unité et à son attractivité. Il est notamment le fruit d'une très forte implication de l'EMN dans des collaborations internationales structurées sous la forme de LIA (LICS avec la Russie jusqu'en 2020) et d'IRL (LN2 à Sherbrooke, CINTRA à Singapour et le LIMMS à Tokyo).

La production scientifique de l'unité est renseignée sur HAL depuis 2020, avec enrichissement rétroactif à 2018 pour les rubriques articles, livres/chapitres, communications (dont communications invitées). Les pratiques de l'unité sont ainsi en parfaite adéquation avec les principes de la science ouverte en ce qui concerne la production scientifique.

La qualité de la production scientifique est notamment visible dans le domaine de la nanotechnologie. Les travaux les plus cités sont représentatifs de la diversité thématique de l'unité : les micro-supercondensateurs 3D pour l'alimentation de l'Internet des objets, les propriétés de transport des matériaux à base de PEDOT, la reconnaissance des visages, les cristaux phononiques à piliers, les métamatériaux et métasurfaces, les composants de puissance GaN et les nanocarbones pour la biologie et la médecine.

Point de vigilance

Suite à la révélation d'un grave manquement à l'intégrité scientifique dans l'équipe NANSEE (ex-NBI) et qui fait l'objet d'une enquête des tutelles, l'unité a mis en place une réflexion collective sur l'intégrité scientifique.

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

Si les publications dans les meilleures revues sont en progression (19 % en 2023 contre 14 % en 2018), le nombre de publications (5 %) dans les revues non reconnues par les communautés scientifiques concernées reste constant au cours de la période.

Il existe une forte hétérogénéité entre les équipes concernant le volume des publications, allant de 1 à 2,5 RICL/ETP/an.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

Les relations industrielles de l'EMN sont remarquables, couvrant tout le spectre scientifique et applicatif de l'unité. Elles concernent aussi bien les grandes entreprises (STMicroelectronics, Thales, CEA, IMEC, ONERA ...) que les PME et start-up, dont certaines sont issues de l'unité, comme Horiba.

L'activité de valorisation est remarquable : 95 brevets ont été déposés sur la période, dont 72 ont été délivrés. Parmi ces brevets, dix font l'objet d'une licence avec au moins une entreprise partenaire.

De nombreux contrats ont été établis avec l'environnement socio-économique, représentant 64 entreprises partenaires.

Par ailleurs, plusieurs contrats de prématuration et de maturation ont été conclus, démontrant l'excellent niveau de transfert de l'unité. Ces efforts se sont concrétisés par la création de cinq start-up (Vision, Axorus, Hileores, Bionameris, Besttic).

25 % des équipes ont une faible activité contractuelle ou de transfert.

- 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 non-académiques de l'IEMN en termes d'activité contractuelle sont remarquables et très riches, couvrant tout le spectre scientifique et applicatif de l'unité. Les relations concernent aussi bien les grandes entreprises (STMicroelectronics, Thales, CEA, IMEC, ONERA ...) que les PME et start-up (dont certains sont issus de l'unité, comme Horiba). Un complément de soutien de ces relations est apporté par un nouveau programme d'ingénieurs transfert depuis octobre 2023.

L'activité de valorisation est excellente : 95 brevets ont été déposés sur la période, dont 72 ont été délivrés. Dix de ces brevets font l'objet d'une licence avec au moins une entreprise partenaire.

Un total de 199 contrats a été établi avec l'environnement socio-économique, représentant 64 entreprises partenaires. Notamment 32 contrats du dispositif Cifre ont été conclus, dont seize avec STMicroelectronics (société avec laquelle l'unité a un laboratoire commun de longue date) et 6 avec Thales, ce qui représente une progression d'environ 30 % par rapport à l'évaluation précédente.

Dix-neuf contrats de prématuration et douze contrats de maturation ont été obtenus, démontrant l'excellent niveau de transfert de l'unité, et se concrétisant par la création de cinq start-up (Vision, Axorus, Hileores, Bionameris, Besttic).

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

25 % des équipes ont une faible activité contractuelle ou de transfert.

Le nombre de brevets déposés est en recul : 95 brevets déposés sur la période (contre 170 lors de la mandature précédente), dont 72 ont été délivrés.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

Les objectifs scientifiques du nouveau projet restent très pertinents et se basent majoritairement sur la reconduction de la même structure avec une fusion de deux projets-phares (Santé, Sciences du Vivant) en Technologies pour la Santé, et l'émergence d'un projet-phare prospectif intitulé Quantique. Cette approche devrait garantir une excellente visibilité à toutes les échelles (régionale, nationale, européenne et internationale) et devrait également permettre de poursuivre le renforcement des interactions avec l'environnement de l'unité tant sur le plan académique qu'industriel. Ce projet est, de plus, très bien aligné avec les actions issues de la stratégie nationale (France 2030) et est en parfaite adéquation avec les appels à projets nationaux et européens.

Du point de vue organisationnelle, l'équipe de direction sera constituée d'un directeur, d'un directeur adjoint scientifique et d'un directeur adjoint technologique. L'unité est organisée en cinq départements (Matériaux Nanostructures et Composants – 4 équipes, 30 ETP ; Micro/Nano/Bio-Systèmes, ondes et Microfluidique – 4 équipes, 24 ETP ; Micro Nano et Optoélectronique – 7 équipes, 20 ETP ; Technologies des télécommunications et systèmes intelligents – 4 équipes, 20 ETP ; Acoustique et systèmes intégrés – 3 équipes, 18 ETP). Ainsi, les départements sont bien homogènes en termes d'effectifs ETP.

Vu la très grande hétérogénéité en termes d'effectifs dans les équipes, et la proximité thématique existante entre plusieurs équipes, la direction est consciente du besoin et du potentiel d'une restructuration à court terme.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Optimisation de la structure organisationnelle : le comité recommande de réorganiser les équipes en fonction des axes de recherche principaux pour assurer une cohérence scientifique globale et atteindre une masse critique pour chaque équipe et éviter l'isolement, tout en anticipant et en compensant les départs en retraite.

Gestion financière durable : le comité recommande de trouver des solutions pour combler l'écart croissant entre les ressources (notamment les dotations récurrentes) et les besoins, prioriser les dépenses liées aux frais d'infrastructure, planifier la rénovation et l'amélioration énergétique du bâtiment principal.

Mutualisation des ressources : le comité recommande d'identifier les ressources pouvant être partagées au sein de l'unité, et de mettre en place un système de mutualisation efficace.

Renforcement de l'animation scientifique : le comité recommande d'élaborer un plan clair pour l'animation scientifique disciplinaire et transverse, d'allouer un budget spécifique à ces activités, et d'encourager les collaborations interdisciplinaires.

Harmonisation des procédures RH : le comité recommande de standardiser les processus de recrutement à l'échelle du laboratoire, d'assurer un suivi RH cohérent pour tout le personnel, indépendamment de leur tutelle.

Intégration du développement durable : le comité recommande d'élargir la réflexion sur le développement durable, particulièrement concernant les infrastructures, de traduire cette réflexion en actions concrètes et mesurables, et d'impliquer l'ensemble du personnel dans cette démarche

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

La poursuite et la finalisation de la mise en place d'un système de facturation auditable pour les grandes plateformes de l'unité sont recommandées. Pour ce faire, les actions suivantes pourraient être menées : développer un système de comptabilité analytique précis pour chaque plateforme, mettre en place des procédures de suivi des coûts et des revenus pour chaque équipement majeur, et établir des tarifs transparents et justifiables pour l'utilisation des plateformes.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

Le comité recommande aux membres de l'unité de poursuivre dans l'excellence.

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

Le comité recommande d'encourager les équipes ayant une faible activité contractuelle à analyser leur situation et à mettre en place des actions correctives pour améliorer leurs performances : identifier les équipes avec une activité contractuelle inférieure à la moyenne de l'unité, organiser des sessions d'autoévaluation pour ces équipes afin d'identifier les raisons de leur faible activité contractuelle et de mettre en place des actions correctives

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

Équipe 1 : ACOUSTIQUE

Nom du responsable : M. Jérôme Vasseur

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de recherche de l'équipe portent sur quatre thématiques principales : les cristaux phononiques (modulation spatio-temporelle) et les métamatériaux acoustiques (topologiques, bio-inspirés, pour l'acoustique sous-marine), les composants à ondes acoustiques de surface, la perception sonore et multimodale et l'algorithme quantique.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a essayé de prendre en compte la recommandation faite précédemment sur le faible taux de publications RICL, mais le résultat est mitigé, avec une stabilité de ce taux sur la période (1,5 RICL/ETP/an). L'équipe met en avant pour expliquer ces chiffres l'importance des tâches administratives des membres de l'équipe, qui comporte, entre autres, un des DAS CNRS Ingénierie et un des responsables de département de l'IEMN, à côté de responsabilités plus classiques.

La deuxième recommandation concernait la nécessité de renforcer la collaboration interne sur les thèmes des métamatériaux, qui sont représentés dans cette équipe, mais aussi dans les équipes AIMAN-FILMS, PHYSIQUE (EPHONI), qui travaillent aussi sur des métamatériaux acoustiques, et dans d'autres équipes de l'institut. Si l'équipe met en avant des travaux communs avec l'équipe AIMAN-FILMS ceux-ci ont été conduits en début de période. La coopération avec l'équipe PHYSIQUE (EPHONI) est récente et montre une certaine dynamique. Le comité note de plus, à la décharge de l'équipe, que cette recommandation n'avait pas été faite de façon symétrique dans les autres équipes impliquées dans cette thématique.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	4
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	10
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	4
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	8
Total personnels	18

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe ACOUSTIQUE a des compétences scientifiques d'un niveau international notamment dans les métamatériaux acoustiques et les cristaux phononiques. Une première mondiale a été réalisée par la démonstration expérimentale de la modulation temporelle par des méta-matériaux à base d'éléments piézoélectriques. De plus, l'ERC Poseidon, dans le domaine des matériaux topologiques, a pour objectif de réduire l'impact des bruits d'origine humaine sur le milieu marin. Une chercheuse de l'équipe a eu deux distinctions importantes (Médaille d'Argent CNRS & Médaille Française de la SFA) au cours de la période.

La production scientifique (1,5 RICL/ETP/an) est stable en quantité et excellente en qualité (APL, PhysRevAppl, JAP).

En plus de l'ERC, les membres de l'équipe ont été impliqués dans six projets européens de type H2020 dont deux portages.

Les prévisions de départ en retraite au cours de la prochaine période risquent d'affaiblir les activités de l'équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a obtenu beaucoup de succès ces dernières années dans les appels à projets (4,9 M€ sur la période) avec une majeure partie sur des appels compétitifs internationaux (sept contrats européens incluant un ERC en 2022) majoritairement portés par un CR, mais aussi dans des projets nationaux portés par différents membres de l'équipe (six ANR&DGA, six contrats industriels avec entre autres Michelin, Naval Group, Thales...). Un autre signe d'attractivité de l'équipe se trouve dans l'augmentation du nombre de membres sur la période, passant de 3,7 ETP à 5,7 ETP.

Le comité fait état de compétences scientifiques au niveau international dans les métamatériaux acoustiques et les cristaux phononiques, attestées par des publications récentes dans des revues importantes du domaine (APL, PhysRevAppl, JAP...).

Les compétences en acoustique sont reconnues au niveau national par les industriels majeurs du domaine, particulièrement orientées vers des activités dans le domaine de la défense (Naval Group, Thalès, Frec | n | sys/SOITEC). Les chercheurs sont honorés de distinctions reconnues : Médaille d'Argent CNRS & Médaille Française de la SFA pour une DR CNRS.

Points faibles et risques liés au contexte

Le profil des activités au sein de l'équipe met en avant une forte part de tâches d'administration et d'animation de la recherche (25 %) (DAS CNRS Ingénierie, membre bureau section 9 du CoNRS, responsable département IEMN, responsable du GDR META) qui réduit le temps de recherche des personnels concernés.

Si le taux de communication en conférence (2,7 com/ETP/an en moyenne sur la période) est très bon, le taux de publication dans des RICL est plus faible (1,5 RICL/ETP/an en moyenne sur la période) au regard de la proportion de chercheurs CNRS dans l'équipe, même si ce constat doit être corrigé pour tenir compte des tâches administratives importantes de certains membres de l'équipe.

Le nombre de thématiques traitées est important (en tenant compte des sous thématiques : sept sont décrites dans le DAE) pour une équipe de 5,7 ETP.

Il y a un risque de diminution de la production scientifique et de l'encadrement doctoral lié à un nombre important de départs en retraite des personnels DR et PR au cours des prochaines années, exacerbé par l'absence actuelle d'HDR des personnels CR et MCF.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Pour les métamatériaux, la trajectoire de l'équipe, tout à fait pertinente, met en avant des sujets très actuels comme la poursuite des travaux sur la modulation spatio-temporelle des cristaux phononiques ainsi que sur l'étude de métamatériaux bio-inspirés ou topologiques, certains de ces projets ayant déjà un financement par le biais de l'ERC. Sur la réalisation de composants SAW, la trajectoire évoquée concernant les études sur films minces piézoélectriques devra s'accommoder des efforts importants déjà en place sur ces substrats (Projet NanoFILN du PEPR Electronique par exemple) et trouver sa place dans cet environnement. La thématique sur la perception sonore évoque une direction autour des dispositifs médicaux qui semble intéressante et peu suivie par ailleurs. Pour le sujet de l'algorithmique quantique, la trajectoire vise des objectifs plus fondamentaux et, si elle évoque un possible usage des techniques développées pour les métamatériaux, elle ne met pas cet objectif en avant.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Les membres de l'équipe doivent s'appliquer à ne pas relâcher l'effort pour renforcer la production scientifique dans des revues internationales.

Le nombre important de thématiques, comparé aux capacités de publication, dans l'équipe fait courir le risque d'un manque de visibilité et de reconnaissance, exacerbé par l'ajout récent d'une thématique sur l'algorithmique quantique qui semble manquer de lien avec les activités historiques de l'équipe en acoustique. Une meilleure intégration de cette dernière activité ou une réflexion sur la structuration de l'équipe devrait être envisagée.

L'équipe devra prêter attention au départ en retraite des personnels DR et PR au cours des prochaines années afin de pouvoir réaliser son projet. Le nombre de membres de l'équipe habilités à diriger les recherches devra être augmenté pour favoriser l'encadrement doctoral.

Équipe 2 : AIMAN-FILMS – Acoustique Impulsionnelle et magnéto acoustique nonlinéaire – Fluides Interfaces Liquides et MicroSystèmes

Nom du responsable : M. Nicolas Tiercelin

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le groupe AIMAN-FILMS se concentre sur l'étude des phénomènes statiques et dynamiques dans les domaines multiphysiques de l'électronique fonctionnelle, de l'acoustique et de la fluïdique.

Trois axes principaux sont identifiés : les micro et nano-systèmes (MEMS) et les dispositifs à ondes acoustiques de surface (SAW), la fluïdique et l'acoustique, et enfin le magnétisme multiphysique. L'équipe met aussi en avant un axe transverse « Santé » identifiant les projets dont l'application est en santé.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations faites par le précédent comité appelaient à un maintien du niveau des activités de recherche ainsi qu'à une amélioration de la parité au sein de l'équipe. Tant au niveau de l'activité scientifique, avec l'ouverture de nouveaux domaines et le maintien d'une production et d'une attractivité significative, qu'au niveau de la parité (2 femmes sur les 6 recrutements durant la période), le comité constate que les recommandations ont été suivies.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	5
Maîtres de conférences et assimilés	7
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	16
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	5
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	4
Doctorants	18
Sous-total personnels non permanents en activité	28
Total personnels	44

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe AIMAN-FILMS présente un excellent niveau de production scientifique (3,2 RICL/ETP/an) avec des valorisations expérimentales dans des journaux majeurs du domaine (Nature Comm., PRB, PRE, PRL, JAP, Nanomat.). Elle présente également une excellente activité partenariale et l'obtention, chaque année, d'un brevet, de plusieurs extensions et la création de la start-up VISION.

Une première mondiale dans le domaine de la microfluidique a consisté à tester un capteur de métrologie des écoulements d'air dans une cavité interne d'un avion supersonique. Une autre première mondiale concerne le concept de « bulle éternelle » qui a fait l'objet de plusieurs articles dans la presse nationale à grande diffusion.

La forte attractivité de l'équipe se voit aussi bien au niveau du nombre important de contrats, que des chercheurs recrutés et des chercheurs invités de renommée mondiale.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe présente une forte attractivité qui se voit aussi bien au niveau du nombre important de contrats (7,5 M€) que de l'augmentation des effectifs durant la période (passage de sept à dix ETP, ainsi que de la présence de chercheurs invités de renommée mondiale [e.g., un professeur de DTU, Danemark, en microfluidique/acoustofluidique sur une chaire internationale WILL de l'Université de Lille]).

Les travaux scientifiques marquant de niveau international sont nombreux et concernent entre autres les travaux fortement cités sur les pinces acoustiques, le contrôle magnétoélectrique de l'émission térahertz et les travaux sur les fluides (étude des sauts hydrauliques, stabilité de bulles ...).

L'équipe présente un excellent niveau de production scientifique (3,2 RICL/ETP/an) pour une équipe plutôt expérimentale, avec des publications dans des journaux majeurs du domaine (Nature Comm., PRB, PRE, PRL, JAP, Nanomat., ...). Elle encadre un nombre important de doctorants (1,7/ETP) en croissance depuis le début de la période.

Le comité note aussi une excellente activité partenariale et de valorisation avec chaque année, en moyenne, l'obtention d'un brevet et de quatre extensions de brevet. Ces activités concernent aussi bien des grands groupes (Thalès, STMicro, Valeo) que des PME, et ont débouché sur la création de la start-up VISION.

L'aspect diffusion du savoir n'est pas oublié avec de nombreuses actions comme un transfert vers l'enseignement via la mise en œuvre de capteurs RF-MEMS acoustiques pour l'industrie 4.0 ou la diffusion scientifique via la presse nationale.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe fait état d'une prédominance marquée de contrats nationaux et régionaux avec un faible taux de financement au niveau européen (4 %).

Le principal risque est lié au nombre important de thèmes abordés qui pourrait à terme brouiller l'identité de l'équipe et rendre plus difficile son identification dans le paysage de la recherche nationale, voire créer de la compétition en son sein. Le comité remarque, par exemple, que sur les 21 RICL publiés en 2023, 14 ne comportent qu'un seul membre permanent de l'équipe, faisant ressortir un manque d'interaction interne.

Parmi ses neuf membres juniors (CR/MCF), un seul a son diplôme d'HDR autorisant l'encadrement des doctorants.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'équipe fait état de dix-neuf thématiques dans les trois axes principaux et de six thèmes dans l'axe transverse Santé. Ce panorama détaillé et montrant à nouveau la grande diversité des thématiques abordées dans l'équipe, fait majoritairement état des projets en cours sans se projeter vers leur évolution future et ne permet pas de voir clairement la direction scientifique que souhaite suivre l'équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Afin de poursuivre sa croissance, l'équipe devra sans doute faire un effort pour augmenter le nombre d'HDR parmi ses membres juniors (CR/MCF), un seul ayant pour l'instant acquis ce diplôme.

L'équipe devrait essayer d'accentuer la part de ses ressources provenant de contrats internationaux et tout particulièrement européens.

L'équipe devra faire attention à la multiplication des thématiques de recherche qui peut nuire à l'impact des travaux conduits en son sein.

Équipe 3 : ANODE – Equipe Advanced NanOmeter Devices

Nom du responsable : M. Mohammed Zaknour

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe ANODE est spécialiste des technologies silicium et technologies liées aux composants III-V. Elle développe des technologies de transistors et de dipôles pour les applications THz et a une forte activité au sein de la Centrale de Nano et Micro Fabrication de l'IEMN. Ses travaux visent à réduire le bruit dans les transistors à effet de champ (HEMT) AlInAs/GalnAs sur substrat InP et à faire de l'amplification de puissance avec des transistors bipolaires à hétérojonction (TBH) de type InP/InGaAs ou InP/GaAsSb, notamment dans la plage 200-300 GHz. Elle cherche également à faire de la génération de puissance dans la gamme THz à l'aide de diodes Schottky GaAs et GaN et de photodiodes UTC. L'activité neuromorphique de l'équipe met en œuvre une technologie CMOS standard et étudie des capteurs biomimétiques pour diverses modalités sensorielles (vision, acoustique, électromagnétique). Des projets incluent le développement de capteurs bioacoustiques pour la reconnaissance et la localisation de sons, et la création d'une radio « wake up » pour des applications d'Edge Computing avec le défi de l'efficacité énergétique pour de l'intelligence artificielle embarquée. L'équipe développe aussi des instruments de caractérisation haute fréquence aux échelles micro et nanométriques en environnement contrôlé.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a maintenu l'excellente qualité de ses activités et produits de la recherche, comme recommandé par le précédent comité d'évaluation. Elle a pu recruter un nouveau maître de conférences pour maintenir ses effectifs malgré une petite baisse du nombre d'EC en fin de contrat et a bien justifié son positionnement par rapport aux autres équipes de l'IEMN concernant son activité GaN. Elle travaille en totale collaboration avec l'équipe CSAM pour l'activité neuromorphique, comme cela a été recommandé.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	3
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	6
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	2
Doctorants	7
Sous-total personnels non permanents en activité	12
Total personnels	18

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe ANODE bénéficie d'une reconnaissance nationale et internationale dans le domaine des technologies III-V. Ses travaux sur les transistors à effet de champ ont permis d'atteindre des fréquences de coupure proches du THz, ce qui la positionne au meilleur niveau international. Ses travaux sur l'amplification de puissance, notamment à l'aide de diodes Schottky GaN, font d'elle une équipe de premier plan au niveau national. Ses compétences dans ces deux secteurs l'amènent à participer à plusieurs projets d'envergure tels que le PEPR électronique ou le projet européen (Move2THz) de type KDT impliquant de nombreux partenaires, dont SOITEC et STMicroelectronics. Ses activités sur les neurones artificiels, en collaboration avec l'équipe CSAM, sont remarquables et ont permis d'atteindre une efficacité énergétique record et de monter en TRL sur un dispositif de wake-up radio. Les travaux de l'équipe ont donné lieu à une production scientifique très bonne en quantité (1,55 RICL/ETP/an) et d'excellente qualité (dont Phys RevB, JAP, IEEE TED). Les travaux de l'équipe sont également fortement soutenus par l'industrie de la microélectronique et ont généré la production de trois brevets qui témoignent du fort potentiel d'innovation de l'équipe dans des secteurs très dynamiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique est d'excellente qualité avec 93 % des articles publiés dans des journaux reconnus par la communauté et est relativement bien équilibrée entre les membres permanents. D'un point de vue quantitatif, la production scientifique est très bonne avec 1,55 RICL par an par ETP/an et 5 (RICL+CICL+Brevet) par an par ETP. Elle s'accompagne d'une participation régulière (avec cependant une baisse significative en 2023) à des conférences, parmi lesquelles des conférences majeures du domaine comme APMC (Asia Pacific Microwave Conference) ou EuMC (European Microwave Conference). La majeure partie des doctorants publie au moins un article dans une revue internationale au cours de la thèse. Les membres de l'équipe ont également participé à trois brevets durant la période dans un domaine dynamique et compétitif, ce qui témoigne de son fort dynamisme pour les applications technologiques.

Plusieurs éléments témoignent d'une excellente attractivité de l'équipe au niveau national et international, notamment au travers des activités HEMT et TBH. Le rayonnement scientifique de l'équipe est très bon comme l'attestent cinq invitations dans des conférences nationales ou internationales, et la participation à l'organisation de conférences, dont la « European Microwave Week » qui est une conférence majeure du domaine. L'équipe a développé plusieurs partenariats aux échelles nationale et internationale qui contribuent à son rayonnement et à sa production. Certains doctorants ont reçu des prix de thèse. L'origine des doctorants est assez diversifiée, à la fois en France et à l'étranger. La capacité de l'équipe à obtenir des financements est excellente : cinq projets ANR dont un en coordination, deux projets du PEPR Électronique dont la coordination d'un projet ciblé et deux projets européens (IPCEI) impliquant des leaders industriels de la microélectronique tels que STMicroelectronics et SOITEC.

L'équipe démontre également une excellente capacité à inscrire ses activités dans la société. Ses travaux sont aussi directement financés par l'industrie au travers de huit thèses financées par le dispositif Cifre et ont un fort impact technologique. Elle a contribué à trois brevets sur la période.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe ne comprend que des hommes et n'a recruté que cinq doctorantes contre seize doctorants sur la période.

Deux doctorants ayant soutenu leur thèse dans l'équipe n'ont pas publié dans des RICL, de même que le post-doctorant présent dans l'équipe depuis 2021 et ayant été recruté comme MCF dans l'équipe en 2023.

L'équipe mentionne des difficultés à publier des résultats technologiques obtenus dans le cadre d'une thèse financée par le dispositif Cifre avec STMicroelectronics.

Des retards dans la publication de résultats dus dans certains cas aux dépôts de brevets représentent un risque pour la production scientifique de l'équipe.

Les départs à la retraite des deux PR de l'équipe et l'implication plus forte dans des tâches d'intérêt collectif sont deux éléments qui pourraient devenir un risque pour l'activité scientifique de l'équipe.

Le comité relève quelques participations à des actions de médiation scientifique qui restent faibles.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La stratégie de l'équipe concernant l'intégration des transistors HEMT et TBH sur substrat silicium pour les besoins futurs de la 6G est excellente.

L'ambition de l'équipe de se tourner vers les composants verticaux GaN pour augmenter les performances actuelles en utilisant des substrats Gan est aussi excellente.

La poursuite de l'activité neuro-inspirée, avec plusieurs projets financés en cours et des partenariats pluridisciplinaires avec d'autres unités lilloises au sein de l'IRCICA est également une excellente initiative.

La trajectoire proposée par l'équipe montre une excellente adaptation stratégique aux défis et opportunités technologiques actuels. Elle est marquée par une diversification, en réponse aux limitations des technologies GaN actuelles, le maintien et le renforcement des collaborations industrielles et académiques, l'exploration de nouveaux matériaux 2D et une capitalisation sur les atouts et l'expertise actuelle de l'équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité d'évaluation encourage l'équipe à maintenir la qualité et le rythme de sa production scientifique, à garder son potentiel d'innovation et les liens étroits qu'elle entretient avec des entreprises majeures de la microélectronique, et à rester à l'avant-garde des avancées technologiques dans des secteurs stratégiques pour l'Europe.

Le comité encourage l'équipe à explicitement mentionner une volonté de recruter des femmes parmi ses personnels non permanents dans ces offres d'emploi et à augmenter le pourcentage de femmes recrutées. Il incite également l'équipe à développer sa communication auprès des candidates en thèse pour améliorer son attractivité auprès de ce type de candidat.

Le comité recommande à l'équipe de veiller à la parution de RICL pour tous ses doctorants pendant leur thèse.

Le comité incite l'équipe à veiller au maintien de ses ressources humaines et à l'engagement du personnel en salle blanche, notamment en anticipant les départs à la retraite à venir.

Équipe 4 : BIOMEMS

Nom du responsable : M. Anthony Treizebre

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les thématiques de recherche concernent la micro-fabrication, la micro-fluidique, la bio-ingénierie et les matériaux associés. Elles sont organisées selon deux axes de recherche.

Le premier axe, santé de précision et biotechnologie, ambitionne de développer des dispositifs pour la compréhension des processus biologiques au service de la santé : détection d'agents pathogènes à l'aide de biocapteurs MEMS, caractérisation multiphysique de cellules circulantes à l'aide de BioMEMS et organes sur puce. L'utilisation de l'intelligence artificielle est aussi mentionnée.

Le second axe, matériaux innovants, concerne la conception et la caractérisation de matériaux biosourcés, thermorégulateurs et/ou texturés avec des applications au textile en général, au confort et au camouflage notamment.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe BioMEMS a intégré les recommandations en orientant ses actions et priorités.

Concernant le renforcement de la visibilité et du rayonnement, l'équipe a participé à des projets de recherche collaboratifs européens : trois projets INTERREG démarrés en début de période, dont un porté par l'équipe. L'équipe mentionne aussi un projet ERC mais il s'agit d'une contribution au projet NanoBubbles porté par l'université de Gand. Les efforts sont plus nets au niveau national avec quatre projets ANR retenus en 2021, dont un porté par l'équipe, et un en 2023. Il convient de noter que ces cinq projets ont été portés par cinq personnes différentes. Le comité note aussi la participation à quatre GDR, gage de l'interdisciplinarité de l'équipe. Ces efforts, ciblant la constitution d'un réseau, constituent une première étape intéressante.

La deuxième recommandation portait sur la durée des thèses. L'équipe revendique sept thèses (co-)dirigées avec une durée médiane de 40 mois. Les informations données dans les tableaux mentionnent dix-huit thèses soutenues mais quelles que soient la source, la durée des thèses toujours en deçà de quatre ans, est cohérente avec les recherches interdisciplinaires et expérimentales.

Enfin, le développement de la thématique textile intelligent s'est poursuivi, en lien fort avec le monde industriel, avec deux soutenances de thèses et deux permanents impliqués.

Ces évolutions montrent une prise en compte attentive des recommandations.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	7
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	9
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	2
Doctorants	1
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	13

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe BioMEMS se distingue par son expertise multidisciplinaire en biotechnologie, microfabrication, et caractérisation des matériaux. Son positionnement national et international est en progression avec des collaborations nombreuses (4 ANR, 3 INTERREG) qui démontrent un savoir-faire reconnu et une excellence scientifique dans le domaine des BioMEMS, avec notamment des travaux sur les organes sur puce et sur les membranes pour améliorer le confort thermique des vêtements. La production scientifique est très bonne en quantité et en qualité avec 1,7 RICL/ETP/an. Le comité souligne l'implication de l'équipe dans une collaboration régulière avec ONCOLille pour l'étude des cellules cancéreuses. Bien que confrontée à des défis tels que la capacité d'encadrement en rapport aux nombreux projets de recherche collaborative, l'équipe montre une forte capacité à attirer des financements, notamment structurants (CPER Tec Santé), dans des domaines clés comme la santé de précision adaptée à chaque patient.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe dispose d'une expertise interdisciplinaire en biotechnologie, microfabrication, et caractérisation de matériaux, qui lui permet de mener des recherches innovantes. Les indicateurs quantitatifs en termes de production scientifique sont de très bon niveau pour les articles dans des revues internationales (1,83/ETP/an), le nombre de thèses soutenues (15) et le nombre de brevets (6 brevets publiés). De plus, la qualité des articles dans des revues internationales avec comité de lecture est très bonne pour une majorité d'entre eux (Scientific reports de Nature Publishing, Journal of Nanobiotechnology, Lab on a Chip, etc.). Le comité note aussi l'implication de l'équipe dans la création d'une start-up (Zymoptiq).

L'équipe s'appuie sur de solides collaborations nationales et internationales avec des partenaires universitaires (LIMMS, Universités de MONS et GAND, Institut ONCOLille, etc.) et industriels dans le cadre du dispositif Cifre. Les collaborations et les partenariats avec la Belgique permettent une ouverture européenne. Le comité note aussi l'implication de l'équipe dans son environnement scientifique avec, notamment, la participation au CPER Cancer et la constitution d'une équipe internationale, SMMIL-E, commune entre l'IEMN et le LIMMS au sein de l'institut ONCOLille.

La participation à des contrats de recherche collaboratifs, tant au niveau national (8 ANR, dont 1 portage) qu'européen (3 INTERREG) a permis d'améliorer la visibilité et le financement de projets de recherche ambitieux. L'intégration de la ressource de Bio-Microfluidique au sein de la plateforme CMNF (Centrale de Micro et Nanofabrication) et la contribution active de l'équipe à son développement en font un atout stratégique pour les travaux.

Le développement de collaborations interdisciplinaires, en particulier avec le centre hospitalier régional et dans le cadre du PEPR MED-OOC, ouvre des perspectives pour des avancées en recherche appliquée.

L'équipe est composée, à la fin de la période d'évaluation, de neuf chercheurs expérimentés (1 PR, 1 CR CNRS et 7 MCF dont 2 HDR). L'arrivée d'un chercheur (CR) en 2024 renforce l'équipe et permettra de consolider les thématiques de recherche en cours.

L'application des compétences de l'équipe offre des opportunités intéressantes dans le domaine de la santé pour des innovations thérapeutiques.

L'intégration de l'Intelligence Artificielle pour des applications de santé, en particulier pour le diagnostic et le traitement du cancer, est intéressante même si la concurrence dans ce domaine est très forte.

Ces points forts et ces opportunités montrent que l'équipe BioMEMS est bien placée pour continuer à progresser et à innover dans ses domaines de recherche, malgré les défis liés à la concurrence et à la gestion des ressources humaines.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe compte seulement trois HDR pour neuf membres permanents, ce qui limite leur capacité à diriger des thèses et à encadrer de nouveaux projets de recherche. Seulement sept thèses (sur 18 mentionnées dans les travaux) sont dirigées ou co-dirigées par un membre de l'équipe en activité, ce qui n'est pas un élément propice à l'objectif de visibilité et de rayonnement de l'équipe. Le comité note cependant la trajectoire favorable avec deux HDR soutenues durant la période et encourage l'équipe à poursuivre dans cette direction. Certaines thématiques de recherche sont portées par un nombre restreint de membres (1 à 2), ce qui rend ces domaines vulnérables en cas de départs ou de surcharge temporaire de travail.

Le déficit en techniciens et ingénieurs dans l'équipe fait ressortir un risque pour la continuité des savoir-faire et la réalisation des projets, surtout après le départ des doctorants.

Les publications dans les revues internationales à comité de lecture sont réparties dans de très nombreux journaux. Cette diversité complique la bonne identification des activités des membres de l'équipe.

L'équipe fait face à une concurrence de plus en plus intense, tant au niveau national qu'international, ce qui peut compliquer l'obtention de financements et de partenariats stratégiques.

L'implication administrative et en enseignement des membres pourrait détourner des ressources humaines des activités de recherche, impactant ainsi la productivité scientifique et la capacité d'encadrement. Même si les départs en cours de période ont été compensés par des arrivées, le risque sur l'isolement de certains membres est important.

Le recrutement de nouveaux doctorants et de personnels techniques est un défi, exacerbant les faiblesses déjà présentes en termes de masse critique et de soutien technique.

Certaines thématiques sont fortement liées à des partenariats industriels, limitant ainsi la liberté de publication, favorisant la valorisation au détriment de la diffusion scientifique et diluant les ressources humaines sur des thèmes différents. Le comité note ainsi que le nombre de permanents affecté à chaque projet de recherche n'est jamais supérieur à deux. Les thèmes de recherche sont nombreux et divers, ce qui peut conduire à une dilution des compétences et à une difficulté à affirmer une position de leader dans tel ou tel domaine.

Ces points faibles et risques soulignent la nécessité pour l'équipe de renforcer sa cohésion et sa capacité d'encadrement et d'améliorer encore sa visibilité et son rayonnement international.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'analyse de la trajectoire de l'équipe est bâtie sur des fondations solides et des projets de grande envergure.

L'équipe s'engage fortement dans le PEPR MED-OOC, avec un rôle de coleader dans la diffusion, la formation, et la communication. Ce projet, axé sur le développement de plateformes microfluidiques pour la modélisation in vitro de la physiologie des organes, démontre l'engagement dans des technologies de pointe.

La participation à des projets comme « Target Priority Project (TPP) MSY-OOC » et MOSAIC de l'université de Lille reflète une volonté de renforcer les liens avec le milieu clinique, ce qui est crucial pour les applications biomédicales.

L'équipe prévoit d'étendre ses recherches à d'autres agents pathogènes, incluant les virus, et à la caractérisation des molécules thérapeutiques affectant le microbiote. Ces initiatives, telles que les projets Viamea et TeethHealth, montrent une diversification des applications de leurs technologies.

Avec le projet CTC-FIND, l'équipe se concentre sur le développement d'approches pour les immunothérapies personnalisées contre divers types de cancer. Cette orientation vers la médecine personnalisée renforce leur positionnement dans un domaine en plein essor.

L'ambition de devenir pionnier dans le développement de cellules artificielles pour des applications en santé et en environnement, combinée à leur expertise en « Organes sur Puce » et en biologie synthétique, positionne l'équipe à l'avant-garde des futures innovations biomédicales.

L'équipe prévoit également d'explorer de nouvelles applications pour les surfaces texturées et de collaborer sur des projets en lien avec les surfaces haptiques, montrant une volonté de diversifier et d'étendre leur expertise technologique.

Dans le domaine du confort thermique et du camouflage, l'équipe cherche à progresser en Technology Readiness Level (TRL) dans le domaine du confort thermique, en explorant des applications nouvelles, comme les textiles photoniques pour le camouflage infrarouge, en collaboration avec des partenaires comme l'AID et GEMTEX.

L'équipe BioMEMS suit une trajectoire ambitieuse, avec une vision claire de ses objectifs à court, moyen et long terme. Elle capitalise sur ses compétences en microfluidique, en bio-ingénierie, et en matériaux innovants, tout en élargissant son champ d'action vers des applications cliniques et industrielles. Les collaborations accrues, tant avec le milieu clinique qu'avec les partenaires industriels, sont stratégiques pour renforcer leur impact scientifique et économique. Cette trajectoire, bien que prometteuse, nécessitera de surmonter les défis liés à la masse critique, au manque de personnel technique, et à la concurrence accrue pour maintenir et amplifier leur influence dans le domaine des BioMEMS.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe doit encourager la soutenance d'HDR pour augmenter la capacité d'encadrement.

Le comité recommande de constituer des groupes de deux à trois permanents pour chaque projet de recherche, même si tous les membres n'ont pas le même niveau d'implication, afin de renforcer les synergies intra-équipe, d'éviter l'éloignement de la recherche pour un membre permanent très ou trop occupé par d'autres tâches et de palier à des surcharges passagères dues à ces mêmes tâches.

L'équipe est encouragée à définir une stratégie de recherche et chercher, ensuite, des partenariats et des financements plutôt que de répondre à des demandes, sur des sujets un peu marginaux, provenant de

l'environnement industriel. Le comité recommande aussi de négocier, en amont, avec les partenaires industriels potentiels afin de permettre la publication de résultats, même si cela implique de publier après les étapes de valorisation.

Le comité recommande de renforcer les liens avec d'autres équipes (NAM6, NANSEE) de l'unité en envisageant, si c'est judicieux à moyen terme, une fusion.

Les membres de l'équipe doivent identifier des journaux « cœur de métier » et se concentrer sur ceux-ci afin de franchir les étapes qui peuvent conduire jusqu'au comité éditorial.

La même démarche doit être entreprise pour les congrès, en participant régulièrement afin d'améliorer les indicateurs de rayonnement tels que le nombre de conférences invitées et/ou de comités des programmes.

Le comité recommande de s'appuyer sur les efforts des membres de l'équipe pour des programmes de formation innovants, e.g. master interdisciplinaire international, pour attirer des étudiants de haut niveau.

Équipe 5 : CARBON

Nom du responsable : M. Emilano Palecchi

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe CARBON se consacre au développement technologique de transistors et de circuits à base de matériaux 2D (graphène, MoS₂, hBN, TMDs) pour des applications (i) haute fréquence, sur substrats rigides et substrats souples, (ii) des applications de ces transistors pour les biocapteurs et (iii) l'étude des propriétés de transports des matériaux 2D dans les dispositifs développés. Les technologies employées sont la croissance CVD sur SiC ou sur feuillets de Cu ainsi que le report de ces couches par délamination électrochimique de couches déposées sur feuilles de Cu.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Lors de la dernière évaluation, une première recommandation sur les produits et activités de la recherche avait été de renforcer l'équipe en ressources humaines et en financements. Sur le premier point cela n'a pas été le cas, en raison de circonstances défavorables (arrêt maladie du responsable de l'équipe, un départ à la retraite, une prise de responsabilité pédagogique importante d'une MCF). Quant au second point, il a été parfaitement pris en compte, avec une production scientifique légèrement à la hausse, et cela en partie grâce à des collaborations qui avaient été encouragées avec les groupes NBI et EPIPHY, et l'activité contractuelle qui s'est maintenue à un très haut niveau. Il avait été également demandé un recentrage des activités sur les HF, ce qui n'a pas été suivi, avec une activité autour de biocapteurs qui s'est révélée très dynamique.

Une recommandation concernait la formalisation de l'organisation de l'équipe, ce qui n'est pas justifié actuellement car l'équipe est restée à un format très réduit.

Une dernière recommandation concernait l'organisation de l'équipe avec le soutien de l'unité pour faire venir des doctorants financés par l'Europe. L'équipe a bénéficié au cours de la période d'évaluation d'un nombre très conséquent de doctorants et post-doctorants, financés par l'activité contractuelle et par le soutien de l'unité avec un sujet fléché.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
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
Post-doctorants	2
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	6
Total personnels	9

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe CARBON s'appuie sur un savoir-faire technologique original et internationalement reconnu dans le domaine des matériaux 2D pour l'électronique HF. Elle a à son actif des résultats au meilleur niveau international tels que la réalisation de commutateurs à monocouche de MoS₂ autorisant un débit de 100 Gbps. Elle adresse toute la chaîne de valeur de la réalisation technologique des dispositifs à leur caractérisation. Sa production scientifique est excellente en quantité (3,2 RICL/ETP/an) et en qualité (deux Nature Electronics, un Nature Com.). Elle attire suffisamment de doctorants et post-doctorants pour combler le manque de permanents et soutenir une activité contractuelle remarquable en Europe. Toutefois, le très faible nombre de permanents impliqués dans l'équipe est fort préoccupant et cette activité est en péril malgré les compétences et les moyens en matériaux 2D et en caractérisation.

Points forts et possibilités liées au contexte

La signature de l'équipe CARBON est l'étude des matériaux 2D pour des applications HF, de la fabrication à la caractérisation, avec des technologies originales de report de couches, au niveau international. Sa production scientifique est exceptionnelle, avec un taux de publication de 3,2 RICL/ETP/an, souvent en collaboration internationale, en augmentation sensible par rapport à la dernière évaluation, et cela malgré une baisse des effectifs. Cette production est restée très élevée en partie grâce à de nombreuses collaborations internes, notamment avec les équipes EPIPHY, BIOMEMS et NAM6. Le comité note d'autre part quatre publications dans des revues très sélectives (2 Nature Electronics, 1 Nat. Commun, 1 Sens. Actuator B-Chem) et une très bonne homogénéité des thématiques des revues. Certains articles mettent très bien en valeur le savoir-faire de l'équipe, en termes de réalisations technologiques telles que le report de monocristal de graphène sur substrats d'oxyde de silicium (Nanomater 21), en termes de caractérisations telles que la réalisation de FET à grille arrière pour modulation optoélectronique (Nat. Commun. 21) ou encore des commutateurs à monocouche MoS₂ permettant la transmission de données à 100 Gbits/s à l'état de l'art mondial (Nat. Elec 2022). Cette production scientifique est très bien répartie entre les trois thématiques de l'équipe (HF, biocapteurs et propriétés électriques), avec une montée en puissance de la partie biocapteurs à partir de 2022. La participation aux congrès est plus en retrait mais reste très bonne avec en majorité des communications internationales et dans des congrès bien identifiés (IEEE MTT par exemple). Les doctorants et post-doc sont associés aux publications.

Le rayonnement de l'équipe est excellent compte tenu du faible effectif et l'on peut souligner notamment trois conférences invitées dans des congrès internationaux majeurs du domaine, l'organisation d'une école d'hiver dans le cadre du projet européen GrapheneCore3 avec une « key lecture » de Konstantin Novoselov (Prix Nobel 2010), la vice-présidence d'un CE24 de l'ANR pendant trois ans et la participation à un comité d'évaluation Hcéres de la vague A, ainsi que des expertises à l'international (2 projets européens et 1 projet ERC Synergy Grant).

L'attractivité de l'équipe est excellente et l'on compte sur la période huit doctorants (dont 4 thèses soutenues), sept post-doctorants et des CDD dont deux sur des périodes de trois ans et un sur une période de quatre ans. Cet effectif conséquent permet de maintenir l'équipe à un niveau de production soutenu.

Le succès aux appels à projets est excellent, voire exceptionnel, avec trois contrats européens (2 H2020, 1 Horizon Europe) et trois ANR sur la période (2 obtenues durant la période en 2019 et 2022 et une terminée durant l'exercice). Il faut noter l'appartenance au Flagship Graphene jusqu'en 2023 qui a largement contribué à la notoriété de l'équipe. 80 % des ressources contractuelles sont issues des financements européens.

Points faibles et risques liés au contexte

Cette petite équipe, constituée de seulement trois EC permanents et d'un professeur émérite, met fortement à contribution surtout deux permanents, les deux autres, un professeur émérite et une MC ayant de lourdes responsabilités pédagogiques à Polytech Lille depuis 2019, étant un peu plus en retrait. De plus la personne sur qui aujourd'hui repose toute l'activité pourra faire valoir ses droits à la retraite à l'échéance de la prochaine évaluation.

Un doctorant n'a visiblement pas publié durant sa thèse.

Malgré le haut niveau de la production scientifique de l'équipe, aucun membre ne participe à des comités scientifiques de congrès internationaux, ni même nationaux, ni n'exerce de responsabilité éditoriale.

Les encadrements doctoraux sont effectués essentiellement par un seul membre de l'équipe, il y a une insuffisance de co-encadrement interne à l'équipe, sauf pour une thèse. À noter que le responsable de l'équipe n'a pas son HDR (recruté en 2013) alors qu'il a un dossier qui justifie largement de la passer. Cela peut toutefois être expliqué par son arrêt maladie actuel.

L'activité de l'équipe, largement située en amont, n'est pas encore ouverte sur le monde socio-économique. Il n'y a pas de contrat industriel ni de financement par le dispositif Cifre durant la période d'évaluation. Seule l'extension d'un brevet est reportée sur la période.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe CARBON se positionne depuis sa création sur l'étude des matériaux 2D pour des applications HF et a acquis une notoriété de niveau international dans le domaine, notamment par le biais de la participation au Flagship européen Graphene de 2013 à 2023. Outre le matériau graphène, le développement de matériaux TMD (dichalcogénures de métaux de transition) à l'IEMN a incité l'équipe à mener des études autour du MoS₂ en particulier. Ces activités ont permis à l'équipe de tisser un réseau de collaborations, internes au laboratoire, nationales et internationales. À l'analyse du projet présenté par l'équipe, le comité note un resserrement des domaines applicatifs sur les commutateurs HF avec pour perspective d'atteindre le THz, et cela autant sur des technologies rigides que flexibles. Pour ce faire la collaboration interne avec l'équipe PHOTONIQUE THz sera renforcée. Ce recentrage vers le cœur de métier paraît justifié étant donné le problème de RH de l'équipe.

Toutefois le projet manque de précision car il ne fait pas état du devenir de la thématique biocapteurs, alors que cette activité a été très prolifique au cours de la période d'évaluation. Un positionnement au niveau des flagships aurait pu être également mené.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe est encouragée à maintenir sa dynamique de production scientifique à l'état de l'art international dans la thématique matériaux 2D pour les HF et à maintenir son taux de réussite remarquable vis-à-vis des appels à projets nationaux et européens.

Néanmoins, l'activité est en péril par le faible effectif de l'équipe et il est urgent de trouver un relai pour maintenir, voire renforcer, cette activité.

L'équipe est sous pression pour l'encadrement doctoral par le faible taux de HDR et il est nécessaire de prévoir un renforcement du nombre HDR de l'équipe.

De manière générale, l'équipe est encouragée à entamer une réflexion sur l'intégration de ses activités dans une équipe de plus grande taille.

Équipe 6 : COMNUM – Communications numériques

Nom du responsable : M. Iyad Dayoub

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe COMNUM regroupe des enseignants-chercheurs autour de trois thématiques scientifiques.

La thématique « Systèmes de transport intelligents » traite des problèmes de localisation, de perception augmentée, de communications en temps réel ainsi que de leur mise en œuvre de ces systèmes en tenant compte des contraintes de fiabilité et de consommation.

La thématique « Systèmes de communications numériques » s'intéresse à des technologies clés de la 6G telles que le MIMO massif, les techniques NOMA ou les ondes millimétriques, ainsi qu'aux systèmes de transmission vidéo numériques et à la localisation précise.

La thématique « IA embarquée et cybersécurité » vise différentes applications dans les domaines tels que la télémédecine ou la sécurisation des systèmes de radiocommunications.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les deux recommandations concernant les produits et activités de la recherche ont été prises en compte. Le domaine des transports est resté l'un des trois domaines principaux d'application de l'équipe et un bon équilibre semble avoir été trouvé entre les études traitant des aspects théoriques liés aux systèmes de transport intelligents et celles plus pratiques, telles que la réalisation de radars et de capteurs pour la perception augmentée.

En ce qui concerne la recommandation de participer à l'animation de la vie de l'unité, plusieurs membres de l'équipe ont pris des responsabilités au sein de l'unité, telles que la responsabilité d'un département, la participation au bureau de direction, au conseil scientifique, et plusieurs membres sont impliqués au sein du comité opérationnel de la Fédération de Recherche TTM pour le compte de l'UMR.

Pour ce qui est du partage plus équilibré des personnels techniques au sein de l'unité pour soulager l'équipe, le problème semble avoir été, au moins partiellement, résolu avec le recrutement d'un ingénieur de recherche sur le site de Valenciennes qui participe aux travaux du groupe.

Concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet, la précédente évaluation avait pointé le risque de dispersion thématique avec les nouveaux axes de recherche proposés. Ce risque ne semble pas s'être matérialisé et l'équipe s'est engagée avec succès dans les domaines proposés, tout en restant en adéquation avec les flagships de l'UMR et les stratégies des établissements de tutelle.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	5
Maîtres de conférences et assimilés	8
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	13
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	17
Sous-total personnels non permanents en activité	19
Total personnels	32

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe COMNUM est reconnue au niveau national et international pour ses activités de recherche dans le domaine des communications vers des terminaux se déplaçant à grande vitesse, particulièrement dans des applications de transport, notamment ferroviaires et véhiculaires. La thématique de la perception augmentée est particulièrement innovante. La production scientifique est quantitativement excellente (4,95 RICL/ETP/an) mais est hétérogène en qualité. L'équipe bénéficie d'un rayonnement au niveau international avec de nombreuses collaborations académiques et la direction de dix thèses en cotutelle. Son attractivité à l'échelle européenne se manifeste par sa participation à de nombreux projets collaboratifs et par le recrutement d'une chaire de professeur junior. Sur le plan national, l'équipe se distingue par son expertise dans le développement de démonstrateurs pour le secteur des transports, mais son potentiel de valorisation industrielle reste à développer. L'équipe possède une très bonne activité en matière de médiation scientifique.

Les actions de rayonnement de l'équipe reposent sur un nombre très restreint de personnes.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le volume de publication de l'équipe COMNUM est excellent, avec 4,95 articles en RICL/ETP/an et 5,1 actes de CICL/ETP/an. Il a quasiment doublé pour ce qui est des articles en revues par rapport à la période précédente. De nombreuses publications (environ les deux tiers) sont communes avec des partenaires étrangers, notamment dans des contextes de projets européens (trois projets européens sur la période) et de thèses en cotutelle (six sur la période). Les pays les plus représentés sont l'Algérie, la Tunisie, le Canada, l'Espagne et l'Italie.

L'équipe a une bonne attractivité et un très bon rayonnement. Elle a accueilli à plusieurs reprises quatre professeurs invités étrangers (université Concordia et ÉTS à Montréal, université de Californie à Irvine), six post-doctorants et 36 doctorants (soit environ trois doctorants par personne habilitée à diriger des thèses). Elle a une bonne visibilité internationale, elle a participé à l'organisation de six conférences et colloques internationaux (dont 2023 Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, International Symposium on Signal, Image, Video and Communications) et du Colloque national sur l'Enseignement des Technologies et des Sciences de l'Information et des Systèmes. Les membres de l'équipe font l'objet de nombreuses invitations dans des laboratoires étrangers (Canada, Espagne, Italie, Indonésie, Algérie, Tunisie) et ont donné dix conférences invitées. Ses membres sont activement impliqués dans les organes de direction de la recherche au niveau national tels que le CNU et réalisent régulièrement des expertises pour différentes instances nationales (notamment Hcéres, ANR, labex, CPER). Les travaux de l'équipe ont été récompensés par deux prix du meilleur article (Outstanding IEEE Publication Award de l'IEEE signal processing society, Prix du meilleur article du colloque Signal, Image, Multimédia et Applications, SIGMA 2018) et un prix jeune chercheur CORESA 2018. Le comité relève également la participation à trois comités éditoriaux de journaux, dont l'IEEE Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering.

La visibilité au niveau européen est excellente avec trois nouveaux projets de la Commission européenne (deux H2020 et un Horizon Europe) ainsi qu'un projet CHIST-ERA, outre les deux projets H2020 démarrés avant le début de la période. Au niveau international, deux projets PHC avec l'Indonésie et le Soudan ont été obtenus.

Les sources de revenus de l'équipe sont bien équilibrées entre financements européens, nationaux et régionaux ou locaux. Le montant des revenus propres est conséquent (2,9 M€), soit près de 90 k€/ETP/an et sont stables par rapport à la période précédente.

L'effectif des permanents est stable et presque tous ont une habilitation à diriger des recherches, ce qui évite les tensions pour les directions de thèses.

L'équipe a une bonne visibilité auprès du grand public, que ce soit au niveau national ou régional, avec notamment la diffusion d'un reportage sur une chaîne de TV nationale sur le train autonome et par des articles de presse dans le Monde, le Parisien et la Voix du Nord. Les membres de l'équipe participent régulièrement aux actions de promotion des différentes formations des établissements de tutelle (Journées Portes Ouvertes, Salon de l'Étudiant, Salon des Masters, Remise des Diplômes) ainsi qu'à des actions de vulgarisation scientifique auprès des jeunes dans les lycées de la région.

Points faibles et risques liés au contexte

Bien que le taux de publication de l'équipe soit excellent, environ 40 % seulement des articles de revues sont publiés dans des journaux de tout premier plan du domaine (à titre d'exemple, IEEE Transactions on Communications, IEEE Transactions on Vehicular Technology, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, IEEE Systems Journal, Signal Processing, Scientific Reports).

D'autre part, le comité note que le volume de publication n'est pas réparti de manière homogène au sein de l'équipe, avec deux des permanents totalisant 73 % des articles en revues et deux autres étant non ou peu publiants.

Les actions de rayonnement de l'équipe reposent sur un nombre très restreint de personnes. Neuf invitations dans des laboratoires étrangers parmi quatorze au total sur la période concernent un seul membre de l'équipe qui est aussi éditeur dans trois revues.

Les relations avec le monde socio-économique sont en retrait, malgré la contribution à la création de la start-up BESTTIC, spécialisée dans les capteurs dédiés à l'efficacité énergétique des systèmes et objets. L'équipe a peu de contrats industriels et de financement de thèse par le dispositif Cifre. Les actions de transfert et de valorisation se font par conséquent rares.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le projet envisagé pour la prochaine période s'inscrit parfaitement dans la continuité des activités précédentes et actuelles. Il se révèle particulièrement pertinent, en cohérence avec les objectifs de recherche et les réalisations antérieures. L'équipe exprime néanmoins le souhait de consolider et d'intensifier ses initiatives dans les domaines de l'intelligence artificielle et de la cybersécurité, en lien étroit avec ses axes de recherche principaux. En effet, ces domaines sont devenus des leviers incontournables pour assurer la fiabilité et la résilience des systèmes de communications.

Le succès de la mise en œuvre de ce projet peut être menacé par le déficit de personnel technique, la constante diminution du temps consacré à la recherche par les enseignants-chercheurs et la réduction à venir des effectifs de l'équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe COMNUM est encouragée à maintenir sa dynamique de production scientifique actuelle, tout en renforçant le nombre de publications dans les journaux de premier plan du domaine.

Le comité l'encourage également à maintenir son très bon taux de réussite aux appels à projets européens.

Du fait de la nature appliquée de sa recherche, elle est incitée à mettre en place une véritable stratégie de valorisation et de transfert industriel des résultats.

Il faudrait aussi dès à présent prendre en compte le départ probable de quatre enseignants-chercheurs, dont l'un d'entre eux est un très fort publiant, dans la stratégie d'évolution de l'équipe au cours de la période à venir.

Équipe 7 : CSAM – Circuits Systèmes Applications des Microondes

Nom du responsable : M. Christophe Loyez

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe « Circuits Systèmes Applications des Microondes » a quatre axes de recherche. Le premier concerne les dispositifs de micro-stockage de l'énergie pour les objets connectés. Le deuxième s'intéresse aux circuits et systèmes à efficacité énergétique pour les réseaux de communication. Le troisième axe développé depuis 2015 concerne la caractérisation radiofréquence multi-échelle pour les systèmes et capteurs. Le quatrième axe, le plus récent de l'équipe, a pour objectif le développement de dispositifs à faible consommation énergétique pour la santé.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Concernant les produits et activités de la recherche : malgré la crise COVID, l'équipe a maintenu son niveau de production scientifique. De plus, la période écoulée a permis la création de la start-up HILEORES sur le micro-stockage d'énergie.

Concernant l'organisation et la vie de l'équipe : les quatre axes de l'équipe sont adossés à des flagships de l'IEMN, ce qui permet d'assurer des interactions avec les autres groupes. Les collaborations avec ANODE et MICROElectronique silicium sont encore timides (3 publications dans des journaux avec ANODE et 1 conférence internationale avec MICROEIn Si).

Concernant les perspectives scientifiques à cinq ans, l'équipe a renforcé ses forces vives par le recrutement de personnel (1 PR et 1 IR en 2020, et 1 CPJ en 2023). Cependant, le manque d'ouverture sur l'international indiquée dans le précédent rapport n'a pas été pleinement traité.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	4
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	10
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	4
Post-doctorants	2
Doctorants	8
Sous-total personnels non permanents en activité	15
Total personnels	25

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe a quatre thématiques de recherche dont une sur le micro-stockage de l'énergie qui positionne l'équipe parmi les leaders mondiaux sur le sujet. Pour cette thématique, l'équipe fait preuve de dynamisme aussi bien en termes de contrats de recherche que de publications, mais aussi avec la nomination du responsable en tant que membre sénior de l'IUF et le recrutement d'une CPJ. Les autres thématiques maintiennent un bon niveau en termes de contrats, de brevets et de doctorants. La production scientifique est très bonne (2 RICL/ETP/an et 3,7 COM/ETP/an) (Advanced Materials, Energy Storage Materials) mais avec une répartition très inégale entre les membres de l'équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

La thématique sur le stockage de l'énergie présente une dynamique exceptionnelle. Les publications de cette thématique, dont quelques-unes sont dans des revues de premier plan (IEEE Transactions on Information Theory, Sensors, IEEE Transactions on Green Communications and Networking...), représentent la moitié des publications de l'équipe. Les contrats dont le PEPR Batteries, le recrutement d'un nouveau collègue sur une Chaire Professeur Junior, la nomination du responsable en tant que membre IUF sénior et la création de la start-up HILOERES sur la période montrent une excellente attractivité.

L'activité sur la caractérisation radiofréquence multi-échelle possède une bonne visibilité internationale grâce à ses projets européens (2 Horizon Europe).

Les membres travaillant sur les circuits et systèmes pour les réseaux de communication poursuivent la politique de brevets (11 déposés au cours de la période), pour cette activité à très fort potentiel industriel.

La production scientifique est très bonne en quantité (2 RICL/ETP/an et 3,7 COM/ETP/an) et en qualité (Advanced Materials, Energy Storage Materials).

Points faibles et risques liés au contexte

La diversité des activités se fait ressentir sur plusieurs points. Sur plus de 80 articles dans des journaux qui ont été produits sur la période, seul cinq ont plusieurs auteurs de l'équipe CSAM dans les co-auteurs.

La très forte concurrence sur certaines activités comme le calcul basse consommation ne performe pas encore sur la scène internationale faute de synergie au sein de l'équipe et aussi avec les autres équipes de l'unité.

Le développement de l'axe sur les dispositifs à faible consommation énergétique pour la santé dans le contexte actuel de l'équipe (diversité des activités sans masse critique des permanents) et avec une très forte concurrence nationale et internationale risque de ne pas se développer à la hauteur des espérances exprimées.

Le nombre de projets ANR est faible (3) pour une équipe comportant neuf permanents.

Avec huit doctorants seulement au cours de la période, l'encadrement doctoral est modeste.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Les activités sur le stockage batterie et la caractérisation radiofréquence multi-échelle sont bien établis au niveau national et international.

Les remarques du précédent rapport n'ayant pas été complètement traitées, l'activité sur les circuits et systèmes à efficacité énergétique n'arrive pas à performer à l'international.

L'équipe, qui reconnaît un manque de synergie entre ses permanents, développe tout de même un quatrième axe sur les dispositifs à faible consommation énergétique pour la santé. De plus les cibles thérapeutiques sont très diverses, ce qui d'autant plus dilue les moyens humains. Si les enjeux scientifiques et sociétaux sont indéniables, il est difficile de comprendre comment l'équipe aura les moyens de ses ambitions.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Toutes les activités de l'équipe CSAM ne relèvent pas directement des Micro-ondes. Un nouveau nom d'équipe permettrait de mieux cerner le large spectre des activités de l'équipe (d'ailleurs il est mentionné dans le rapport que les objectifs scientifiques restent adossés à l'efficacité énergétique). Une autre possibilité serait de regrouper une partie des activités avec une ou plusieurs autres équipes de l'unité.

Le peu de publications avec plusieurs permanents de l'équipe en tant que co-auteurs montre un manque de synergie entre les différentes activités de l'équipe. Il est nécessaire de créer des masses critiques de permanents, ce qui permettra à l'équipe d'être plus visible notamment à l'international (c'est déjà le cas pour quelques-unes des activités mais pas toutes).

Le comité recommande aux membres de l'équipe de s'assurer d'avoir les moyens pour le développement d'une nouvelle activité et de définir clairement son contour.

Équipe 8 : EIPHY – Epitaxie et Physique des Hétérostructures

Nom du responsable : M. Ludovic Desplanque

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe EIPHY mène une recherche transversale à l'IEMN sur l'élaboration de matériaux sur trois activités. Dans le domaine des matériaux III-V, l'équipe réalise des croissances sélectives de nanostructures planaires pour l'électronique quantique. Concernant les matériaux bidimensionnels, l'équipe mène ses recherches sur l'épitaxie « Van der Waals » pour intégrer plusieurs types de matériaux à grande échelle (graphène, hBn, TMDs) permettant par exemple d'intégrer un matériau de Mott en utilisant un substrat semi-conducteur GaP au lieu de graphène. Enfin, l'équipe explore les matériaux composites à base de carbone comme les nanostructures sp² pour des applications THz.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe EIPHY a su prendre en compte l'absence de brevet avec un dépôt sur la période. Lors de son précédent projet, l'activité émergente sur les matériaux 2D avec un nouveau bâti n'était pas encore efficacement environnée. C'est le cas maintenant à travers un projet ANR, un PEPR Électronique et deux PEPS CNRS. Un effort sur le recrutement qui n'a pas abouti a été réalisé avec le soutien d'un candidat au concours CNRS sur l'épitaxie de semiconducteurs pour renforcer l'équipe.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

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
Post-doctorants	0
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	9

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'activité de l'équipe EPIPHY sur l'élaboration et la caractérisation de matériaux pour les applications optoélectroniques ou électroniques est d'une grande qualité. L'équipe EPIPHY a une très bonne production scientifique avec 2,44 RICL/ETP/an (Nanotechnology, Physical Review, Nano Letters). Elle réalise ses recherches à travers sept contrats ANR et un projet Européen (Move2THz) pour un total de quatorze projets collaboratifs. Les trois activités sur les matériaux III-V, les matériaux bidimensionnels et les matériaux composites sont de très bon niveau national. Un fait remarquable porte sur la croissance sélective de nanofils planaires d'InSb par épitaxie par jets moléculaires en démontrant pour la première fois la possibilité d'obtenir une excellente qualité cristalline. Les travaux sur les absorbants THz à base de matériaux composites enrichis en carbone sp² sont particulièrement intéressants pour la conception de bolomètres THz. Ces travaux ont donné lieu à un brevet mais ne seront pas poursuivis avec un départ à la retraite prévu dans la prochaine période.

L'équipe n'a pas eu de contrats avec des industriels au cours de la période. Le départ à la retraite de 4 ETP lors de la prochaine période constitue un point à risque.

Points forts et possibilités liées au contexte

La forte expertise sur l'épitaxie et son implication récurrente à des ANR (4 au cours de la période, dont 2 portages) sont des forces de cette équipe.

Plusieurs faits sont remarquables notamment sur les absorbants THz à base de matériaux composites enrichis en carbone sp². Les travaux sur la fabrication de monocouches de 1T-TaSe₂ par épitaxie par jets moléculaires sur des substrats semi-conducteurs de phosphure de gallium est d'un excellent niveau international pour développer des dispositifs électroniques en utilisant les propriétés uniques des matériaux de Mott. La production scientifique reste très bonne avec 2,44 RICL/ETP/an (Nanotechnology, Physical Review, Nano Letters).

La formation par la recherche se reflète bien à travers les nombreux jurys de thèse et d'habilitations ainsi que les encadrements de stagiaires depuis le BUT jusqu'au Post-Doctorat avec une bonne insertion des docteurs dans la société. L'implication dans l'école doctorale est forte sur de multiples actions comme la participation au jury MT180, le bilan de compétences du dispositif Campedoc ou les missions conseil du PhD Job Day. L'ouverture à l'international récente d'un projet Européen (Move2THz) sera certainement une opportunité de futures collaborations.

L'implication constante dans plusieurs GdR est également une force pour l'émergence de projets et le ressourcement.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe est expérimentée et va perdre quatre ETP lors de la prochaine période. Cela constitue un risque à moyen terme au vu des ambitions de cette équipe. L'équipe n'a pas eu de contrats avec des industriels au cours de la période.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe conserve une activité qui est éprouvée sur ses trois thématiques qui s'insèrent toutes les trois dans les flagships de l'IEMN.

L'équipe est bien structurée depuis de nombreuses années et son expertise lui permet d'orienter ses recherches de manière claire sur les HBT avec une vision sur les applications télécoms et spatiales. L'objectif d'intégration d'hétérostructures III-V sur Silicium par jets moléculaires sélective est de plus orientée pour collaborer avec des équipes ANODE et Photonique THz avec des applications concrètes et s'insère dans les flagship de l'IEMN. L'expertise en épitaxie sélective assistée par flux d'hydrogène atomique permet d'envisager des progrès en nano-structuration ascendante. Cette activité est également en collaboration avec une autre équipe (PHYSIQUE) et trouve des applications en électronique quantique. Enfin, les derniers résultats sur les matériaux de transition visent à la réalisation des transistors à haute mobilité, des dispositifs à effet tunnel et neuromorphiques toujours de manière transverse avec trois équipes. L'équipe s'est attachée à trouver des débouchés sur ces activités amont et s'inscrit parfaitement dans la politique des flagship de l'IEMN. Elle maintient une activité dans son projet à forte valeur pour les autres équipes de l'IEMN.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Il faudra veiller à trouver les moyens pour réaliser un transfert de compétences lors du prochain quadriennal sur les activités qui sont une valeur ajoutée pour les autres équipes de l'EMN.

Un ou plusieurs recrutements en amont des départs pourrait permettre un tuitage qui devrait assurer le transfert des compétences.

Le comité recommande d'accroître les contrats en partenariat avec des industriels.

Équipe 9 : MAMINA – Groupe Matériaux et Acoustique pour les Micro et NANosystèmes intégrés

Nom du responsable : M. Sébastien Grondel

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les thématiques de l'équipe sont présentées comme répondant à cinq des flagships de l'IEMN. L'activité la plus importante concerne les matériaux avec des efforts dans leur élaboration, simulation et caractérisation que ce soit pour des polymères, des composites, des matériaux biocompatibles ou pour la récupération d'énergie. La réalisation de systèmes complexes (micro-drones ou robots médicaux) concerne directement le flagship Micro Nano-composants, alors que le développement de dispositifs, souvent utilisant l'acoustique ou les vibrations, pour la santé, la récupération d'énergie ou le contrôle des systèmes de transport, adressent trois nouveaux flagship (Santé, Énergie et Transports).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La recommandation sur la vigilance au niveau des publications de l'équipe a été entendue, puisque l'équipe fait état d'un très bon niveau de publication avec 2,2 RICL/ETP/an et 2,9 Communications/ETP/an au cours de la période. De même, avec plus de 150 k€ de contrats/ETP pendant la période, le niveau de financement est très satisfaisant.

La recommandation de se rapprocher de la SATT n'a pas été suivie de fait car le comité avait observé qu'il n'y a pas eu de dépôt de brevet sur la période. En effet, l'activité de valorisation de l'équipe passe actuellement majoritairement par la mise en place de contrats industriels.

La durée des thèses est maintenant raisonnable, la plupart des contrats finissant entre 36 et 42 mois incluant pour certains l'effet de la pandémie de COVID19, même si une thèse a dépassé les quatre ans.

Au niveau de l'effort pour assurer le renouvellement de l'équipe, les deux postes de professeur partis à la retraite au début de la période, ont finalement été pourvus par des recrutements de MCF en 2019 et 2023, mais sans arriver à recruter de personnel CNRS.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	5
Maîtres de conférences et assimilés	7
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	12
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	7
Sous-total personnels non permanents en activité	9
Total personnels	21

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe MAMINA possède un savoir-faire technologique et pluridisciplinaire dans les domaines matériaux et micro-nano-composants qui s'appuie sur des plateaux techniques innovants avec des applications santé, énergie et transport. Cette expertise permet à l'équipe de proposer des premières mondiales, comme par exemple, un implant cochléaire avec un support articulé pour faciliter l'implantation minimalement invasive. Une autre première mondiale concerne le développement de matériaux piézoélectriques par voie chimique utilisable à l'air et présentant des propriétés mémoire.

La production scientifique est très bonne en quantité (2,2 RICL/ETP/an) et très bonne en qualité (APL, ACS AMI, ACS APM, TSF, Trans. Mechat. ...) avec un équilibre entre RICL et CICL.

L'activité contractuelle est excellente comme l'attestent les contrats collaboratifs nationaux et internationaux (un projet européen, six ANR, dont deux en porteur, un Hubert Curien, cinq projets régionaux et six contrats industriels).

Points forts et possibilités liées au contexte

Au niveau scientifique, l'équipe est reconnue internationalement avec des faits marquants sur un micro-drone bio-inspiré, la fabrication de matériaux piézoélectriques en film mince sans plomb (première mondiale sur l'utilisation de ces films à l'air ambiant) ou pour l'analyse de biofluides, ainsi que des microsystèmes souples ou articulés (première mondiale sur la réalisation d'un support pour implant cochléaire) ou récupérateurs d'énergie.

La production scientifique, impliquant aux deux tiers des doctorants, est d'un très bon niveau avec environ 2,2 RICL/ETP/an et 2,9 CICL/ETP/an sur la période, dans des journaux de très bonne qualité (APL, ACS AMI, ACS APM, TSF, Trans. Mechat. ...) et six conférences invités (MRS, IEEE MIXDES, IEEE ICTMOD...).

Afin de renforcer sa visibilité, l'équipe s'est aussi fortement attachée à monter en TRL ses travaux plus fondamentaux sur les matériaux, et sur la période, elle a réalisé cinq prototypes de dispositifs appliqués dans les domaines de la santé, de la défense ou de l'industrie. Ces travaux ont permis d'atteindre le grand public avec trois mentions dans des journaux télévisés et six dans la presse régionale.

Au niveau de l'attractivité, le comité relève un niveau satisfaisant de financement par contrat à 156 k€/ETP sur la période, avec un nombre significatif de portages (deux ANR) et un nombre très important de participations (cinq régionaux, cinq nationaux, sept internationaux, dont un H2020 et quatre financements par le dispositif Cifre) en regard de la taille de l'équipe.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe rencontre plusieurs défis, notamment des difficultés à effectuer des recrutements extérieurs, et en particulier lors du remplacement d'un EC après un départ à la retraite. De plus, il est difficile de présenter des candidats au concours CNRS. Ceci est d'autant plus préoccupant au vu des prochains départs à la retraite.

Le comité relève également une baisse de 30 % environ de la production de RICL lors des deux dernières années de la période, et qui correspond à une période avec moins de soutenances de thèses (seulement 2 thèses démarrées sur les années 2019 et 2020).

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'équipe, excellente et ambitieuse, est décrite de façon crédible. Elle propose des développements innovants en résonance avec la feuille de route de l'unité (flagship). Elle couvre un spectre allant des microsystèmes souples à la mise au point de semelles intelligentes d'une part, et renforce d'une part les fondamentaux autour des matériaux pour aller vers des nouveaux sujets sur les matériaux fonctionnels écoresponsables d'autre part. Ces excellents projets sont très originaux et sont à même de répondre aux enjeux sociétaux visés.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le changement de stratégie de l'équipe autour de la mise en place de démonstrateurs à TRL assez élevés afin de valoriser les développements plus fondamentaux est intéressant et doit être continué. Ces efforts devraient permettre d'augmenter l'attractivité de l'équipe qui reste encore à consolider.

L'équipe devra faire attention à maintenir un équilibre entre recherche amont et aval, en adéquation avec ses ressources humaines.

L'équipe devra prêter attention au départ en retraite de trois collègues dans les prochaines années pour la réussite de son projet.

Équipe 10 : MICROE – Microélectronique Silicium

Nom du responsable : M. Emmanuel Dubois

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe MICROElectronique silicium s'intéresse à deux thématiques, d'une part le packaging fonctionnel et micro-thermique et d'autre part la conception de circuits intégrés pour les systèmes de communication et l'intelligence artificielle.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Concernant les produits et activités de la recherche, l'ensemble des recommandations sur ce sujet ont été prises en compte. L'équipe s'est investie dans cinq des neuf flagships de l'IEMN, dont deux en coanimation. Deux membres de l'équipe ont obtenu leur HDR. L'implication au niveau national a été renforcée dans différents réseaux (IEEE CASS France, GDRs). Au niveau international, un des membres de l'équipe a séjourné un an au Canada en tant que Visiting Professor. Tout ceci a été mis en place depuis la dernière évaluation tout en maintenant la forte activité dans le laboratoire commun ST-IEMN.

Concernant l'organisation et la vie de l'équipe, une des tutelles a renforcé cette équipe à faible effectif avec le recrutement de deux enseignants-chercheurs.

Concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet, le maintien de l'efficacité de l'équipe et le recrutement de deux enseignants-chercheurs ont permis de développer de nouvelles thématiques.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	5
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	0
Doctorants	10
Sous-total personnels non permanents en activité	10
Total personnels	17

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe MICROE présente une très forte dynamique autour de ses deux thématiques : le packaging fonctionnel et micro-thermique d'une part et la conception de circuits intégrés pour les systèmes de communication et l'intelligence artificielle d'autre part. Elle est reconnue pour chacune d'elles par les communautés nationale et internationale. La production scientifique est très bonne pour ce domaine (1,3 RICL/ETP/an et 3,5 COM/ETP/an) (IEEE Transaction). Des membres de l'équipe ont été gratifiés de quatre prix de meilleure présentation dans des conférences internationales.

Deux premières mondiales sont à créditer à l'équipe : la première source de bruit packagée 140-220 GHz basée sur une technologie Si atteignant un record de rapport de bruit en excès ; et un transmetteur numérique pour des communications capacitives couplées au corps humain ayant une efficacité énergétique et un débit record.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les deux thématiques de l'équipe sont clairement établies et reconnues au niveau international (publications et activités contractuelles), et ont plusieurs faits à leur crédit. La thématique packaging et micro-thermie a simulé une réduction de 30 à 40 % de la capacité à l'état bloqué des commutateurs RF et fait une démonstration préliminaire par structuration de microcavités d'air dans le réseau d'interconnexion de transistors RF-SOI-CMOS. Une première mondiale a été la réalisation de la première source de bruit packagée 140-220 GHz basée sur une technologie silicium atteignant un record de rapport de bruit en excès. La thématique a aussi modélisé thermiquement et étudié les conditions de commutation par chauffage indirect et les mesures de tenue en puissance de commutateurs RF à base de GeTe. La thématique sur la conception de circuits intégrés pour les communications et l'intelligence artificielle a réalisé un circuit intégré en 28nm FDSOI pour l'extraction d'un spectrogramme d'un signal audio sans horloge, ainsi qu'un circuit en 28nm FDSOI démontrant une mémoire associative incluant des réseaux de neurones à cliques couplés à une mémoire SRAM intégrée. Une autre première mondiale a été aussi réalisée en 28nm FDSOI par un circuit numérique à impulsions pour des communications capacitives couplées au corps humain avec un débit de 0,1 à 27b/s dans un budget énergétique de 100uW.

La production scientifique est très bonne pour ce domaine (1,3 RICL/ETP/an et 3,5 CACL/ETP/an) dans des revues reconnues du domaine (IEEE Transactions on Electron Devices, IEEE Journal of Solid-State Circuits).

La qualité des travaux publiés ont permis l'obtention de quatre prix de la meilleure présentation, dont trois dans des conférences internationales de renom (IBM / IEEE AI Compute Symposium, IEEE RFIC, IEEE AICAS).

La dynamique de l'équipe se retrouve aussi dans les actions de ses doctorants avec la création de la branche IEEE étudiante de Lille. Les membres de l'équipe participent à la Fête de la Science et interviennent auprès des élèves de lycée ou de cycle préparatoire.

L'équipe présente un lien fort avec l'industrie (10 thèses financées par le dispositif Cifre avec STMicroelectronics) tout en ayant une activité contractuelle académique de très bon niveau (4 ANR dont un portage, 1 H2020). Le pilotage général du labo commun ST-EMN ainsi que le management de deux des quatre thématiques sont des points forts indéniables de l'équipe. Le recrutement de deux enseignants-chercheurs renforce nettement l'équipe.

Points faibles et risques liés au contexte

La répartition des chercheurs sur les deux thématiques est très nette. L'absence d'activité commune entre les deux thématiques pourrait entraîner à terme une séparation en deux équipes.

Tandis qu'une des tutelles a renforcé cette équipe à faible effectif avec le recrutement de deux enseignants-chercheurs (affectés dans chacune des deux thématiques de l'équipe), il est regrettable que cet effort n'ait pas été partagé par l'ensemble des tutelles.

La répartition de l'équipe sur deux sites géographiques permet certes d'être proche du vivier d'étudiants mais le risque de se transformer en deux sous-équipes n'est toujours pas écarté (déjà indiqué dans le précédent rapport).

Le départ prochain à la retraite des deux cadres A de l'équipe, en charge pour chacun d'une des thématiques de l'équipe, menace à terme l'autonomie de l'équipe qui par ailleurs fonctionne très bien.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire ascendante de l'équipe est mise en évidence avec la croissance régulière du nombre de doctorants.

L'équipe a su faire évoluer ses deux thématiques en devenant des groupes reconnus nationalement et internationalement dans le packaging fonctionnel et la microthermie, et en élargissant la conception de circuits à l'IA embarquée. Le projet de l'équipe est clairement défini et se positionne dans les problématiques technologiques à venir.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Compte tenu du départ à la retraite prévu des deux seuls cadres de l'équipe au cours de la prochaine période, et considérant qu'une des tutelles ne peut pas nommer ses salariés au grade de cadre A reconnu par les écoles doctorales, il est impératif que les membres de l'équipe élaborent une stratégie organisationnelle. Cette stratégie devra assurer la continuité et l'autonomie des activités de l'équipe tout en maintenant leur qualité.

Par ailleurs, l'augmentation constante du nombre de doctorants nécessite un renforcement proportionnel de la capacité d'encadrement doctoral.

Équipe 11 : MITEC – Microtechnology and Instrumentation for Thermal and Electromagnetic Characterization

Nom du responsable : M. Tuami Lasri

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe MITEC est spécialisée dans l'étude de matériaux biosourcés pour des applications HF. Les matériaux sont essentiellement des dérivés de cellulose pour une électronique souple et à faible empreinte carbone. Deux thématiques sont abordées : les caractérisations des matériaux, essentiellement la permittivité diélectrique, et la conductivité thermique par la méthode 3-omega d'une part, et des dispositifs pour les applications HF sont réalisés et testés d'autre part.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations émises par le précédent comité d'évaluation ont été largement prises en compte, sans toutefois aller jusqu'au bout de la démarche.

Une première recommandation incitait l'équipe à se restructurer soit en se renforçant, soit en fusionnant avec d'autres équipes. Le choix a été de rester sous une forme plus restreinte avec un resserrement du positionnement de l'équipe et un appui des plateformes.

Le précédent comité d'évaluation préconisait de s'appuyer sur les moyens de caractérisation originaux de l'équipe, notamment la microscopie en champ proche microonde, pour intégrer des projets plus ambitieux et renforcer le réseau de collaborations. L'équipe s'appuie aujourd'hui sur l'originalité de ses moyens de caractérisation qui sont différenciant à l'échelle nationale et internationale, sans toutefois avoir pu renforcer son réseau de collaborations.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	4
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	0
Sous-total personnels non permanents en activité	2
Total personnels	7

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Cette équipe en cours de restructuration a un positionnement très lisible dans une thématique d'avenir, axée sur le développement durable de l'électronique radio-fréquence et flexible. Elle participe à deux projets à l'échelle régionale et à un projet européen porté par une autre équipe. L'équipe peine à avoir une politique de publication efficace et sa production scientifique est modeste (1,3 RICL/ETP/an). Elle a besoin d'être redynamisée, notamment dans son activité contractuelle. L'originalité de son savoir-faire tient à la réalisation et la caractérisation microonde de lignes sur substrats de cellulose. Le recrutement récent d'une MCF est un élément positif qui devrait aider l'équipe à relancer ses activités.

Points forts et possibilités liées au contexte

Suite au départ de quatre membres de l'équipe, une réorganisation importante a été opérée et MITEC a adopté un positionnement clair dans la caractérisation diélectrique et thermique de matériaux biosourcés pour les applications microondes, ainsi qu'à la réalisation de dispositifs avec une bonne visibilité nationale et internationale.

Le recrutement en 2022 d'une MCF opère une redynamisation de l'équipe avec une participation en hausse dans les congrès internationaux en 2023. La réalisation sur substrat de cellulose d'antennes patch fonctionnant à 2,45 GHz avec des performances non altérées par la flexion du dispositif, ou la caractérisation diélectrique d'une ligne de 10 à 67 GHz illustrent bien le savoir-faire original au niveau national de l'équipe.

La production scientifique est de bonne qualité dans des journaux internationaux (IEEE Trans. Microwave Theory, Microwave and Optical Technology Letters), et avec la participation à des conférences internationales réputées telles que EuMC, EuCAP, ISAF-EMF ou MNE-EUROSENSORS. Elle repose sur un savoir-faire solide de l'équipe, qui développe par exemple son propre banc de mesure de conductivité thermique avec la méthode 3-oméga (position régionale). Les publications font état de collaborations dans la durée avec les équipes internes de l'unité et également avec d'autres établissements régionaux, notamment l'université d'Artois. Les doctorants sont bien associés et cités en premier sur la liste des auteurs.

L'attractivité de l'équipe est très bonne et tient en premier lieu à l'excellente participation aux comités de programme de conférences nationales (JCMM) et internationales (European Microwave Conference, IEEE-WisNet, Electromagnetic Wave Interaction with Water and Moist Substances...). Il faut également noter qu'un membre de l'équipe fait partie de l'Editorial Board du journal Sensing and Imaging (Springer Nature). De plus l'équipe est très présente dans les instances de pilotage et d'expertise de la recherche (un membre de la 63e section CNU, un membre évaluateur du Hcéres, des évaluations de projets du NSERC au Canada). Tous les doctorants qui ont soutenu leur thèse ont trouvé un emploi. L'implication d'un membre de l'équipe responsable de la formation doctorale contribue certainement à leur insertion professionnelle dans le monde socio-économique.

Points faibles et risques liés au contexte

Le taux de publication de RICL reste faible (1,3 RICL/ETP/AN) et surtout inhomogène entre les membres de l'équipe. Il y a deux MC non publiant sur la durée d'évaluation, sur cinq permanents, si l'on ne compte pas les professeurs émérites. D'autre part les dix-neuf RICL ont été publiés dans quatorze revues différentes, ce qui limite la lisibilité de cette production.

Le nombre de doctorants est faible par rapport au nombre de permanents de l'équipe.

Certains points limitent l'attractivité de l'équipe. Il n'y a pas eu de conférences invitées dans la période d'évaluation. L'activité contractuelle se limite à deux contrats régionaux (dont un CPER) et à la participation à un contrat européen sans soutien financier. Il n'y a pas de projets ANR. L'équipe a recruté peu de doctorants et de post-docs pendant la période.

L'implication dans le monde socio-économique est limitée par le fait qu'il n'y a pas de collaboration avec les industriels.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Après une longue période de restructuration, qui avait été conseillée lors de l'avant-dernière évaluation, l'équipe a resserré son positionnement mais doit faire face à une démobilisation de certains de ses membres. Le projet est strictement circonscrit dans la thématique affichée par MITEC et mise essentiellement sur la redynamisation de l'équipe et sur son partenariat local pour retrouver un niveau d'excellence en termes de production scientifique et d'activité partenariale.

Dans le projet de l'équipe, les partenaires envisagés sont limités à l'échelle régionale ; le projet gagnerait en pertinence en recherchant des partenaires aux niveaux national et international, mettant en relief l'originalité du positionnement du projet, du savoir-faire de l'équipe et de ses moyens de caractérisation.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Une politique de publication ciblant mieux les journaux devrait être mise en place pour homogénéiser et rendre plus lisible la production scientifique.

Il faudra veiller au renouvellement de l'équipe, trois de ses membres étant susceptibles de faire valoir leurs droits à la retraite au cours de la prochaine période d'évaluation.

Le nombre de doctorants et de post-docs devrait également être augmenté, il reste aujourd'hui insuffisant par rapport au nombre de permanents de l'équipe. Le montage par un membre de l'équipe d'un Master Réseaux et Télécommunication, avec la responsabilité d'un parcours M2, peut être un excellent vivier de doctorants.

L'activité contractuelle doit être augmentée, que ce soit dans le cadre de réponses aux AAP nationaux et internationaux, ou dans le cadre d'une recherche partenariale. Grâce à son savoir-faire et ses techniques de caractérisation originales, une piste envisageable peut être de miser sur la spécificité du substrat papier et d'initier des collaborations résolument tournées vers l'électronique imprimée où le domaine HF est encore peu exploré.

Équipe 12 : NAM6 – Nano and Micro Systems

Nom du responsable : M. Marc Faucher

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe concentre ses recherches sur les MEMS, la micro-fabrication, et l'instrumentation dans six thématiques clés :

1. MEMS en nitrure de gallium : Développement d'accéléromètres à poutre vibrante basés sur une hétérostructure AlGaIn/GaN.
2. Sondes champ proche : Conception de sondes pour la microscopie optique SNOM et pour la spectroscopie Raman-TERS notamment.
3. Microcaractérisation de fibres biosourcées : Analyse des fibres de lin pour optimiser les récoltes.
4. MEMS-THz : Développement d'un bolomètre NEMS THz et de guides pour la photonique à grande longueur d'onde.
5. Instrumentation AFM en hyperfréquences : Étude de matériaux photovoltaïques via microscopie micro-ondes associée à un MEB.
6. NEMS en physique fondamentale : Développement de résonateurs SiN.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Dans le précédent rapport, des recommandations ont été faites pour améliorer les activités de l'équipe. Les points soulevés incluaient la participation aux projets européens, l'accueil de professeurs étrangers pour des séjours de longue durée, l'augmentation du nombre de financements par le dispositif Cifre et l'accroissement du nombre de post-docs.

Ces recommandations ont été prises en compte par l'équipe et les résultats obtenus sont globalement satisfaisants. Tout d'abord, ils ont participé activement à deux projets européens, TERAFOOD et MMAMA, bien qu'ils aient continué à privilégier les appels à projets de l'ANR qui correspondent plus à leurs besoins de financement de la salle blanche en utilisant la facturation interne. Deux thèses ont été démarrées dans le cadre du dispositif Cifre et l'abandon du doctorant pour l'une d'elles ne saurait leur être reproché. En ce qui concerne les post-doctorants, l'équipe en a accueilli quatre, mais n'a pas réussi à attirer de professeurs étrangers pour des séjours prolongés.

Ces actions montrent un engagement à améliorer les aspects mentionnés dans le rapport précédent.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

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	1
Post-doctorants	1
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	8

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe se distingue par une grande visibilité dans ses domaines de recherche, avec des avancées notables sur la période. Notamment, un record mondial de résolution sur une grande étendue de mesure pour un démonstrateur d'accéléromètre à base de poutre vibrante en nitrure de gallium sur silicium intégrant le transducteur. Le comité note aussi une compétence au plus haut niveau de l'état de l'art dans le domaine des sondes micro-usinés à l'échelle nanométrique et une collaboration avec la start-up Vmicro, co-fondée par un des membres de l'équipe.

L'équipe a obtenu des financements spécifiques pour la salle blanche de l'IEMN (e.g. Equipex+ Nanofutur). La production scientifique avec 2,3/ETP/an est excellente en quantité et en qualité (Nature Comm., ACS, APL, Phys. Rev., ...). Le rayonnement est excellent attesté par la participation à des comités de conférences majeures du domaine (IEEE IEDM, IEEE IFTS, ...) et des responsabilités éditoriales (IOP JMM, IEEE JMEMS). Le comité s'inquiète cependant de la taille sous-critique de l'équipe due notamment au départ récent d'une CR CNRS et de la prise de responsabilité importante de deux membres clés de l'équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe possède une expertise internationale dans le domaine des MEMS et des NEMS, avec des contributions notables comme par exemple une première mondiale pour un accéléromètre en GaN sur Silicium. Par ailleurs, l'équipe a exploré de nouveaux axes (e.g. les microsystèmes pour le THz), qui ouvrent des perspectives prometteuses. Cette stratégie de diversification, bien qu'ambitieuse, semble bien maîtrisée.

La participation à des comités éditoriaux des plus grands journaux du domaine (IOP JMM, IEEE JMEMS) et à des comités de programme de conférences (IEEE IEDM par exemple) sont d'autres éléments de reconnaissance de cette expertise.

L'équipe a une production scientifique de grande qualité, avec un volume significatif (2,47/ETP/an) de publications dans des revues de premier plan (IOP JMM, Optics Express, Physical Review Applied, etc). Le comité note aussi avec intérêt que plus de la moitié des publications RICL sont co-signées avec d'autres équipes du laboratoire.

NAM6 a réussi à obtenir des financements substantiels, avec huit projets ANR (pas de portage) et deux projets européens (H2020), entre autres. Ces succès montrent la capacité de l'équipe à attirer des ressources financières importantes pour soutenir ses recherches. Les collaborations industrielles avec six partenaires, notamment avec des entreprises comme HORIBA et Vmicro, renforcent également la pertinence de leur travail pour des applications concrètes.

L'équipe est impliquée dans plusieurs initiatives structurantes comme le CPER Hauts-de-France et l'Equipex+ NANOFUTUR. La participation à ces projets témoigne de la visibilité de l'équipe et de son rôle central dans le paysage scientifique régional.

L'équipe participe à la formation des jeunes chercheurs (8 doctorants sur la période et 4 thèses soutenues), avec un encadrement rigoureux et des ressources allouées pour leur permettre de mener leurs recherches dans des conditions optimales.

De nouveaux projets européens sont en cours de montage avec un potentiel de diversifier les sources de financement, d'augmenter la visibilité internationale de l'équipe et de renforcer les collaborations transnationales.

Le contexte actuel de la recherche, avec l'essor de nouvelles technologies comme le quantique et la photonique, offre à NAM6 l'opportunité d'explorer de nouveaux axes de recherche. Par exemple, le développement de microsystèmes basés sur la physique quantique pourrait ouvrir de nouveaux horizons pour l'équipe, en phase avec les tendances émergentes.

Points faibles et risques liés au contexte

En ce qui concerne les points faibles, le comité identifie :

– l'encadrement de jeunes chercheurs : huit doctorants encadrés sur la période, c'est bien pour quatre chercheurs mais c'est peu en comparaison des compétences et de la visibilité des membres de l'équipe.

En ce qui concerne les risques liés au contexte, le comité identifie :

– une forte dépendance aux moyens technologiques ; l'équipe doit pouvoir s'appuyer sur des moyens mutualisés de salle blanche et des ingénieurs supports ayant un statut permettant de garantir la stabilité de la ressource humaine afin d'éviter une perte de compétences.

– les ressources humaines : l'équipe est constituée de 4 DR avec un âge moyen de 56 ans. L'équipe subira lors du prochain contrat au moins un départ à la retraite. La transmission des compétences et la continuité des projets de recherche peuvent être compromises si des mesures appropriées ne sont pas prises pour préparer la relève.

– la charge administrative : certains membres de l'équipe, notamment ceux impliqués dans la coordination de grands projets estiment être surchargés par des tâches non opérationnelles. Au vu de la pyramide des âges de l'équipe, ses membres devraient pouvoir se concentrer sur des activités à forte valeur ajoutée scientifique, l'encadrement de jeunes chercheurs et la transmission de leur expertise à des collègues plus jeunes.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe a démontré son excellence scientifique et sa capacité d'innovation dans les technologies MEMS et NEMS. Ceci a permis à l'équipe de se positionner comme un acteur clé dans son domaine, avec des contributions significatives tant au niveau national qu'international.

L'équipe a montré une capacité à innover en diversifiant ses axes de recherche tout en maintenant un haut niveau d'expertise dans ses domaines traditionnels. Les travaux sur les MEMS en nitrure de gallium, les sondes champ proche pour la microscopie optique, et la micro-caractérisation des fibres biosourcées témoignent de cette diversité. Par ailleurs, l'équipe a su identifier et développer de nouveaux axes, tels que les microsystèmes pour le THz, qui ouvrent des perspectives prometteuses. Cette stratégie de diversification, bien qu'ambitieuse, semble bien maîtrisée, avec une attention particulière portée à l'impact industriel et sociétal des recherches.

NAM6 a renforcé ses nombreuses collaborations tant académiques qu'industrielles, ce qui a permis de consolider sa position au sein du paysage scientifique. Les partenariats avec des entreprises comme HORIBA et Vmicro, ainsi que la participation à des projets européens et ANR, montrent une intégration réussie des activités de recherche dans un réseau de partenaires stratégiques. Cette approche collaborative a contribué à la valorisation des recherches, notamment à travers des brevets et des projets innovants.

La trajectoire de l'équipe associe des recherches incrémentales basées sur une expertise acquise au fil des décennies et de nouveaux axes de recherche très pertinents à court et moyen termes. Par ailleurs, l'évolution rapide des technologies dans les domaines du quantique et de la photonique offre des opportunités intéressantes.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

La première recommandation pour cette équipe concerne la gestion de la transition générationnelle : avec des départs à la retraite imminents, il est essentiel de préparer la relève en associant de jeunes talents à ces cadres expérimentés. Cela permettrait d'augmenter la capacité d'encadrement de l'équipe au cours du prochain contrat et de pérenniser les compétences et la visibilité de l'IEMN dans le domaine des MEMS au-delà du prochain contrat. Il est donc fortement recommandé de s'appuyer sur les collaborations déjà établies avec d'autres équipes de l'unité en envisageant, au cours de la prochaine période, un renforcement de celles-ci pouvant aller jusqu'à une fusion avec un élargissement du spectre vers des domaines complémentaires.

Les partenariats existants avec des entreprises (e.g. Horiba, Keysight, etc.) peuvent être élargis pour inclure de nouvelles collaborations, notamment dans des domaines à fort potentiel comme les nanotechnologies ou l'instrumentation avancée. Ces collaborations pourraient non seulement accroître les retombées économiques des recherches menées, mais aussi offrir des débouchés pour les innovations développées par l'équipe.

Équipe 13 : NBI – Nanobiointerfaces

Nom du responsable : M. Amar Abderrahmani

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe NANSEE (ex-NANOBIOTERFACES) réalise des nanomatériaux à façon, fonctionnalisés en surface et formulés pour répondre à des enjeux principalement dans le domaine biomédical. Elle développe une recherche appliquée et propose des solutions technologiques basées sur des expertises complémentaires en sciences des matériaux (organique, inorganique et hybride) et des surfaces, en électronique moléculaire, en biologie moléculaire et cellulaire et en chimie pharmaceutique. Forte de cette interdisciplinarité qui leur permet de maîtriser les interactions de la matière et du vivant et d'en comprendre les mécanismes, elle développe des patchs thérapeutiques, des biocapteurs, des biomarqueurs, des synapses artificielles, et des surfaces antibactériennes ou antivirale.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La politique de l'équipe sur la période a permis de répondre aux attentes du précédent comité en augmentant considérablement le nombre de projets portés en qualité de coordinateur dont quatre ANR PRC et trois projets européens (FLAG-ERA, H2020 Societal Challenges, ERA-NET EuroNanoMED). L'équipe a également œuvré pour renforcer ses interactions avec les structures de valorisation et d'innovation, en particulier avec la SATT Nord (2 brevets publiés, 5 dépôts de brevets, création d'une start-up) et pour s'ouvrir au grand public (12 articles destinés à des magazines spécialistes des métiers de la santé, 1 article dans un magazine grand public).

Le recrutement d'un PR a permis de diminuer le taux individuel d'encadrement doctoral qui reste néanmoins élevé (4 doctorants/HDR). Par ailleurs, si le précédent comité préconisait de travailler à l'équilibre des activités entre ses permanents, de leur implication équilibrée dans les projets ainsi que dans le fonctionnement général du groupe, le rapport ne fait pas ressortir d'action spécifique en ce sens.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	4
Sous-total personnels permanents en activité	9
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	6
Post-doctorants	1
Doctorants	12
Sous-total personnels non permanents en activité	20
Total personnels	29

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe NANSEE se distingue au niveau national par son approche pluridisciplinaire dans le domaine des nanodispositifs médicaux en étroite collaboration avec des praticiens cliniciens qui lui permet d'accéder à des modèles animaux. Elle fait preuve d'une excellente dynamique en recherche impulsée par une réussite à des appels à projets compétitifs européens et nationaux qu'elle porte. Elle est reconnue pour ses activités sur le développement de patch de délivrance contrôlée de principe actif pour le traitement du diabète, et sur la formulation de capsules contenant des nanomatériaux et des nano-corps comme solutions antimicrobiennes et antivirales. Elle est force de proposition pour des innovations très importantes dans le domaine vétérinaire avec la création d'une start-up (Bionamaris) et dans le domaine médical au travers d'une collaboration pérenne avec un groupe industriel européen. Certains membres de l'équipe bénéficient d'un fort rayonnement international, attesté par de très nombreuses collaborations et échanges de doctorants, et par leur participation à de nombreux comités éditoriaux.

La production scientifique pourrait apparaître comme exceptionnelle en quantité (16,3 RICL/ETP/an) dans des journaux généralistes de très bonne audience (J. Mater. Chem. A, B, C ; RSC Adv. ; J. Organomet. Chem ; Surfaces&Interfaces ; Talanta ; Electrochimica Acta), mais elle pâtit de suspicions de manquements à l'intégrité scientifique et elle est très hétérogène entre les membres de l'équipe. Ces soupçons de manquement à l'intégrité, voire de fraude scientifique, ne permettent pas au comité d'évaluation de se prononcer sur la qualité des publications. La fragilisation de l'équipe suite à une enquête en cours est une menace pour la pérennité des projets de recherche actuels et pour son rayonnement scientifique

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe NANSEE est un acteur reconnu internationalement dans les domaines des biocapteurs, de la nanomédecine et de la médecine personnalisée. En particulier, elle s'est distinguée pour ses travaux sur les nanodispositifs médicaux pour les malades du diabète et s'est très fortement investie pour la détection de virus, domaine de recherche particulièrement prisé suite à la pandémie. La force de l'équipe repose sur des compétences très larges qui se situent aux frontières de plusieurs disciplines, la biologie cellulaire, la diabétologie, les biotechnologies, l'électrochimie, et la chimie des surfaces et des matériaux. Son expertise concerne la préparation de nanocomposites à base de carbone (graphène, nanoparticules de carbone, boîtes quantiques de carbone, nanoparticules et nanofils de diamant), leur fonctionnalisation et leurs applications dans la bio-détection et l'administration de médicaments. Un résultat remarquable porte sur la texturation des patchs et l'utilisation des propriétés photo-thermiques de l'oxyde de graphène réduit (rGO) pour la libération transdermique d'ondansétron et d'insuline à travers la peau de porc. Cette innovation a été fructueuse en ouvrant de nouveaux champs d'investigation pour l'administration transdermique de macromolécules ou d'agents thérapeutiques par de nouvelles voies d'administration (oculaire, intratrachéale), et pour d'autres maladies que le diabète. Un autre atout de l'équipe concerne leurs travaux remarquables sur les techniques d'analyse d'entité biologiques et le développement de nouveaux dispositifs de détection alternatifs tels que la sueur, la salive et le condensat de la respiration. Ces activités suscitent un fort intérêt tant au niveau local qu'international comme l'attestent les très nombreuses collaborations pérennes avec des laboratoires étrangers et les nombreux financements dont ils ont été lauréats en qualité de porteur ou comme partenaire (3 projets européens : H2020 Societal challenges, ERANET, MSCA, 8 projets ANR et 12 projets i-Site). Cette attractivité se traduit également par un grand nombre d'invitations dans des congrès (60) et dans l'organisation de colloques internationaux.

Le taux de publication est exceptionnellement élevé (325 RICL sur la période soit environ 16,3 RICL/ETP/an), ce qui est largement au-dessus de la moyenne de l'unité et de la moyenne nationale. La production scientifique de l'équipe repose sur des fondements théoriques et méthodologiques publiés dans des journaux généralistes de très bonne audience (J. Mater. Chem. A, B, C ; RSC Adv. ; J. Organomet. Chem ; Surfaces&Interfaces ; Talanta ; Electrochimica Acta) ainsi que sur des savoir-faire dans l'ingénierie des capteurs et des enjeux en santé (Sensors&Diagnostics ; Sensors and Actuators B ; Separation and Purification Technology).

L'équipe NANSEE contribue très activement à la formation doctorale avec huit thèses en cours émergeant sur deux écoles doctorales relevant des sciences de l'ingénieur (ED72 et ED 632). Le nombre de thèses soutenues (29) est conséquent compte tenu de la taille de l'équipe et du nombre d'HDR (4). Le nombre de doctorants financés par des bourses étrangères est très élevé (24), en particulier des doctorants chinois parrainés par le China Scholarship Council (CSC) au nombre de onze, et reflète le fort rayonnement de l'équipe à l'international. L'équipe accueille également un grand nombre de doctorants étrangers pour des périodes longues (6-18 mois). L'ensemble de ces doctorants contribuent amplement à l'effort commun de production scientifique (environ

50 % des ACL). Il en va de même avec les trois ingénieurs de recherche de l'équipe très impliqués dans les projets de recherche et co-auteurs de nombreuses publications.

Trois des membres de l'équipe sont très impliqués dans des postes de directions éditoriales ou en tant que membre de bureaux éditoriaux (Sensors & Diagnostics, All life, Analytical and Bioanalytical Chemistry, ACS Applied materials and interfaces).

Les interactions avec le monde non-académique ont été par certains côtés remarquables, en particulier avec la création de la start-up Bionamaris et plusieurs projets d'innovation technologique avec un partenaire industriel (SANTELYS, VITRICELL) ou de valorisation des résultats de la recherche (pansements intelligents).

Points faibles et risques liés au contexte

La stratégie scientifique de l'équipe n'est pas claire du fait de la grande disparité des activités qui masque les expertises fortes de ses membres et du positionnement par rapport à l'état de l'art. Les interactions avec les communautés scientifiques nationales et internationales reconnues dans le domaine de la nanomédecine sont faibles. La thématique sur la santé portée par l'équipe est actuellement très demandée, ce qui fait courir un risque de sur-sollicitations de projets collaboratifs et d'accueil de doctorants étrangers. L'analyse de la production scientifique fait ressortir un nombre très élevé d'articles (333 pour 5 chercheurs/enseignants-chercheurs) avec un grand nombre de collaborateurs et de pays (plus de 40 collaborations avec ACL aux niveaux national et international). Cette dispersion contribue à une perte de visibilité de l'expertise et rend le pilotage des activités de l'équipe compliqué. Ceci se traduit par une procédure de manquement à l'intégrité scientifique en cours impliquant certains membres de l'équipe.

Les dynamiques de recherche sont très hétérogènes au sein de l'équipe. Bien que le taux de publication de l'équipe soit très élevé, le comité note une très forte disparité entre les permanents, une seule publication pour un membre junior de l'équipe sur la durée du contrat sans qu'il ne soit fait mention d'une activité chronophage en dehors de l'équipe. De même, les conférences invitées sont données par un nombre très restreint de personnels. La stratégie actuelle de l'équipe ne permet pas de faire émerger la visibilité de l'ensemble de ses personnels.

Concernant le recours à de nombreux financements étrangers hors appel à projet, il est légitime de s'interroger sur la maîtrise des sujets de thèses dont dispose l'équipe en lien avec sa stratégie de recherche.

Certains choix démontrent clairement un manque de vigilance et de discernement au regard du respect de la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche (sur-représentation des financements CSC, nombre important de publications dans des revues tout en étant membres ou en position de direction des bureaux éditoriaux, taux de publication excessif/ETP, nombre excessif de conférences invitées, ...). Ainsi, le risque de perdre en visibilité et en crédibilité aux niveaux national et international est grand avec comme conséquence une diminution drastique des financements institutionnels et industriels.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'équipe est construite sur trois projets dont les financements sont d'ores et déjà obtenus sur des AAP ANR. Une partie des travaux s'inscrit dans la continuité du précédent quinquennat et repose sur l'expertise de l'équipe concernant la fonctionnalisation de nanomatériaux par des molécules biologiques complexes d'intérêt pour le ciblage du cancer (pancréas, poumon), pour le diagnostic (sonde pour l'IRM) et la thérapie cellulaire, la réalisation de pansements activables par stimuli spécifiques de plaies chroniques des diabétiques et la détection de virus. Une ouverture des thématiques de recherche de l'équipe concernera l'élaboration de nanostructures pour la biomasse dans un consortium d'experts nationaux du domaine. Le positionnement de l'équipe dans l'élaboration de nanostructures par lithographie par une technique de nano-impression par ultrasons n'est pas clair puisqu'il ne semble pas qu'elle en possède les compétences.

L'équipe connaîtra des évolutions de son effectif suite à des mobilités qui auront des conséquences importantes sur son activité. Elle développera une politique de recrutement afin de pallier une perte de compétences. La trajectoire ne fait pas ressortir l'éventualité d'un recentrage des activités sur les forces en présence à court terme. Au contraire, la trajectoire fait ressortir un élargissement des thématiques dans les domaines de l'énergie et de l'environnement (recyclage, transformation élaboration de condensateurs, de catalyseurs, d'électrode plasmonique). Cette stratégie scientifique est peu lisible et les forces actuelles ne semblent pas couvrir toutes les expertises nécessaires pour conduire à bien les projets. En conclusion, la stratégie scientifique de l'équipe n'est pas claire, elle ne fait pas ressortir de questionnements scientifiques ciblés sur des aspects fondamentaux amont, ni d'objectifs dans l'évolution recherchée de leur expertise. La trajectoire se positionne uniquement sur des activités au regard d'enjeux sociétaux et semble ne relever que d'une évolution incrémentale de ce qu'ils savent déjà faire.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

La thématique sur la santé portée par l'équipe est actuellement très demandée, avec une sur-sollicitation à participer à de multiples projets et un nombre de collaborateurs particulièrement élevé. L'équipe gagnerait à définir et à formaliser des critères permettant de prioriser les demandes de collaboration afin d'éviter une trop forte dispersion des activités et de gagner en qualité de sa production scientifique. À court terme, l'équipe devra trouver un mode de fonctionnement qui permette d'honorer les projets en cours et qui tienne compte des mobilités des personnels permanents à venir.

Une attention toute particulière est conseillée au suivi des doctorants et post-doctorants.

Il est recommandé aux membres permanents et non-permanents de s'assurer de leur rigueur dans l'exploitation des données expérimentales de la production scientifique afin d'assurer la fiabilité du travail de recherche, et de prévenir les inconduites au regard de l'intégrité scientifique.

Il est recommandé aux membres permanents de privilégier la qualité à la quantité dans ses activités et ses investissements en recherche (contrats doctoraux, collaborations informelles), de limiter le surcroît d'activité et d'évaluer l'intérêt scientifique au regard de la stratégie de l'équipe et des forces en présence. Une réflexion devrait aussi être menée afin de s'assurer de leur impartialité et indépendance dans l'évaluation et l'expertise.

Le comité invite également l'équipe à réfléchir à une restructuration à moyen terme et recommande à veiller à mieux faire participer les jeunes collègues à la dynamique scientifique de l'équipe comme préconisé lors de l'évaluation précédente. Il invite à les impliquer davantage dans des projets de recherche, l'activité de publication et l'encadrement doctoral, et à les accompagner dans le montage de leur propre projet de recherche.

Équipe 14 : NCM - Nanostructures, nano-Composants et Molécules

Nom du responsable : M. Stéphane Lenfant

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les membres de l'équipe NCM étudient les propriétés physico-chimiques des matériaux organiques, polymères, molécules et nanostructures, pour les insérer dans des dispositifs innovants de l'électronique organique ou moléculaire. L'approche fait appel aux technologies de type bottom up, telles que les monocouches auto-assemblées pour les molécules ou l'électropolymérisation pulsée pour les polymères. Deux thématiques sont abordées. La première, plus fondamentale, porte sur les nanotechnologies de fabrication de micro ou nanostructures organiques ou organométalliques et l'étude de leurs propriétés de transport électroniques et thermiques. La seconde traite du développement de dispositifs tels que les diodes ou les transistors électrochimiques organiques (OECTs) ou d'assemblages moléculaires tels que les dendrites électropolymérisées ou des interrupteurs moléculaires. Ces dispositifs sont utilisés en tant que capteurs, ou bien utilisés pour le calcul neuromorphique.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe NCM a pris en compte les recommandations sur les produits et l'activité de recherche en maintenant son niveau de production et en renforçant son effectif de doctorants et post-doctorants. La forte activité contractuelle durant la période a permis de financer ces personnels non permanents.

Le précédent rapport d'évaluation pointait le risque que la mise en œuvre de l'ERC IONOS à Sherbrooke pénalise l'activité calcul neuromorphique à l'IEMN. Cela n'a pas été le cas et une part significative des articles produits par NCM sont issus de cet ERC.

Les recommandations concernant le projet de l'équipe étaient d'augmenter l'effectif permanent de l'équipe pour satisfaire l'ambition de son projet. L'équipe a doublé ses ressources humaines en nombre de membres permanents au cours de la période d'évaluation.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	3
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	7
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	4
Post-doctorants	6
Doctorants	8
Sous-total personnels non permanents en activité	20
Total personnels	27

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe NCM a acquis une renommée mondiale en électronique moléculaire et a présenté des avancées scientifiques remarquables dans le domaine du calcul neuromorphique. Son effectif a doublé pendant la période d'évaluation et sa production scientifique s'est maintenue à un niveau d'excellence (2,85 RICL/ETP/an) dans les meilleures revues du domaine (Nanoscale, Organic Electronics). Le succès aux AAP nationaux et l'ERC Consolidator Grant IONOS contribuent à l'attractivité de l'équipe qui accueille de nombreux doctorants et post-doctorants bien encadrés. Les faits marquants sont au meilleur niveau international – notamment la première preuve du calcul par réservoir computing par technologie organique et la réalisation de jonctions moléculaires photo-commutables sur Co (on/off record de 380) pour la spintronique.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est très bien identifiée internationalement dans le domaine de l'électronique organique et moléculaire, notamment par sa spécialisation dans les architectures neuromorphiques et l'usage de technologies spécifiques telles que l'électropolymérisation pulsée, les couches moléculaires auto-assemblées.

Plusieurs faits marquants doivent être soulignés. Tout d'abord l'équipe a doublé son effectif permanent au cours de la période et a obtenu une ERC Consolidator Grant, IONOS. Des avancées scientifiques majeures au meilleur niveau mondial ont été réalisées pendant la période d'évaluation : démonstration des fonctions clés de la plasticité synaptique du cerveau grâce à la formation de dendrites en PEDOT:PSS électro-polymérisées (ERC IONOS) ; jonctions moléculaires photo-commutables sur Co (on/off record de 380) pour la spintronique ; réalisation expérimentale de calcul de type « réservoir computing » à partir de réseaux de composants OECT [AdvElecMat18], première mondiale avec des composants organiques.

La production scientifique est exceptionnelle par sa qualité, par la quantité 2,85 RICL/ETP/an, et le choix des supports de publication très ciblés (par exemple 14 RICL dans Nanoscale, 8 dans Organic Electronics) ce qui confère à l'équipe une grande visibilité à l'international. Les publications sont effectuées en collaboration avec les meilleures équipes nationales et européennes du domaine.

Cette production scientifique est très bien répartie entre les deux thématiques de l'équipe. La participation aux conférences internationales est également excellente avec une très forte proportion de conférences invitées (près de 50 % sur 37 conférences), dans les meilleurs congrès du domaine (MRS et EMRS, IEEE Nanomaterials and Devices, NOD-Workshop).

Le rayonnement de l'équipe est excellent, avec dix-huit conférences invitées, un séjour de longue durée d'un membre de l'équipe à l'Université de Sherbrooke. Trois conférences nationales ont été organisées par l'équipe, qui est représentée dans les CS de conférences nationales (SPIC) et internationales (ElecMol). Elle est également présente dans les instances de pilotage de la recherche (directeur du collège d'écoles doctorales de l'Université de Lille et directeur adjoint du GDR NEMO) et de son expertise (une évaluation Hcéres).

Un fait marquant pour cette équipe est qu'elle a doublé son effectif permanent au cours de la période d'évaluation, avec le recrutement d'une nouvelle MCF, d'un CR CNRS et d'un chercheur sur une CPJ, ainsi que l'accueil d'une MCF et d'un chercheur associé. L'équipe a accueilli sur la période d'évaluation treize doctorants et 22 post-doctorants, avec un encadrement efficace puisque les doctorants soutiennent leur thèse avec en moyenne trois RICL. Les thèses sont majoritairement associées au projet RENATECH. Une HDR a été soutenue.

L'équipe présente un succès notable aux AAP nationaux (8 ANR dont 4 obtenues pendant la période d'évaluation, aucun portage) et surtout au niveau européen avec l'obtention de l'ERC IONOS.

Points faibles et risques liés au contexte

Malgré une production scientifique soutenue et récurrente dans des journaux très ciblés sur son domaine de recherche (Nanoscale, Organic Electronics), aucun des membres de l'équipe n'a de responsabilité éditoriale dans des revues.

L'équipe entretient une forte collaboration avec des équipes renommées en Europe et pourtant n'a pas obtenu de nouveaux contrats européens (hormis l'ERC IONOS) comme coordinatrice ou partenaire scientifique.

Du fait de son activité très en amont, les relations avec le monde socio-économique sont un peu en retrait, hormis l'ANR Harvesters et le projet de région COSMOS en partenariat avec deux start-up.

L'équipe a obtenu d'excellents résultats avec des avancées scientifiques notables. Toutefois ces faits marquants ne sont que très peu médiatisés vers le grand public.

L'équipe a fortement augmenté son effectif depuis la dernière évaluation. De ce fait sa gestion, qui pouvait rester informelle, étant donné la proximité géographique de ses membres, risque de ne plus s'avérer suffisante.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'équipe ne fait pas état de son évolution passée ni de son bilan présent mais a le mérite de présenter un projet de recherche à court terme bien détaillé. Il adresse d'abord les aspects organisationnels de l'équipe avec l'introduction de séminaires internes et d'une journée réunissant tous les membres de l'équipe, ce qui va dans le sens de la cohésion du groupe. Toutefois, avec l'augmentation des effectifs, la suppression des réunions de permanents ne semble pas opportune.

Le projet de recherche s'articule dans la continuité des deux thématiques du groupe, avec des étendues de compétences qui devraient être assumées par deux nouveaux entrants provenant des équipes NBI et PHYSIQUE. Ces nouveaux objectifs sont pour la plupart déjà initiés et financés.

La thématique sciences et nanotechnologie des matériaux organiques va renforcer sa compréhension des phénomènes physiques déjà à l'étude, à l'échelle nanoscopique, par une approche pertinente par microscopie à sonde locale.

La thématique de dispositifs et calcul neuromorphique présente un projet qui sur certains sujets se rapproche plus des applications à court terme : récupération d'énergie par rectenna ou par effet photovoltaïque pour l'IoT, détection multisélective de gaz.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité ne peut qu'encourager l'équipe à maintenir son niveau de savoir-faire, de renommée mondiale, et sa production scientifique d'excellente qualité, ce qui devrait être facilité par la venue dans ses rangs de deux nouveaux enseignants-chercheurs.

L'équipe est également incitée à conforter son activité contractuelle vers l'Europe et à l'international, son réseau de collaborations avec les meilleurs laboratoires étrangers devant être un levier. La demande actuelle de financement à l'Europe du projet CPJ va bien dans ce sens.

L'équipe devra renforcer son interaction avec les partenaires industriels en renforçant les nouvelles thématiques de son projet, plus applicatives, dans le domaine de l'énergie : rectennas, introduction de la plasmonique dans les cellules solaires.

Avec une équipe qui s'est remarquablement développée, le comité préconise toutefois que les réunions de permanents à périodes régulières soient maintenues pour la cohésion du groupe.

Il conviendra également à l'équipe de veiller à ne pas noyer ses domaines d'excellence dans une trop grande diversité de sujets.

Équipe 15 : OPTO

Nom du responsable : M. Samuel Dupont

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe OPTO se concentre sur le développement de composants optoélectroniques en abordant plusieurs thèmes spécifiques :

- L'échantillonnage optique, avec la réalisation de photo-interrupteurs en matériaux III-V et le développement de convertisseurs analogique-numériques tout-optiques ultra-rapides à base de polymère électro-optique ;
- Le photovoltaïque, avec le développement d'un nouveau matériau absorbeur non toxique, le ZnSnN₂, et la modélisation de diverses cellules photovoltaïques ;
- L'acousto-optique, avec l'optimisation de filtres large bande pour l'imagerie, incluant l'analyse théorique d'interactions 2D dans des matériaux anisotropes et la conception de filtres apodisés ;
- La plasmonique, avec le développement de capteurs et de méthodes innovantes de lecture, visant à améliorer la sensibilité des dispositifs.

De plus, une activité de support transversal en modélisation vient compléter les travaux de l'équipe avec le développement et l'optimisation de modèles et de codes pour répondre à de nouveaux besoins, tels que la conception de guides pour photomélangeurs distribués aux fréquences THz.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe OPTO a pris en compte les recommandations du précédent rapport et a apporté des réponses appropriées à certaines d'entre elles, notamment en renforçant les collaborations et en réorientant ses activités pour mieux s'adapter aux défis actuels. L'équipe a ouvert l'activité de modélisation à des collaborations avec le groupe THz pour le développement de photo-mélangeurs et avec le groupe de Physique pour le photovoltaïque. L'équipe a développé une activité partenariale et contractuelle pour accroître sa visibilité internationale. L'activité liée aux biocapteurs a donné lieu à un projet international (BIOSENS), et une collaboration a été mise en place pour le photovoltaïque avec l'université de Blida en Algérie.

Certaines recommandations n'ont pu être suivies, mais elles ne dépendent pas seulement des membres de l'équipe, il s'agit de l'interaction avec l'industrie régionale et du renouvellement du potentiel humain. Si des contacts ont été pris dans le cadre d'appels à projets régionaux, la faiblesse du tissu industriel local dans le domaine de l'optoélectronique n'a pas permis d'intensifier les interactions avec l'industrie régionale. Concernant les ressources humaines, le comité note que la demande de recrutement pour palier au départ à la retraite d'un professeur n'a pas été satisfaite et qu'un directeur de recherche a également quitté l'équipe en 2023.

Comme suggéré par le précédent comité d'évaluation, l'équipe a re-focalisé ses activités sur quatre thèmes : bio-capteurs plasmonique, photovoltaïque, modélisation et acousto-optique et a accru les contacts entre les deux sites. Cependant, un cinquième thème lié à l'échantillonnage optique fait toujours partie des activités de l'équipe.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	3
Maîtres de conférences et assimilés	6
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	9
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	8
Total personnels	17

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe OPTO, grâce à ses avancées scientifiques significatives et à ses collaborations solides, se positionne comme un acteur majeur au niveau international dans le domaine de l'acousto-optique et au niveau national dans les domaines du photovoltaïque, et des biocapteurs plasmoniques. La production scientifique est très bonne en volume avec 1,9 RICL/ETP/an et 2,4 CICL/ETP/an, et très bonne en qualité avec environ 89 % des articles dans des journaux reconnus dans la communauté, malgré une forte hétérogénéité entre les membres de l'équipe. L'équipe a démontré une forte capacité à obtenir des financements compétitifs, ce qui témoigne de son dynamisme et de son intégration dans des réseaux de recherche de pointe. De plus, ses collaborations avec des industriels majeurs tels que Thales et AA S.A. illustrent sa capacité à développer des applications répondant à des enjeux socio-économiques importants. Toutefois le rayonnement de l'équipe reste faible.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les travaux de l'équipe permettent d'adresser des enjeux sociétaux actuels, avec par exemple le développement de capteurs SPR de meilleur niveau international pour la détection d'agents pathogènes, toxiques ou radioactifs, avec impact direct sur la santé publique et la sécurité environnementale. Ils ont aussi un impact technologique au travers du développement de systèmes en partenariat avec l'industrie tels que le développement de filtres acousto-optiques pour l'imagerie hyperspectrale, et l'optimisation de matériaux photovoltaïques pour une énergie propre et durable.

La production scientifique est très bonne en volume avec 1,9 RICL/ETP/an et 2,4 CICL/ETP/an, et très bonne en qualité avec environ 89 % des articles dans des journaux reconnus dans la communauté. Les revues couvrent des domaines assez variés comme les matériaux avec *Advanced Materials*, les nanosciences et nanotechnologies avec *NanoLetters*, les cellules photovoltaïques avec *Solar Energy Materials and Solar Cells*, les capteurs avec *Sensors and Actuators A : Physical*, l'optique biomédicale avec *Biomedical Optics Express* ou encore des domaines pluridisciplinaires avec *Scientific Reports*. La production scientifique est régulière avec huit à quatorze articles de revue à comité de lecture par an de même que la participation aux conférences.

Près de 50 % des dix-sept doctorants de l'équipe sont des femmes et l'origine des doctorants est assez diversifiée, à la fois en France et à l'étranger. Un seul abandon au cours de la période est à noter. L'équipe a également pu accueillir trois post-doctorants et développe ses recherches dans le cadre de nombreux partenariats avec des institutions reconnues à l'échelle nationale et internationale (ex. Laboratoire Génie électrique et

électronique de Paris, Institut Jean Lamour, National University of Science and Technology MISIS, Aerospace Engineering Faculty de la TU Delft). L'environnement de recherche apparaît stimulant et les doctorants et post-doctorants bien encadrés.

L'équipe est très dynamique pour la recherche de financement et a un nombre élevé de projets d'envergure financés, parmi lesquels un projet européen InterregV, cinq projets ANR et d'autres projets régionaux et locaux (3). L'équipe a de nombreuses collaborations industrielles avec des acteurs majeurs européens comme AA S.A. pour l'acousto-optique.

Les membres de l'équipe participent à des activités d'intérêt général au niveau national. Un membre de l'équipe a fait deux mandats au CNU 63 et l'équipe participe assez régulièrement à des expertises de projets de recherche pour l'ANR ou des agences internationales (Université Franco-Allemande).

Des membres de l'équipe participent régulièrement à des actions de médiation scientifique, illustrant un engagement actif dans la dissémination de la recherche auprès du grand public et du jeune public.

Points faibles et risques liés au contexte

Le nombre d'articles publiés dans des revues à très forte visibilité reste modéré par équivalent temps plein. La production scientifique n'est pas répartie de manière homogène entre les personnels. Le comité relève notamment un maître de conférences non publiant, trois maîtres de conférences peu publiant avec un à deux articles sur la période, et un directeur de recherche dont la production scientifique est bien au-dessus de tous les autres membres de l'équipe avec 32 des 65 articles de l'équipe sur la période.

Le rayonnement de l'équipe n'est attesté que par un nombre limité d'éléments. L'équipe ne rapporte que quatre conférences invitées sur la période, la dernière datant de 2019 et la participation au comité d'organisation d'une conférence en acoustique. Elle a accueilli un professeur invité de TU Delft pour un total d'un mois et l'un de ces membres participe au comité de lecture d'une revue internationale. Deux séjours très courts de deux de ses membres dans des universités étrangères sont mentionnés.

Malgré les collaborations industrielles dans le cadre de projets financés sur fonds publics, l'équipe ne présente pas de contrat de collaboration financés par ses partenaires industriels, ni de thèses financées par l'industrie. Certains projets financés qui impliquent des partenaires industriels ne donnent lieu à aucune publication pour des questions de confidentialité. Néanmoins, l'équipe ne rapporte qu'un seul brevet déposé en 2021. La recherche collaborative doit pouvoir donner lieu à de la production scientifique.

La réduction des effectifs sur la période avec le départ d'un DR CNRS vers une autre équipe et la perte de deux PR a affaibli l'équipe. Le départ en retraite de deux autres enseignants-chercheurs (EC) au cours de la prochaine période constitue un risque pour le bon développement de certaines activités. Ce risque est renforcé par la forte implication des EC de l'équipe dans les responsabilités pédagogiques dans les différents établissements de la région, à savoir Polytech'Lille, Centrale Lille et INSA HdF.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le comité considère que la trajectoire proposée par l'équipe OPTO, qui se positionne pour le renforcement et une focalisation accrue sur ses thèmes de recherche porteurs actuels, est cohérente et globalement pertinente. Elle compte poursuivre ses travaux sur les biocapteurs, le photovoltaïque, la modélisation et l'acousto-optique tout en intégrant de nouvelles approches et technologies. La trajectoire proposée permet à l'équipe de se positionner favorablement sur la scène internationale grâce à des collaborations solides, et devra être soutenue par l'obtention de financements sur appel à projets. L'accent mis sur l'innovation, notamment dans les domaines de la plasmonique et des capteurs SPR, ainsi que l'utilisation du machine learning pour les cellules solaires, est un atout pour maintenir des collaborations industrielles et renforcer son positionnement international.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage les membres de l'équipe les moins publiants à trouver un meilleur équilibre entre implication dans les responsabilités pédagogiques et activités de recherche. Il encourage également les plus publiants à maintenir leur activité de publication au meilleur niveau et l'ensemble de l'équipe à augmenter le nombre de publications dans les revues à plus forte visibilité des domaines concernés.

Le comité recommande de veiller à ce que chaque doctorant publie au moins un article dans une RICL avant sa soutenance de thèse.

Le comité recommande de veiller à ce que le développement des activités de recherche reste proportionné à l'évolution des ressources humaines de l'équipe. Il encourage l'équipe à chercher activement et à préparer des candidats au concours CR CNRS pour renforcer l'équipe.

Le comité suggère à l'équipe de chercher à accroître son rayonnement scientifique, par exemple en s'impliquant davantage dans l'animation des communautés scientifiques auxquelles elle participe, notamment par la participation à des comités de programme de conférences et de GDR.

Le comité encourage l'équipe à profiter de ses partenariats industriels pour essayer de mettre en place des financements de thèses par le dispositif Cifre et à négocier des accords de publication avec les partenaires industriels dès la phase de planification des projets pour permettre la publication de certains résultats sans compromettre les aspects confidentiels.

Des efforts devront être entrepris pour assurer un maintien des ressources humaines de l'équipe en anticipant les départs à la retraite programmés au cours du prochain contrat.

Équipe 16 : PHOTONIQUE THZ
 Nom du responsable : M. Emilien Peytavit

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de recherche de l'équipe Photonique THz se concentrent principalement sur le développement de composants et de systèmes opérant aux fréquences moyen infrarouge (MIR) et THz, en utilisant des techniques de photonique et d'électronique. Ces activités sont réparties en six grandes thématiques :

- Telecom ultra-haut débits (UHD) THz : composants, systèmes et instrumentation de tests ;
- Composants optoélectroniques proche IR pour la génération et l'analyse de signaux THz large bande ;
- Sources Laser THz pour imagerie et spectroscopie ;
- Phénomènes non-réciproques et spintronique THz ;
- Imagerie en champ proche et spectroscopie THz ;
- Photodétecteurs moyen-infrarouge (MIR~3-15µm) ultrarapides pour la spectroscopie et les telecoms MIR.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe Photonique THz a répondu de manière exhaustive et proactive aux recommandations du précédent comité d'évaluation. Elle a renforcé ses collaborations internes, maintenu des relations robustes avec le secteur industriel et intensifié ses efforts pour obtenir des contrats européens. Ces actions montrent une volonté claire de suivre les orientations stratégiques suggérées et de poursuivre l'excellence dans ses activités de recherche.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

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	3
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	4
Post-doctorants	4
Doctorants	8
Sous-total personnels non permanents en activité	16
Total personnels	22

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Les différentes thématiques de l'équipe présentent dans leur ensemble un bilan de qualité exceptionnelle. Les travaux de l'équipe PHOTONIQUE THz se distinguent par des avancées scientifiques majeures dont plusieurs premières mondiales. Le comité souligne la démonstration de détecteurs à multi-puits quantiques à $\sim 10 \mu\text{m}$ de longueur d'onde avec une bande passante de 100 GHz à température ambiante, un record absolu dans cette gamme spectrale, ou le contrôle de la polarisation d'émetteurs THz spintroniques en utilisant l'effet Hall inverse de spin, ou encore, la réalisation du premier lien bidirectionnel THz pour les communications 6G.

La production scientifique est excellente tant au niveau de la quantité, avec 2,7 RICL/an/ETP, que de la qualité avec des articles dans les meilleurs journaux au niveau mondial (Nature Photonics, Nature Electronics, Adv. Materials).

L'équipe présente également une réussite exceptionnelle dans les appels à projets compétitifs (ERC, projets européens et ANR), et un rayonnement reconnu au meilleur niveau international confirmant son rôle de leader dans le développement de technologies THz et MIR.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les travaux de l'équipe PHOTONIQUE THz se distinguent par des avancées scientifiques majeures, dont plusieurs premières mondiales. Le comité souligne la démonstration de détecteurs à multi-puits quantiques à $\sim 10 \mu\text{m}$ de longueur d'onde avec une bande passante de 100 GHz à température ambiante, un record absolu dans cette gamme spectrale, ou le contrôle de la polarisation d'émetteurs THz spintroniques en utilisant l'effet Hall inverse de spin, ou encore, la réalisation du premier lien bidirectionnel THz pour les communications 6G.

La qualité de la production scientifique est exceptionnelle avec des articles dans des revues généralistes ou plus spécialisées à très forte audience, telles que Nature Photonics, Nature Electronics, Advanced Materials, Optica.

La quantité des produits de la recherche est excellente avec 2,7 RICL/an/ETP et 8,75 si l'on inclut également les communications et les brevets.

La reconnaissance de l'équipe est exceptionnelle, comme l'attestent ses collaborations avec des acteurs de premier rang mondial (parmi lesquels Raffaele Colombelli du C2N et R. Singh de NTU), des invitations dans des conférences internationales majeures du domaine telles que IRMMW-THz ou SPIE Photonics Europe.

L'attractivité de l'équipe permet d'inviter des chercheurs de premier rang mondial (Brown Univ., USA, Osaka Univ., Japon, Postech Corée du Sud ...).

Le dynamisme de l'équipe est excellent, il permet d'obtenir de nombreux financements, locaux, régionaux, nationaux (19 ANR, 3 projets au sein de PEPR, 3 BPI France) et européens (9 parmi lesquels un projet ERC Consolidator).

L'implication de l'équipe pour la communauté scientifique est remarquable, elle se traduit notamment par l'organisation d'événements scientifiques importants, des rôles éditoriaux dans des journaux reconnus (Photonics and Nanostructures – Fundamentals and Applications et Optics Express). Les membres de l'équipe s'engagent également dans des instances au bénéfice de l'intérêt collectif tels que le CoNRS, des comités Hcéres, ou des comités ANR.

L'encadrement des jeunes chercheurs est assuré pour les soutenir dans des projets ambitieux (ERC).

L'équipe a également de nombreuses activités à plus haut TRL visant le développement de technologies pour des applications sociétales et participe pour ce faire à différents projets industriels (e.g. NOKIA, Institut Cœur poumons) et laboratoires communs (ST Microelectronics, Horiba).

L'activité de diffusion vers le grand public est également soutenue (articles, conférences, vidéos).

Points faibles et risques liés au contexte

Malgré la forte attractivité de l'équipe au niveau recherche, elle n'arrive pas à être suffisamment visible au niveau des étudiants et a du mal à recruter de bons doctorants.

La proportion de femmes parmi les doctorants reste relativement faible (20 %).

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le comité relève un excellent projet de l'équipe Photonique THz qui se distingue par son approche innovante et diversifiée pour relever les défis scientifiques et techniques associés à l'étude et à l'utilisation des ondes moyen

infrarouge (MIR) et térahertz (THz). La stratégie de développement de l'équipe repose sur plusieurs axes dont les enjeux sont parfaitement identifiés et pertinents. Ils concernent le développement d'instrumentation avancée pour les télécommunications THz, l'instrumentation THz pour les températures cryogéniques, la métrologie temps/fréquence dans le domaine THz, la microscopie en champ proche et de nouveaux matériaux THz et MIR, les applications de la spectroscopie THz dans la santé et l'environnement, le développement et l'optimisation de composants et systèmes THz, la spintronique THz, les photodétecteurs QWIP et la photonique MIR intégrée sur puce.

Les enjeux scientifiques et technologiques, variés, visés dans le domaine des ondes MIR et THz sont très prometteurs. Leur capacité à développer des solutions de pointe et à s'insérer dans le tissu académique et industriel, tant au niveau local qu'international, souligne leur rôle crucial dans l'avancement de la recherche et des applications technologiques en télécommunications, métrologie, santé et environnement.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe Photonique THz de maintenir l'excellence de ses travaux et de sa production scientifique ainsi que le haut niveau d'investissement pour la communauté scientifique et les instances de la recherche.

Le comité recommande à l'équipe de s'investir dans les formations de master ou d'ingénierie locales pour avoir accès à des viviers locaux d'étudiants et de proposer des séminaires dans des masters européens (e.g. EMJM) dispensant des cours en lien avec leurs activités de recherche pour pouvoir rencontrer des étudiants de bon niveau. Établir des liens avec ces masters et soumettre régulièrement des offres de stages pourrait augmenter le nombre de bons candidats.

Une communication plus active pour la promotion des femmes dans les carrières de la recherche pourrait être proposée, notamment pour attirer plus de doctorantes.

Équipe 17 : PHYSIQUE

Nom du responsable : M. Fabrizio Cleri

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le groupe PHYSIQUE regroupe 24 permanents dans cinq équipes internes travaillant sur des thématiques autour des nanotechnologies et nanosciences : 1- PNCQ - Physique des nanostructures et dispositifs quantiques ; 2- EPHONI - Physique des Ondes, Nanostructures et Interfaces, ondes dans les matériaux structurés aux échelles longueur-d'onde et sub-longueur-d'onde, télécom, capteurs, énergie, textile ; 3- NAMASTE - Théorie et modélisation des nanomatériaux et matière molle ; Métamatériaux ; Biophysique ; Mécanique statistique ; 4- Nanoacoustique pour la caractérisation mécanique de films minces ; 5- HOPAST - Histoire de la physique, sciences appliquées et technologies. Les thématiques de ce groupe portent sur la physique théorique et expérimentale (optique, acoustique, optoélectronique) dans : les couches minces, les structures hétéro et périodique, les matériaux 0 D/1 D/2D, les biomolécules individuelles ou assemblées.

De par sa taille (~45 permanents et non-permanents), cette équipe est la seule de l'IEMN qui se décline en plusieurs sous-équipes.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le volet sur les actions faites suite aux recommandations du précédent rapport est en accord avec les recommandations faites.

Le groupe PHYSIQUE a poursuivi ses thématiques clés et les a menées à maturation avec différents partenariats industriels, avec la participation notamment aux Labcom avec HORIBA et STMicroelectronics. Une meilleure attention a été portée sur les interactions grand public avec la création d'une petite équipe dédiée HOPAST.

Un point n'est pas mentionné notamment sur le maintien de la cohésion entre les chercheurs localisés sur chacun des trois sites. Ce point n'est pas du tout abordé.

La recommandation concernant le renouvellement des membres partant de l'équipe a été prise en compte par le recrutement sur la période de six CR/MCF et un PR. Un départ en mobilité est à noter avec l'arrêt de la thématique « Électrostatique et physique des nanostructures ».

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	5
Maîtres de conférences et assimilés	7
Directeurs de recherche et assimilés	4
Chargés de recherche et assimilés	6
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	22
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	7
Doctorants	16
Sous-total personnels non permanents en activité	24
Total personnels	46

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Le groupe PHYSIQUE couvre un large spectre de domaines de recherche couplant de manière originale des expériences avec de l'instrumentation de pointe et des méthodes théoriques avancées.

L'équipe interne PNCQ est reconnue internationalement dans les matériaux 2D, ou de basse dimensionnalité, et s'oriente vers des applications neuromorphiques et quantiques. L'équipe interne EPHONI est reconnue au niveau européen sur les études théoriques portant sur le couplage phonon/photon dans les matériaux topologiques phononiques, photoniques et phoxoniques. Le groupe bénéficie de deux systèmes cryostats de pointe, l'un pour des mesures en spectroscopie confocale sur des nano-objets individuels et l'autre pour des études opto-mécaniques dans des régimes quantiques de portée internationale.

La production scientifique est exceptionnelle tant en quantité (3,34 RICL/ETP/an) qu'en qualité (Nature Physics, Nature Nanotech ou Nature Comm, ACSNano, Nanoletters, PRAppl, PRB, APL...) mais reste très hétérogène au sein des membres du groupe. Le taux de succès aux appels à projets sélectifs est excellent mais reste modéré dans le portage de projets. La valorisation industrielle est excellente dans le partenariat avec des entreprises de renom (HORIBA, ST Microelectronics...), de nombreux brevets (18 sur la période) sont issus de ce partenariat dans la thématique acoustique picoseconde. L'équipe est aussi très attractive au niveau du recrutement de permanents.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le groupe PHYSIQUE présente une forte dynamique et une forte complémentarité autour de grandes thématiques en physique théorique et expérimentale (optique, acoustique, optoélectronique) autour des matériaux, micro-nano-structures et systèmes quantiques. L'accès privilégié à la plateforme de microscopie champ-proche de très haut niveau ainsi que les développements en modélisations et simulations sont des atouts forts du groupe pour mener à bien les nombreuses thématiques couvertes.

La reconnaissance du groupe PHYSIQUE passe par une production scientifique remarquable, avec, sur la période : 3,34 RICL/ETP/an, 0,7 Livres-Chap/ETP/an, 1,67 Communications/ETP/an, 0,4 CI/ETP/an et dans des journaux comme Nature Physics, Nature Nanotech ou Nature Comm, ACSNano, Nanoletters, PRAppl, PRB, APL...) et par de nombreuses collaborations nationales (IMN Nantes, LAAS, INSP, PHLAM, L2N, ICMCB Bordeaux, CEA IRIG), internationales (Univ de Gand, Univ de Mons, TU-Dormund Allemagne, NRL USA, Loffe Institute Russie, Univ de Brown, Tongij Univ Shanghai, UTSEUS Shangai, Univ Polytechnique de Valence Espagne, IIS Univ de Tokyo, LIMMS).

Le groupe PHYSIQUE est aussi très dynamique dans la recherche de soutiens financiers (22 contrats sur la période) de tous types (10 ANR, 4 Européens dont deux ETN Marie Curie, 2 H2020 et Régionaux). Les liens du groupe PHYSIQUE avec la société ou les entreprises sont aussi importants de par, entre autres, ses implications dans les Labcoms avec HORIBA et STMicroelectronics, avec l'entreprise DAMARTex et l'Agence Innovation Défense. Sur les activités biophysiques, les collaborations avec le centre de radiothérapie Oscar Lambret de Lille et l'entreprise AQUILAB sur l'imagerie IRM quantitative se poursuivent.

Les activités de recherche et d'enseignement sont très riches dans le groupe PHYSIQUE et ont conduit à un fort taux de recrutement sur la période avec six CR/MCF/E-CJunia et un PR. De même sur la période, le groupe a encadré un grand nombre de doctorants (avec 22 soutenances sur la période, 1 abandon, et 18 thèses en cours) et post-doctorants (plus de 20 sur la période).

Certains membres du groupe PHYSIQUE sont fortement impliqués dans la communauté scientifique notamment dans la direction de l'EMN, les comités ANR (CES 30) mais aussi dans la formation (création et direction du Master Physique Médicale – Université de Lille).

La création de l'équipe interne HOPAST est aussi originale. Elle a pour vocation de renforcer le lien avec la société en abordant le sujet important sur le rôle de la médiation scientifique dans la Société par exemple. Cette équipe peut apporter une visibilité nationale et internationale forte au groupe PHYSIQUE avec l'organisation d'événements ou la publication d'ouvrages.

En termes organisationnels, le groupe PHYSIQUE a anticipé le départ du responsable en délégation CNRS avec une co-responsabilité du groupe avec un MCF Junia.

Points faibles et risques liés au contexte

Les nombreuses thématiques peuvent entraîner un manque de personnel pour certaines d'entre elles et donc un manque de visibilité. Le faible taux de conférence invitée (0.4 CI/ETP/an) en est le reflet.

Si la production scientifique globale du groupe est importante, plusieurs CR/MCF sont peu publiant et peu porteurs de projet. De même, il apparaît que trois doctorants sur les vingt-deux qui ont soutenu n'ont pas publié et trois doctorants sont à près de quatre ans de thèse.

Chaque équipe interne fonctionne de manière indépendante et l'animation scientifique du groupe est faible.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Les équipes PNQD et EPHONI vont poursuivre leurs activités avec un intérêt plus porté vers les technologies quantiques et neuromorphiques. Cela vient en phase avec l'implémentation de deux systèmes cryostatés à circuit fermé d'hélium. L'un de ces deux équipements est pensé pour étudier le transport et la spectroscopie optiques de nano-objets uniques et l'autre pour de l'opto-mécanique dans des régimes quantiques. Cela est aussi impulsé par l'arrivée d'une jeune chercheuse qui vient ajouter des compétences sur les modes phononiques couplés à des réseaux de neurones artificiels et le développement de matériaux pour l'IA.

En nano-acoustique, deux volets sont envisagés : l'un avec la poursuite des études sur l'adhésion des couches minces ; et l'autre par le développement d'un nouveau concept introduit par l'équipe NANO-ACOUSTIQUE d'une source acoustique de haute fréquence et haute intensité.

La partie biophysique, nanotechnologie pour la santé (Équipe NAMASTE) vise à coupler modélisation théorique et développement de systèmes microfluidiques, pour aller notamment vers des dispositifs de santé personnalisés. Cet axe mêle habilement collaborations nationales et internationales et formation au niveau du master Physique médicale.

Enfin, la volonté de développer les aspects autour de l'histoire des sciences avec notamment une augmentation du recrutement dans l'équipe HOPAST est intéressante.

Le projet proposé par le groupe PHYSIQUE est donc très riche et ambitieux et se trouve dans la continuité des travaux actuels. Les thématiques restent donc très diversifiées. Cela peut être très enrichissant et impulser de nouvelles idées. Cependant, la trop grande diversité peut avoir des conséquences négatives comme l'isolement de certains permanents en particulier chez les jeunes recrutés ainsi que le manque de visibilité nationale et internationale.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le groupe PHYSIQUE regroupe environ 25 chercheurs/enseignant-chercheurs, qui travaillent sur une diversité de thématiques qui doit en faire sa force, et le comité recommande au groupe de ne pas s'éparpiller car il y a un risque possible d'isolement de certains permanents.

Le comité recommande de poursuivre les efforts dans les diverses équipes internes du groupe pour anticiper certains départs en retraite de membres du groupe, leaders et porteurs de thématiques.

De même, le comité recommande d'améliorer l'implication, des nouveaux recrutés et des jeunes CR/MCF recrutés, dans les projets phares du groupe et du laboratoire pour éviter l'isolement et/ou l'arrêt de thématiques porteuses avec les départs en retraite. Un dernier levier serait d'inciter certains chercheurs à passer leur HDR (4 CR et 6 MCF ne sont pas HDR).

Le comité recommande de renforcer l'animation scientifique du groupe pour aller vers une meilleure cohésion et efficacité.

Équipe 18 : PUISSANCE

Nom du responsable : Mme Marie Lesecq

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe PUISSANCE mène ses activités de recherche autour de la conception, la fabrication et la caractérisation des HEMT GaN de découpe (convertisseurs) et radiofréquences. L'équipe mène également une étude amont sur du nitride de scandium et d'aluminium (ScAlN) pour réaliser des HEMT dans le cadre d'un projet Européen. Il y a aussi des études sur les récepteurs à base de diodes Gunn. Une dernière thématique concerne le développement de la caractérisation load-pull jusqu'à 325GHz pour les technologies BiCMOS dans le cadre d'un laboratoire commun avec STMicroelectronics.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a su prendre en compte les recommandations de l'évaluation précédente avec le renforcement sur des projets plus ambitieux grâce à trois projets européens, deux PIA et l'obtention de huit ANR.

Certaines recommandations ont du mal à être suivies de faits, notamment sur l'évolution de la taille de l'équipe. Cela reste toujours un vrai risque de perte de compétences avec un départ à la retraite, un décès en 2023, une délégation en 2021. Il y a eu malgré tout deux tentatives de recrutement (CNRS et MCF) qui n'ont pas été concrétisées.

Concernant la dernière recommandation sur la synergie avec les autres équipes qui travaillent sur le GaN : cette synergie n'est pas sur les activités directes mais il y a une capitalisation des procédés de fabrication ou l'usage des bancs de caractérisation qui deviennent mutualisés après la prise en charge des équipes des plateformes instrumentales.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	0
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	1
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	7

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe PUISSANCE est reconnue dans la communauté nationale et internationale à travers ses publications et ses collaborations avec des laboratoires académiques (CRHEA, GREMAN, IMS, CEA) et industriels (STMicroelectronics, MACOM, Nanovation, NovaSiC). L'activité de l'équipe sur la montée en fréquence sur des technologies BICMOS jusqu'à 325GHz est remarquable. Elle est également à l'état de l'art sur l'amélioration des performances des transistors AlGaN/GaN sur 6H-SiC en développant les contacts ohmiques non alliés.

La production scientifique est exceptionnelle (8,58 RICL/ETP/an) pour ces thématiques dans des revues reconnues dans le domaine (IEEE Trans. Electron Devices, JAP, Solid-State Electronics). Le transfert et la valorisation sont une réussite de cette équipe par le nombre de brevets et les ressources issues de la valorisation.

L'équipe est fragilisée avec un départ à la retraite et une délégation chez MC2 Technologies qui laisse l'équipe sans aucun membre habilité à diriger des recherches pour une durée non-déterminée.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'activité de l'équipe sur la montée en fréquence sur des technologies BICMOS jusqu'à 325GHz est remarquable. L'équipe PUISSANCE mène une activité partenariale élevée avec cinq projets européens labellisés (dont 1 H2020, 1 EURANET, 2 IPCEI), huit ANR et deux PIA GaNEX, GaNEXT sur la période. Son activité est proche du milieu industriel avec dix thèses financées par le dispositif Cifre avec III-V Labs ou encore STMicroelectronics et elle compte seize brevets sur la période, ce qui est remarquable. Les membres de l'équipe sont attachés au transfert puisque la délégation de l'un des membres de l'équipe s'est effectuée dans une start-up issue de l'IEMN (MC2 Technologies) qui est parmi les champions des plus fortes croissances des entreprises françaises.

La production scientifique est excellente avec 8,58 RICL/ETP/an dans des revues de qualité (IEEE Trans. Electron Devices, JAP, Solid-State Electronics).

L'inscription de l'équipe dans la société est également remarquable par une excellente valorisation des travaux avec onze brevets délivrés pour seize déposés et 23 extensions de brevets délivrées sur la période.

Points faibles et risques liés au contexte

Avec le départ à la retraite du précédent responsable de l'équipe, d'un professeur en délégation depuis 2021 et un décès en 2023 l'équipe est rendue plus fragile. Les recrutements infructueux pèsent également sur ce déséquilibre. Il y a un risque de perte de savoir-faire également lié à cette situation.

La situation de l'encadrement doctoral est rendue compliquée car il n'y a plus de membres HDR dans l'équipe. La direction des futurs doctorants ne peut se faire qu'avec des membres extérieurs et cela peut peser sur les projets internes à l'équipe.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le cap de l'équipe reste clair et dans une certaine mesure dans la continuité liée aux programmes en cours. L'orientation sur l'utilisation de matériaux nouveaux comme le ScAlN pour les HEMT ou Ga₂O₃ pour les diodes peut-être une très belle opportunité pour rester à l'état de l'art des dispositifs de puissance. Elle s'appuie sur des collaborations déjà éprouvées et montre une direction prometteuse.

L'ambition de l'équipe est importante mais la réduction de ses effectifs et le choix de ne pas soutenir l'HDR exprimé par ses membres, sera un risque à terme pour maintenir le très bon niveau actuel.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

La réduction du nombre de permanents, et le départ en délégation d'un PR, fragilise l'équipe. Le comité recommande aux membres de l'équipe de tout mettre en œuvre pour recruter de nouveaux chercheurs.

Le comité recommande que les non-HDR passent rapidement l'HDR afin de ne pas mettre en péril l'efficacité des recherches de l'équipe.

Équipe 19 : SUBLAMBDA – Groupe SubLambda

Nom du responsable : M. Eric Lheurette

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de recherche de l'équipe portent sur le développement et l'optimisation de métasurfaces aléatoires ou pour le contrôle de faisceau pour des applications militaires ou en télécommunications ainsi que dans l'utilisation de métamatériaux textiles.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Deux des trois recommandations majeures du précédent comité n'ont pas été suivies.

L'une portait sur le rapprochement vers une ou plusieurs autres équipes ou à pérenniser l'équipe, ce qui n'a pas été fait.

L'autre recommandation était d'intégrer des réseaux internationaux travaillant sur la même thématique. Cet aspect n'a pas été développé.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
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	1
Sous-total personnels non permanents en activité	1
Total personnels	6

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe SUBLAMBDA est reconnue au niveau national dans le domaine des métamatériaux et métasurfaces avec notamment, une approche originale reconnue dans le codage de phase adapté aux métasurfaces pour le contrôle de faisceaux. La production scientifique de l'équipe est de qualité mais repose sur deux permanents de l'équipe. L'équipe émerge sur plusieurs projets ANR et européens dans le domaine des métasurfaces sur une large gamme spectrale. Ces contrats ont notamment donné lieu à des collaborations industrielles avec les laboratoires GEMTEX et OrangeLab.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe présente une bonne dynamique autour des métasurfaces et métamatériaux grâce à l'association de deux enseignants-chercheurs, ce qui a conduit à plusieurs projets avec des collaborations au niveau national (l'ICB à Dijon, l'INSP de Paris, le CEA-Leti, l'IETR, le CNAM). Elle a aussi un partenariat avec OrangeLab par une

ANR en tant que partenaire. Au niveau européen, l'équipe a obtenu un projet en tant que porteur dans le cadre du programme INTERREG V, ce qui a permis de développer des collaborations avec les laboratoires GEMTEX (Roubaix), le LEAT (Côte d'Azur), l'université de Mons (Belgique).

Un membre permanent s'investit au niveau national dans le GDR Ondes en qualité de directeur.

Points faibles et risques liés au contexte

Les deux EC actifs en recherche ne sont pas sur le même site et donc ont peu de visibilité surtout vers l'international. Ce point avait déjà été soulevé lors du précédent rapport. Le rayonnement reste faible aussi avec aucune conférence invitée. La production scientifique de l'équipe (0,88 RICL/ETP/an et 0,94 Communication/ETP/an) est faible.

Sur la période, les membres de l'équipe ont encadré une dizaine de doctorants et deux post-doctorants. Trois doctorants qui ont soutenu n'ont pas de publication.

Deux MCF sont impliquées en enseignement/formation et ne sont plus du tout impliqués en recherche.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La stratégie de l'équipe est de maintenir ses activités de recherche dans les thématiques méta sur de larges gammes temporelle ou spectrale qui sont bien établies. En ce sens, les travaux en lien avec la DGA se poursuivent avec une nouvelle ANR qui a débuté en 2023.

Un axe sur l'utilisation de métasurfaces pour la récupération d'énergie est aussi mentionné dans le projet de l'équipe. Sur cette dernière thématique peu détaillée dans le projet, il serait bon de se rapprocher de certains membres de l'unité qui travaillent sur la récupération d'énergie pour évaluer la pertinence de l'axe proposé et pour renforcer les effectifs.

Le déséquilibre entre les différents membres et donc le petit effectif en recherche ne facilite ni le développement des thématiques ni leur visibilité ou leur rayonnement.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Au vu de son faible effectif actif actuel, qui sera encore diminué dans la prochaine période avec le départ en retraite d'un PR, le comité recommande à l'équipe de mener une réflexion sur une potentielle fusion avec d'autres équipes (Physique, Photonique THz) pour atteindre une masse critique, ou de mettre en place une politique de recrutement pour renforcer les effectifs.

Les thématiques « méta » sont considérées par le comité comme pertinentes et d'une grande qualité qu'il faut maintenir.

Le comité recommande d'éviter l'éparpillement thématique qui contribue à la faible visibilité des activités et du rayonnement de l'équipe.

Équipe 20 : TELICE – Télécommunication et Interférences électromagnétiques

Nom de la responsable : Mme Virginie Degardin

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

La recherche de l'équipe TELICE se concentre sur l'étude de la fiabilité et de l'optimisation de la connectivité des communications dans les systèmes de transport. Elle est fortement expérimentale, avec une activité soutenue autour du sondeur de canal MaMIMOSA. Cinq thématiques ont été étudiées pendant la période.

L'axe 1 concerne la caractérisation des canaux de propagation, notamment pour les communications véhiculaires. L'axe 2 étudie les attaques sur les systèmes IoT. L'axe 3 traite de la reconstruction des champs électromagnétiques à l'aide de l'intelligence artificielle. L'axe 4 s'intéresse à la réalisation de réseaux d'émetteurs THz via l'association de fibre multicœurs et de photodiodes. Enfin, l'axe 5 étudie un système de surveillance des réseaux filaires dans les véhicules.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La recommandation concernant la poursuite de la promotion des validations expérimentales au moyen du sondeur de canal MaMIMOSA a largement été suivie d'effet : le sondeur a bénéficié de plusieurs évolutions pendant la période (montée en fréquence, mode MIMO massif, déport des antennes) grâce à des financements CPER, et a été utilisé dans les travaux de thèse de huit doctorants, donnant lieu à un nombre important de publications (13 revues et 18 communications) et à dix campagnes de mesures.

En ce qui concerne la recommandation de veiller à maintenir les moyens humains au niveau de l'équipe et tout particulièrement ceux à disposition de la plateforme de mesure du canal de propagation, elle n'a pas pu être mise en application : il n'y a pas eu de recrutement dans l'équipe pendant la période d'une part ; et un ingénieur de recherche travaillant pour l'équipe sur la plateforme PCMP est parti à la retraite et n'a pas été remplacé d'autre part.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

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	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	7
Total personnels	11

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe TELICE se distingue par une expertise reconnue au niveau national et international en caractérisation multidimensionnelle des canaux de propagation, notamment pour les communications véhiculaires. Celle-ci s'appuie sur une forte activité de validation expérimentale autour du sondeur de canal MaMIMOSA. La production scientifique est d'excellente qualité, avec un taux de publication important (3,4 RICL/ETP/an) dans des revues de premier plan (IEEE Trans. Vehicular Technology, IEEE Trans. Antennas and Propagation, IEEE Systems Journal, IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility). L'équipe possède un rayonnement international avec plusieurs collaborations pérennes en Europe au travers d'une action COST et du développement du sondeur de canal. En revanche, le taux de succès aux appels à projets est faible pour la période considérée.

L'équipe est impliquée dans plusieurs actions ayant un impact direct sur la société, notamment concernant l'exposition électromagnétique de la population.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe TELICE se distingue par une expertise reconnue au niveau national et international en caractérisation multidimensionnelle des canaux de propagation, notamment pour les communications véhiculaires. Celle-ci s'appuie sur une forte activité de validation expérimentale autour du sondeur de canal MaMIMOSA.

La volumétrie (3,4 RICL/ETP/an et 6,2 CICL/ETP/an) et la qualité des publications est excellente (à titre d'exemple, IEEE Trans. Vehicular Technology, IEEE Trans. Antennas and Propagation, IEEE Systems Journal). La liste des publications reflète bien la forte composante expérimentale de la recherche de l'équipe (publications communes TELICE/PLATEFORME CE²M) ainsi que les partenariats forts avec des universités étrangères, en Belgique, en Espagne et au Liban, notamment (plus de la moitié des publications en revues sont des co-publications avec l'étranger).

Le rayonnement scientifique de l'équipe est excellent. La qualité de la recherche de l'équipe est attestée par l'obtention de nombreux prix et distinctions pendant la période (trois prix du meilleur article, notamment à la conférence EuCAP 2023 et au Forum URSI Benelux, deux prix de thèse URSI, un Young Scientist award et une médaille Ampère SEE).

Ses membres sont sollicités pour des expertises de projets au niveau national et régional ou en Europe (Belgique, Espagne). Ils participent au comité éditorial de deux revues du domaine, Sensors et Journal of Communications and Networks, et au comité de gestion de l'action européenne COST INTERACT.

L'équipe collabore avec les acteurs nationaux du domaine (CEA, IETR, IMT).

L'attractivité de l'équipe est bonne. Elle a accueilli onze doctorants (soit 2,75 doctorants par HDR) pendant la période. Les doctorants ayant soutenu sont actuellement tous en poste, dont la moitié en tant qu'enseignant-chercheur, chercheur ou ingénieur.

Les activités de recherche de l'équipe s'inscrivent dans plusieurs actions ayant un impact direct sur la société. L'équipe participe notamment à un groupe de travail de l'Anses pour étudier la pertinence des indicateurs d'exposition utilisés pour limiter l'exposition de la population aux champs électromagnétiques, et contribue à la création d'un outil de cartographie de la propagation des ondes électromagnétiques dans l'espace public et à la génération d'une base de données à destination de l'opendata et des citoyens de la métropole lilloise.

Points faibles et risques liés au contexte

Les sources de revenus de l'équipe TELICE sur la période sont peu diversifiées. Elles reposent essentiellement sur des financements locaux et sur un projet du PEPR « Réseaux du futur ». Le nombre de projets collaboratifs est en nette diminution par rapport à la période précédente, qui affichait deux projets européens et trois projets nationaux. Le montant des contrats de recherche à vocation industrielle a également fortement diminué. Le montant des revenus propres a été divisé par deux par rapport à la période précédente, ce qui peut risquer de contraindre ou limiter le champ d'action de l'équipe.

La faible taille de l'équipe et sa forte implication dans l'administration et la mise en œuvre de l'offre de formation de licence et de master de l'Université de Lille engendrent des risques forts de surcharge structurelle pour ses membres. Ce risque est accru par le départ en retraite d'un IR dans le pôle C²EM en 2023.

Les actions de partage de connaissances avec le grand public et le jeune public sont peu nombreuses (journée d'information MEL).

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe va opérer un resserrement vers deux thématiques, contre cinq précédemment, ce qui est raisonnable eu égard à ses effectifs limités.

La nouvelle thématique sur les réseaux cell-free offre un excellent support pour la poursuite de la dynamique créée autour du sondeur de canal MaMIMOSA ainsi que pour l'intégration de nouveaux outils d'apprentissage. Le projet est très pertinent, s'inscrivant dans la continuité des travaux existants et s'appuyant sur l'expertise reconnue de l'équipe dans des domaines clés tels que les algorithmes d'allocation de ressources, la modélisation des canaux de propagation, l'étude de la robustesse face au brouillage électromagnétique, ainsi que la surveillance des réseaux filaires de communication et d'énergie dans les véhicules. De plus, il est en parfaite adéquation avec les priorités stratégiques du laboratoire, notamment ses flagships. Cependant, un risque doit être souligné concernant la réduction à venir des effectifs de l'équipe, ce qui pourrait potentiellement impacter la capacité à maintenir ce niveau d'excellence et à répondre aux enjeux futurs du projet.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Il faut poursuivre la dynamique créée autour du sondeur de canal MaMIMOSA en interaction avec le pôle C2EM. L'orientation de l'activité de l'équipe vers les architectures cell-free offre un contexte favorable pour cela. Il est important de maintenir les moyens humains nécessaires à l'évolution de la plateforme associée.

Le comité recommande à l'équipe de diversifier et d'augmenter ses sources de financement (régionaux, européens, industriels) afin d'éviter toute contrainte de son champ d'action lié aux moyens financiers.

Le comité recommande d'anticiper la cessation progressive d'activité d'une professeure l'an prochain et son départ à la retraite en 2027. L'équipe est déjà très petite et la perte d'un quart des effectifs peut remettre en question sa viabilité à terme. Il serait opportun d'envisager un renforcement de l'équipe par l'intégration de nouveaux personnels de recherche ou d'enseignement-recherche, afin de soutenir et consolider les activités en cours.

Équipe 21 : TPIA – Transduction, Propagation et Imagerie Acoustique

Nom du responsable : M. Frédéric Jenot

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de recherche de l'équipe TPIA concernent le domaine de l'acoustique physique et visent globalement à comprendre les phénomènes d'interaction des ondes ultrasonores avec la matière. Elles permettent de proposer différentes méthodes d'analyse adaptées au suivi de l'intégrité des structures et matériaux. Par ailleurs, les travaux menés contribuent à la modélisation du comportement des sources ultrasonores et de leurs interactions avec divers milieux ainsi qu'au développement d'outils permettant une conception optimale des systèmes.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a fait des efforts afin de prendre en compte les recommandations du précédent comité, concernant principalement les risques sur les effectifs de l'équipe en étant active pour le recrutement de CR mais sans succès et par le recrutement de deux MCF, ainsi que par des collaborations accrues. Ces efforts multi-azimuts n'ont malheureusement pas permis d'augmenter les effectifs de l'équipe, les recrutements ayant juste compensé les départs.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	5
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	10
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	8
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	21

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe TPIA est une référence nationale en contrôle non destructif par ultrasons. Elle conduit aussi des travaux scientifiques marquants de niveau européen, par exemple, sur la synthèse et l'utilisation de vitrocéramique piézoélectrique contenant des cristaux de Sr₂TiSi₂O₈ pour des dispositifs de caractérisation haute température (950°C).

Le taux de publications dans des revues (2,1 RICL/ETPR/an) est très bon avec un niveau de très bonne qualité (JASA, Ultrasonics, NDT). L'équipe se distingue par un nombre de communications dans les congrès (4,7 communications dans des congrès et Workshops par ETP/an) internationaux et nationaux.

L'équipe fait état d'un nombre important de contrats de recherche (deux ANR, deux contrats Interreg, quatre contrats industriels et quatre contrats régionaux) même si le nombre de contrats d'envergure aurait pu être plus important compte tenu du nombre de permanents de l'équipe.

Les membres de l'équipe, composée d'enseignants-chercheurs, ont de fortes responsabilités ayant un impact sur une partie de l'activité scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les travaux scientifiques marquant de niveau européen, concernent l'acoustique guidée et le contrôle non-destructif avec comme point d'orgue la synthèse et l'utilisation d'une vitrocéramique piézoélectrique contenant des cristaux de Sr₂TiSi₂O₈ pour des dispositifs de caractérisation haute température (950°C), l'étude de la dispersion des SAW excitées à l'aide de transducteurs piézoélectriques interdigités, les ultrasons-lasers pour l'étude de l'adhérence d'un film sur substrat ainsi que la localisation de défauts dans des plaques minces grâce aux ondes de Lamb.

La production scientifique, impliquant des doctorants pour un tiers, est de très bon niveau avec 2,1 RICL/ETP/an régulièrement publiées dans des revues de référence du domaine (JASA, Ultrasonics, NDT). Mais c'est au niveau des communications en conférence que l'équipe se distingue, montrant une excellente activité avec 4,7 communications dans des congrès et Workshop par ETP/an – et même de plus de six en excluant les deux années affectées par la pandémie. Dans cette dernière production deux stratégies apparaissent : l'une vers les conférences de référence du domaine de l'acoustique (Ultrasonics, ICU, IEEE ISAF, Forum Acousticum) et ensuite un ensemble de communications vers des conférences de domaines plus applicatifs (DTIP, NDT...), et enfin des communications dans de nombreux colloques nationaux (Cong. Français d'Acoustique...).

L'équipe montre une attractivité de très bon niveau, qui se relève tant au niveau des contrats de recherche (environ 122 k€/ETP concernant les contrats notifiés sur la période) que de leurs sources qui se répartissent entre appels nationaux (trois ANR), européens (Interreg), régionaux (CPER ou Sci-Ty) et aussi industriels. De plus, elle a su attirer deux MCF extérieurs pour compenser les départs à la retraite. Parmi ceux-ci, deux sont en éméritat et restent impliqués dans la vie de l'équipe comme le montre leur participation continue à la production scientifique.

L'inscription de l'équipe dans la société est soulignée par une bonne valorisation des travaux avec deux brevets et deux extensions déposés sur la période, ainsi que par l'obtention de huit contrats industriels (CEA, SKF, CEFEND, CETIM...). De plus, les membres de l'équipe sont fortement impliqués dans la diffusion du savoir et des méthodes pédagogiques vers l'extérieur, participant régulièrement à des congrès pédagogiques.

Points faibles et risques liés au contexte

Si l'autoévaluation fait état d'un taux important d'activité dédiée à la recherche et son encadrement (55 %), les membres de l'équipe principalement à l'INSA Hauts-de-France, ont une forte implication dans les tâches d'enseignement et d'administration (responsable site IEMN Valenciennes, direction école doctorale, direction de cycle master, des relations internationales de filières...) qui peuvent à terme impacter les activités de recherche.

La pyramide des âges des membres de l'équipe montre que des départs de fin de carrière auront lieu au cours de la prochaine période qui risquent d'impacter les thématiques de ces personnels.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le projet de l'équipe est cohérent avec les axes actuels et les évolutions des domaines de compétences de l'équipe, même si certains aspects, se reposant sur des compétences externes à l'équipe, restent fragiles (l'IA pour l'analyse des signaux et l'utilisation de nouveaux matériaux haute température).

L'équipe a pris en compte l'évolution démographique de ses membres avec la validation de deux HDR sur la période afin de garder un nombre d'encadrants de doctorants en ligne avec les besoins.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de faire attention à ne pas baser le cœur de ses projets sur des collaborations externes, qui peuvent poser à terme des problèmes de pérennité.

Le comité recommande à l'équipe de rester attentive à la perte d'expérience qui pourrait résulter de nombreux départs à la retraite dans les prochaines années, et de continuer à encourager les jeunes MCF à passer leur HDR.

Une vigilance particulière devra être exercée afin que les charges administratives et électives liées à l'enseignement ne progressent pas et n'impactent pas la quotité effective de travail de recherche des membres de l'équipe.

Équipe 22 : WIND - Wide Bandgap Devices

Nom du responsable : M. Farid Medjdoub

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'activité de l'équipe WIND qui a été créée en 2021 s'inscrit dans la continuité des activités sur le GaN. Elle est centrée autour des matériaux grand gap mais aussi ultra grand gap (UWB) pour concevoir et fabriquer des composants pour la conversion d'énergie ou les dispositifs radiofréquences. L'équipe réalise la conception, la simulation ainsi que la caractérisation de ces dispositifs.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Ce groupe n'existait pas lors de l'évaluation précédente.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

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	2
Post-doctorants	2
Doctorants	8
Sous-total personnels non permanents en activité	12
Total personnels	14

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'activité de l'équipe WIND s'appuie sur des compétences reconnues internationalement autour de la plateforme instrumentale avec une longue expérience sur la thématique du GaN et du SiC. Des résultats remarquables ont été obtenus sur la réalisation de diodes GaN sur Silicium avec des niveaux d'avalanche de 800 V au-delà de l'état de l'art. La qualité de sa production scientifique est excellente avec de nombreuses co-publications avec des universités de renom (4,5 RICL/ETP/an dans de très bonnes revues comme Nature Scientific Reports, IEEE Trans on Electron Devices, Microelectronics Reliability). L'équipe possède une excellente visibilité nationale avec deux prix de thèse. La valorisation des activités industrielles de l'équipe est excellente avec le développement d'une plateforme pré-industrielle avec SOITEC pour monter vers des TRL 4 à 5 pour des composants GaN sur SiC à l'état de l'art. Les activités de transfert technologiques sont prometteuses au travers de l'exploration des matériaux à base de Ga₂O₃. Le faible nombre de permanents de l'équipe présente un risque pour assurer la continuité des nombreuses activités.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les membres de cette équipe sont reconnus et identifiés dans la communauté nationale et internationale des composants à base de Nitrure de Gallium, ce qui offre des opportunités de collaborations riches à travers la plateforme instrumentale de l'EMN. Les programmes de recherche sont d'excellent niveau avec notamment un programme européen phare (YesVGaN) financé à hauteur de près de 27 M€, avec 23 partenaires européens, sur les nouveaux composants GaN sur silicium verticaux pour le développement d'une filière susceptible d'apporter une rupture dans la consommation d'énergie de très nombreuses applications ayant besoin de conversion. Ces recherches sont de tout premier plan pour conserver une filière européenne sur le GaN compétitive dans un milieu où tous les acteurs ne pourront pas survivre.

L'équipe WIND a réalisé des avancées à l'état de l'art sur les transistors de puissance latéraux à base de GaN pour optimiser la tenue en tension grâce au développement de procédés technologiques.

La production scientifique est excellente avec 4.5 RICL/ETP/an dans de très bonnes revues comme Nature (scientific reports), IEEE Trans on Electron Devices, Microelectronics Reliability.

L'encadrement doctoral et post-doctoral est remarquable avec deux prix de thèse (EEA, RENATECH) et trois best paper dans de très bonnes conférences ou workshop (WOCSDICE, ICNS) ainsi qu'une intégration des docteurs dans les entreprises du secteur.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe n'est composée que d'un chargé de recherche et d'un professeur des Universités. Le risque est de fragiliser le savoir-faire et sa transmission qui est à l'état de l'art.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Les objectifs sur le développement de futurs composants de puissance verticaux sont clairs à travers le projet européen en cours YesVGaN et d'un excellent niveau international. L'équipe travaille sur deux substrats dans deux projets majeurs à l'échelle européenne qui visent à terme à déboucher sur une filière européenne de transistors verticaux : l'un de SOITEC (SmartGaN), et l'autre en Silicium. La suite de ce programme est déjà en cours de montage avec un consortium essentiellement industriel qui réunissent leurs efforts pour rester compétitif sur la filière GaN. Cela montre l'intérêt majeur pour l'industrie européenne du GaN afin de ne pas rater les étapes technologiques de cette filière. De plus, l'équipe s'intéresse à l'exploration de nouveaux matériaux comme le GaO₃, ce qui est très certainement une excellente opportunité pour aller chercher des niveaux de tension au-delà des limites du GaN actuellement utilisé.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'attractivité de l'équipe n'étant plus à prouver, un renfort d'un personnel permanent permettrait d'asseoir le développement de cette jeune équipe qui doit recruter. Même si le personnel non-permanent monte vite en compétence, cela fragilise l'équipe.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 1er octobre 2024 à 8h00

Fin : 3 octobre 2024 à 16h00

Entretiens réalisés : en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Mardi 1er octobre 2024

08h00-08h15	15 min	Huis clos	
08h15-08h30	15 min	Introduction de la visite par les CS du Hcéres et le Président du comité	
08h30-09h15	45 min	Bilan présenté par le DU	
09h15-10h15	60 min	Questions sur le bilan	
10h15-10h45	30 min	Pause	
10h45-12h00		AIMAN-FILMS (40 min= 20 prés.+20 quest.)	PHYSIQUE (45 min = 20 prés.+ 25 quest.)
		ACOUSTIQUE (25 min = 10 prés.+15 quest.)	SUBLAMBDA (20 min = 10 prés.+ 10 quest.)
12h00-14h00	2 h	Pause déjeuner - huis clos	
14h00-15h05		MAMINA (35 min = 15 prés.+20 quest.)	COMNUM (35 min = 15 prés. + 20 quest.)
		TPIA (30 min= 15 prés.+ 15 quest.)	TELICE (20 min = 10 prés. + 10 quest.)
15h05-15h30	25 min	Pause	
15h30-16h30	60 min	Visite plateformes	Visite plateformes
16h30-18h30	2h	Huis clos (si possible prévoir 2 salles)	

Mercredi 2 octobre 2024

08h30-08h45	15 min	Huis clos	
08h45-09h45		CSAM (30 min = 15 prés. + 15 quest.)	WIND (20 min = 10 prés. + 10 quest.)
		MICROE (25 min = 10 prés. + 15 quest.)	PUISSANCE (20 min = 10 prés. + 10 quest.)
09h45-10h15	30 min	Pause	
10h15-11h15		BIOMEMS (30 min = 15 prés. + 15 quest.)	ANODE (25 min = 10 prés. + 15 quest.)
		NAM6 (20 min = 10 prés. + 10 quest.)	NANSEE ex-NBI (30 min = 15 prés. + 15 quest.)
11h15-12h30	30 min	Huis clos	
12h30-14h00	1h30	Poster et pause déjeuner	
14h00-15h20		NCM (35 min = 15 prés. + 20 quest.)	OPTO (20 min = 10 prés. + 10 quest.)
		MITEC (20 min = 10 prés. + 10 quest.)	EPIPHY (20 min = 10 prés. + 10 quest.)
		CARBON (20 min = 10 prés. + 10 quest.)	PHOTONIQUE THZ (20 min = 10 prés. + 10 quest.)
15h20-16h00	40 min	Trajectoire (Projet)	
16h00-17h00	1h00	Visite plateformes	Visite plateformes
17h00-19h00	2h	Huis clos (si possible prévoir 2 salles)	

Jeudi 3 octobre 2024

08h00-8h15	15 min	Huis clos
8h15-9h00	45 min	Entretien avec les représentants des doctorants et post-doc
9h00-9h45	45 min	Entretien avec les représentants des BIATSS et ITA
9h45-10h30	45 min	Entretien avec les représentants des EC / C
10h30-11h00	30 min	Pause
11h00-12h00	60 min	Entretien avec les tutelles
12H00-13h00	60 min	Pause déjeuner - huis clos
13h00-13h45	45 min	Entretien avec la direction
13h45-14h00	15 min	Clôture de l'entretien
14h-16h00	2h	Huis clos

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

—
**Direction générale déléguée
Recherche et valorisation**

Les vice-présidents recherche de l'Université de Lille
à
HCERES - Département d'Évaluation de la Recherche

Lille, 23/01/2025

Objet : Courrier d'observation de portée générale Université Lille DER-PUR260024886 - IEMN - Institut d'électronique, de microélectronique et de nanotechnologie

—
Direction générale déléguée
Recherche et valorisation
Direction d'Appui à la Recherche

Affaire suivie par :

Directeur
jean-francois.delcroix@univ-lille.fr
dar-structurespartenariats@univ-
lille.fr
T. +33 (0)3 62 26 91 35

Chère, Cher collègue

L'université de Lille tient tout d'abord à remercier le comité de visite HCERES pour l'attention qu'il a portée au travail mené par l'unité IEMN- UMR 8520 et pour la qualité de l'évaluation qu'il a produite.

La visite du Comité a été l'occasion, pour les membres de l'Unité de Recherche et pour l'Université, d'approfondir certaines questions et de répondre aux interrogations des experts, dans un esprit constructif dont il faut se féliciter.

Les recommandations émises dans le rapport d'évaluation seront précieuses pour l'unité pour le déploiement de son projet lors du prochain contrat.

Vous trouverez ci-joint un relevé des erreurs factuelles à corriger en vue du rapport définitif.

Nous vous prions de croire, chère collègue, cher collègue, à l'expression de notre considération distinguée.

Pour le Président et par délégation,
Les Vice-Présidents Recherche de l'Université de Lille

—


Olivier Colot



Sandrine Chassagnard

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



19 rue Poissonnière
75002 Paris, France
+33 1 89 97 44 00

