

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

IM2NP - Institut des matériaux, de
microélectronique et des nanosciences de
Provence

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Aix-Marseille université - AMU,

Centre national de la recherche scientifique,
CNRS,

Université de Toulon, Yncréa Méditerranée

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023
VAGUE C



Au nom du comité d'experts¹ :

Stéphane Lenfant, Président du comité

Pour le Hcéres² :

Thierry Coulhon, Président

En vertu du décret n° 2021-1536 du 29 novembre 2021 :

1 Les rapports d'évaluation "sont signés par le président du comité". (Article 11, alinéa 2) ;

2 Le président du Hcéres "contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président." (Article 8, alinéa 5).

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. Stéphane LENFANT, CNRS, Villeneuve d'Ascq
	M. Joel BELLESA, Université Claude Bernard, Lyon
	M. Pascal BOULET, CNRS Nancy (représentant du personnel d'accompagnement à la recherche)
	M. Eric CAMPO, CNRS,
	M. Alain GIANI, Université de Montpellier (représentant du CNU)
	M. Guilhem LARRIEU, CNRS, Toulouse
Expert(e)s :	M. Jean-Baptiste LAURET, CNRS, Villeneuve d'Ascq
	M. Gilles LERONDEL, Université de technologies de Troyes
	Mme Sophie MEURET, CNRS, Toulouse (représentante du CoNRS)
	M. Sébastien PLISSARD, CNRS-LAAS, Toulouse
	M. Franck VIDAL, Sorbonne université, Paris
	M. Jan VOGEL, CNRS, Grenoble
	M. François WEILL, CNRS, Bordeaux

REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Alain Ponton

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Institut Matériaux Micro-électronique Nanosciences de Provence
- Acronyme : IM2NP
- Label et numéro : UMR 7334
- Nombre d'équipes : 19
- Composition de l'équipe de direction : M. Jean-Luc AUTRAN

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies

ST2 Physique

ST4 Chimie

ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication – STIC

ST5 Sciences pour l'ingénieur

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'IM2NP est une unité pluridisciplinaire avec des recherches allant de la recherche fondamentale à la recherche appliquée.

L'IM2NP est bien installé dans le paysage régional et national ainsi que dans la communauté scientifique internationale, avec une identité propre et des spécificités, expertises et savoir-faire scientifiques forts dans les domaines de la physique et de la chimie des matériaux, de la micro et nanoélectronique, des nanosciences, du traitement du signal, des circuits et des dispositifs intégrés.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Créé au 1^{er} janvier 2008, l'IM2NP a connu une phase de construction lors du contrat 2008-2011, suivie d'une phase de consolidation et de croissance depuis 2012.

Après quinze années d'existence, l'IM2NP est une unité à dimension géographique régionale puisqu'il est implanté à la fois à Marseille et à Toulon, villes relevant de deux académies et départements différents. L'unité est implantée en plusieurs sites avec une répartition des équipes en quatre localisations géographiques distinctes :

- Marseille, Campus de l'Etoile, site de Saint-Jérôme (6100 m² de surface recherche utile, 170 personnes)
- Marseille, Campus de l'Etoile, Technopôle de Château-Gombert (1300 m², 65 personnes)
- La Garde, Campus de l'UTLN (800 m², 25 personnes)
- Toulon (centre-ville), Maison des Technologies-ISEN (500 m², 15 personnes)

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'IM2NP est une unité mixte de recherche (UMR 7334) sous triple tutelle du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), d'Aix-Marseille Université (AMU) et de l'Université de Toulon (UTLN). Elle est également associée à deux écoles d'ingénieurs : l'École polytechnique universitaire de Marseille (Polytech'Marseille) et l'Institut supérieur d'électronique et du numérique (ISEN). L'unité est rattachée à trois Instituts du CNRS : rattachement principal à l'Institut de physique (INP), rattachements secondaires à l'Institut de chimie (INC) et l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes (INSIS).

Par sa taille et son implantation, l'IM2NP est lié à un nombre important de structures universitaires et de recherche parmi lesquelles on peut citer : Les Instituts d'établissements d'Aix-Marseille Université AMUtech (Matériaux Avancés et Nanotechnologies, co-direction avec le CINaM), ISFIN (Sciences de la Fusion et Instrumentation en Milieu Nucléaire, co-direction avec PIIM), Marseille Imaging et Laënnec (Sciences numériques et intelligence artificielle pour la santé) ; l'institut Carnot STAR « Science et Technologie pour les Applications de la Recherche » dont il est membre fondateur ; les écoles doctorales ED 352 « Physique et Sciences de la Matière », ED 353 « Sciences pour l'ingénieur : Mécanique, Physique, Micro et Nanoélectronique » et ED 548 « Mer et Sciences », la Fédération de recherche FR1739 « Sciences Chimiques de Marseille » ; la Fédération de recherche Photovoltaïque (FedPV) ; les pôles de compétitivité SCS, OPTITEC et MER et l'association régionale CIMPACA dans lesquelles des membres de l'IM2NP sont présents aux conseils de direction ; les sociétés savantes et réseaux de spécialistes comme ARPE, RENARD, METSA, METPACA, CIMPACA, SFP, club nano métrologie, IEEE Section France et le Cercle de l'Arbalète.

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2021

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	38
Maîtres de conférences et assimilés	76
Directeurs de recherche et assimilés	6
Chargés de recherche et assimilés	6
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	43
Sous-total personnels permanents en activité	169
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	11
Personnels d'appui à la recherche non permanents	7
Post-doctorants	11
Doctorants	78
Sous-total personnels non permanents en activité	107
Total personnels	276

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2021. LES EMPLOYEURS NON-TUTELLES SONT REGROUPÉS SOUS L'INTITULÉ « AUTRES ».

Employeur	EC	C	PAR
Aix-Marseille Université	88	0	14
CNRS	0	12	23
Université de Toulon	19	0	1
Yncréa	7	0	5
Total	114	12	43

BUDGET DE L'UNITÉ

Budget récurrent hors masse salariale alloué par les établissements de rattachement (tutelles) (total sur 6 ans)	4 544
Ressources propres obtenues sur appels à projets régionaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP Idex, i-site, CPER, collectivités territoriales, etc.)	1 928
Ressources propres obtenues sur appels à projets nationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP ONR, PIA, ANR, FRM, INCa, etc.)	10 574
Ressources propres obtenues sur appels à projets internationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues)	2 587
Ressources issues de la valorisation, du transfert et de la collaboration industrielle (total sur 6 ans des sommes obtenues grâce à des contrats, des brevets, des activités de service, des prestations, etc.)	5 073
Total en euros (k €)	24 706

AVIS GLOBAL

L'IM2NP est une grande unité de recherche qui s'engage dans des projets allant de la recherche fondamentale à la recherche appliquée dans de nombreux domaines. Ses chercheurs et équipes de recherche sont reconnus au niveau international.

Le large spectre des thématiques scientifiques de l'unité explique le rattachement à trois instituts du CNRS : INP (principal), INC et INSIS (rattachements secondaires).

L'IM2NP est fortement intégré dans le tissu industriel régional, permettant une collaboration étroite entre la recherche et l'industrie avec de nombreux contrats de recherche. L'aspect appliqué de l'IM2NP se traduit par la présence de quatre start-up dans l'unité (bientôt cinq).

Au niveau national, l'IM2NP est présent sur de nombreux contrats financés par l'ANR (33 répertoriés pendant la période) et industriels (quatre accords-cadres de type labcom).

Pour les contrats internationaux, l'unité a répertorié au cours de la période un total de dix contrats (9 UE et 1 hors UE), ce qui peut être amélioré au regard de la qualité scientifique et des collaborations récentes mises en place par l'unité.

La production scientifique reste stable par rapport au contrat précédent, ce malgré une baisse des effectifs de l'unité d'environ 10 %. Les publications cosignées par des partenaires étrangers sont en hausse dans la période 2016-2021 (44 % contre 37 % pour la période précédente), ce qui montre des collaborations internationales actives.

La baisse des effectifs de l'unité (en permanents et non permanents) demeure une préoccupation bien identifiée par l'unité en quête de solutions.

La réorganisation en cinq départements en 2017 de taille humaine avec des contours thématiques bien définis a été un franc succès pour l'IM2NP, qui gagne en interaction entre les équipes et en visibilité dans le paysage scientifique national.

L'IM2NP s'appuie également sur huit plateformes efficaces et performantes, ainsi que sur des services d'appui à la recherche en constante amélioration pour soutenir avec efficacité les projets de recherche de l'unité.

L'implication forte des membres de l'unité dans les formations et les responsabilités collectives, ainsi que sa présence dans des comités nationaux et quelques comités internationaux, la valorisation et la vulgarisation sont des points forts également de l'unité qui contribuent à son rayonnement.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A – PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'IM2NP a globalement suivi les précédentes recommandations du Hcéres en recrutant de jeunes chercheurs CNRS (deux entrants), en développant quelques projets communs entre les équipes de l'unité et en accompagnant activement les chercheurs dans leur passage à l'HDR (19 passages HDR).

Par contre l'IM2NP doit continuer ses efforts conformément aux précédentes recommandations sur les demandes de financement européens, les collaborations internationales et l'accueil de visiteurs étrangers, le suivi précis du devenir des doctorants, la création d'un livret d'accueil pour les arrivants et l'attractivité des chercheurs (mobilités et recrutement).

Le rapport précédent préconisait l'urgence absolue d'un regroupement des équipes marseillaises (de Saint-Jérôme et Château-Gombert) à Château-Gombert. Au regard des contraintes budgétaires et de la réorganisation engendrée par ce rapprochement, cette recommandation n'a pas eu lieu pour l'instant. Mais l'AMU porte un projet CPER immobilier pour rénover les locaux à Saint-Jérôme afin d'aller vers un regroupement des équipes marseillaises à Saint-Jérôme.

B – DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les ressources de l'unité

Les effectifs de l'IM2NP ont diminué de 10 % au cours de la période 2016-2021 à cause de la politique de gel de poste de l'AMU, du non-remplacement des départs (sept enseignants-chercheurs concernés), et d'une baisse des post-doctorants et des doctorants. Ce point, préoccupant pour l'avenir de l'unité, est bien identifié par l'unité. La baisse de recrutements postdoctoraux semble liée à la crise sanitaire et serait donc passagère. Le besoin en personnel ingénieur & technicien demeure stable, mais reste un sujet de préoccupation pour maintenir les équipements en état de fonctionnement et conserver le savoir-faire. Les ressources financières sont stables et élevées avec en moyenne 3,4 M€/an durant la période 2016-2021. La part de financement européen demeure toujours faible (environ un sixième). Certains équipements sont vieillissants. L'unité a clairement un besoin de renouveler de grosses machines pour maintenir son savoir-faire et son expertise.

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Les objectifs fixés par la future direction de l'unité sont cohérents avec l'expertise des équipes et l'équipement de pointe à disposition. Le développement d'une nouvelle action transverse sur les technologies quantiques est pleinement en phase avec l'expertise de certaines équipes (MQT, NQS, MAG, NOVA...) et en accord avec les grands enjeux scientifiques d'actualité.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Le fonctionnement de l'unité est globalement efficace avec une confiance établie entre la direction et les membres de l'unité et une réelle écoute de la part de la direction, ainsi qu'une véritable volonté collective d'aller de l'avant (sens du collectif chez les agents). La qualité des services d'appui à la recherche a été soulignée par de nombreux agents de l'unité. La cellule « Égalité femme-homme et discrimination », le service développement durable et le service communication ont une activité soutenue permettant de réelles actions collectives. De même, le bureau des doctorants contribue au collectif des doctorants ainsi qu'à l'intégration des nouveaux doctorants.

1/ L'unité possède des ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité peut s'appuyer sur de nombreux contrats pour financer son activité. L'origine de ces financements est variée : ANR, AMIDEX, prestations, industrie, contrats publics, Europe, collectivités.

Ces contrats permettent à l'unité de se maintenir à un budget à peu près constant durant la période 2016-2021 (3,4 M€/an).

Les équipements et les plateformes sont à l'état de l'art et en adéquation avec les ambitions scientifiques de l'unité.

L'unité parvient à lever les fonds nécessaires à l'achat d'équipements lourds (sonde atomique par exemple) pour répondre au vieillissement des anciens équipements, ce qui est indispensable pour son avenir.

Points faibles et risques liés au contexte

Les points faibles inquiétants et parfaitement identifiés par l'unité sont la baisse des effectifs en permanents et en non-permanents (de 10 % au cours de la période).

Pour la prochaine période, cette tendance risque de se renforcer avec une pyramide des âges défavorable : en 2028, 29 permanents auront plus de 65 ans.

Le vieillissement inquiétant de certains gros équipements est également à considérer.

Le nombre de personnels d'accompagnement de la recherche n'est pas à la hauteur du parc d'instruments de plus en plus grand et des contraintes administratives de plus en plus nombreuses.

2/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques, y compris dans la dimension prospective de sa politique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les objectifs de l'unité sont ambitieux et cohérents vis-à-vis de son expertise à l'état de l'art.

L'acquisition des gros équipements (sonde atomique et cryostat « cryofree ») est indispensable et pertinente notamment pour remplacer d'anciens équipements vieillissants.

Le futur laboratoire commun LASMAN avec Framatome ainsi que la création de la start-up Optiplus sont des projets pleinement cohérents avec l'expertise et la volonté de développement de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

La future direction de l'IM2NP a parfaitement identifié le danger que représentée la baisse et déséquilibre des ressources humaines (en 2028, 29 permanents auront plus de 65 ans).

Un point faible des objectifs de la future direction face à ce danger serait de ne pas proposer de pistes et d'actions concrètes pour résoudre cette problématique.

3/ Le fonctionnement de l'unité est conforme aux réglementations en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement et de protection du patrimoine scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Globalement, le fonctionnement de l'unité est tout à fait conforme en matière de gestion des ressources humaines (respect de la parité de genre et de la non-discrimination en matière de formation, d'accueil, de suivi et d'évolution de carrière, conditions de travail, hygiène et sécurité, etc.).

La circulation de l'information fonctionne correctement avec une diffusion des comptes rendus des différentes réunions à l'ensemble des membres de l'unité, même si les délais sont parfois longs entre la date de la réunion et la réception du compte rendu.

Le service d'appui à la recherche (RH, montage de projet, gestion...) de l'unité est très innovant et très efficace avec la mise en place de solutions permettant de faciliter le quotidien des chercheurs et enseignants-chercheurs (dématérialisation, archivage numérique...).

L'unité est active sur les questions environnementales avec un service développement durable créé en 2018 au sein de l'unité très actif (nombreuses réalisations lors de cette période).

Les actions comme le mentorat des jeunes enseignants-chercheurs et chercheurs, sur l'égalité homme-femme, sur la création d'une cellule risques psychosociaux et sur le développement durable sont pleinement pertinents et à encourager pour améliorer la qualité de vie au travail.

Points faibles et risques liés au contexte

Pour la parité de genre, l'analyse des genres des personnels IM2NP réalisée en 2019 conclut à une sous-représentation des femmes aux postes de responsabilité à l'IM2NP : 11 % de femmes sont responsables de groupe, alors que 26 % des effectifs de l'unité sont des femmes.

La formation du personnel (notamment non permanent) sur l'hygiène et la sécurité est à parfaire. Des progrès sont attendus pour bien former les nouveaux arrivants aux risques chimiques (récupération des produits), aux risques d'exposition aux rayonnements ionisants et à la radioprotection.

La direction a bien géré l'épisode pandémique et également la transition vers plus de télétravail. En contrepartie du développement du télétravail, certains personnels (notamment en collège C) déplorent le manque d'interaction entre collègues d'une part et entre le personnel et la direction d'autre part.

Certains locaux situés à Marseille sont décrits comme « en état déplorable » par les agents. La rénovation pas encore achevée et le rangement insuffisant des locaux nuisent aux conditions de travail des agents.

Des lieux de vie pour favoriser les échanges entre les personnels, initialement prévus dans les différents sites de l'unité, n'ont pas encore abouti.

Le nombre de sauveteurs secouristes du travail (cinq pour l'instant, alors que l'INRS recommande 10 à 15 % de l'effectif) demeure trop faible pour l'unité. Il ne figure que deux agents de prévention dans l'organigramme, ce qui semble très faible pour une unité répartie entre quatre sites.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité

L'attractivité contractuelle est excellente aux niveaux régional, national et international appuyée par de nombreuses collaborations avec des industriels et des laboratoires académiques. Le parc instrumental et l'originalité de certains équipements sont des atouts remarquables pour l'activité de l'unité. Mais leur maintenance, renouvellement et utilisation quotidienne nécessitent des effectifs qui restent fragiles. Plusieurs équipes ont un rayonnement très important.

1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et contribue à la construction de l'espace européen de la recherche.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les recherches appliquées trouvent un écho chez les industriels, ce qui a donné lieu à de nombreux contrats industriels (59 au total). Ces collaborations industrielles et académiques ont conduit à la création de laboratoires communs : quatre en cours et un autre à venir (LASMAN avec Framatome).

Le nombre de contrats a augmenté, passant de deux cent quarante dans la précédente période à deux cent quatre-vingt-deux pendant la période 2016-2021.

Les points forts de l'attractivité de l'unité reposent en partie sur des plateformes efficaces et à l'état de l'art, avec un gros potentiel à développer de la valorisation sur ces équipements.

L'excellence reconnue de plusieurs équipes et enseignants-chercheurs au niveau international est un atout de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

Le rayonnement et l'attractivité reposent essentiellement sur le tissu régional, dans une moindre proportion sur le niveau national. Ils demeurent timides au niveau européen (en nombre de contrats notamment).

Malgré la qualité scientifique de certaines équipes et des jeunes chercheurs de l'IM2NP, l'unité ne dispose pas de lauréat ERC.

2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accueil des personnels.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité IM2NP parvient à stabiliser le nombre de ses chercheurs CNRS (13) et le nombre d'ingénieurs et techniciens (43).

Points faibles et risques liés au contexte

L'unité a subi un contexte difficile avec le départ de quinze membres au cours de la période (quatre personnels ISEN, sept AMU et quatre UTLN). Le taux de recrutement est faible en post-doctorants (baisse de 16 par rapport à la période précédente) et le nombre de doctorants a baissé légèrement (de cinq).

Le rapport du nombre de chercheurs sur le nombre d'enseignants-chercheurs est très faible dans l'unité (13 chercheurs pour 125 enseignants-chercheurs).

3/ L'unité est attractive par la reconnaissance que lui confèrent ses succès à des appels à projets compétitifs.

Points forts et possibilités liées au contexte

La grande variété des ressources contractuelles (AMIDEX, ANR, collectivités, contrats publics, Europe, industrie, prestation) permet de mieux résister aux aléas liés à une unique source de financement.

Les doctorants et post-doctorants sont financés avec ces contrats, ce qui permet de renforcer les ressources humaines de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

Le point faible reste le manque de recrutements de jeunes enseignants-chercheurs ou chercheurs pour assurer le renouveau et le futur de l'unité. Ce point est en lien avec la transmission du savoir-faire et le risque de sous-utilisation des équipements de l'unité.

L'unité n'est pas suffisamment ambitieuse pour les appels à projets plus compétitifs, notamment européens ou les programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR). L'IM2NP avec son expertise de niveau international a tout à fait sa place dans ce type de projets compétitifs.

4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences technologiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

La qualité des équipements ainsi que les compétences des personnels assurent une réelle expertise dans de nombreux domaines du fondamental à l'appliqué.

Le projet de renouvellement d'un gros équipement comme la sonde atomique montre que l'unité est capable de lever des fonds importants pour renforcer ses compétences technologiques.

Les équipements sont répartis dans les équipes et également au sein des plateformes dont le fonctionnement est optimal avec une ouverture aux personnels de l'unité ainsi qu'aux extérieurs.

Certains équipements peu répandus en France (LT-STM, IPES...) sont un véritable avantage technologique pour certains domaines (nanoscience, électronique organique...).

Points faibles et risques liés au contexte

Un point faible est le vieillissement de certains gros équipements qui nécessitent jouvence ou remplacement dans les années futures.

La baisse des effectifs peut amener une sous-utilisation de ces équipements, ce qui peut devenir préjudiciable au bon fonctionnement des équipements.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

Les publications de l'unité sont quantitativement et qualitativement à la hauteur de ce qui est attendu pour une unité de très haut niveau d'excellence comme l'IM2NP. Malgré une baisse d'environ 13 % pendant la période 2016-2021 par rapport à la précédente période pour les articles dans des revues à comité de lecture, le nombre total de publications (2,8 ETP/an) est en hausse d'environ 25 % dans un contexte où l'unité a perdu 10 % de ces effectifs.

1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.

Points forts et possibilités liées au contexte

La production conséquente et de qualité souligne le dynamisme et l'activité très importante de l'unité.

L'augmentation du nombre de publications/ETP/an s'est accompagnée dans certaines équipes de publications dans des revues de premier plan (groupe Nature par exemple).

La diversification des journaux souligne le caractère pluridisciplinaire de l'unité, allant de la recherche fondamentale aux applications, et également du matériau aux systèmes en passant par le composant.

Le nombre de brevets est stable (trente-huit brevets au cours de la période ; trente-sept pendant la période précédente). Ils mettent en valeur le côté applicatif de certaines recherches de l'unité.

Les publications de l'unité sont cosignées à 44 % avec des partenaires étrangers, ce qui souligne le grand nombre de collaborations étrangères de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

Une menace pèse sur la production liée à la baisse des effectifs de l'unité. Elle risque d'être accentuée par l'absence de renouvellements des gros équipements.

2/ La production scientifique est proportionnée au potentiel de recherche de l'unité et répartie entre ses personnels.

Points forts et possibilités liées au contexte

Au regard de l'unité et du potentiel de l'unité de recherche, la production scientifique est très bien proportionnée avec 2,8 publications/ETP/an.

Le nombre de publications est bon, mais variable d'une équipe à l'autre, allant d'une à cinq publications/ETP/an.

Aucune équipe n'apparaît en retrait en termes de nombre de publications.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité n'identifie pas de point faible particulier.

3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte.

Points forts et possibilités liées au contexte

Selon le règlement intérieur de l'unité, des cahiers de laboratoires sont mis à disposition du personnel avec obligation de tenir un cahier par l'ensemble du personnel de recherche de l'unité, stagiaires et doctorants inclus.

Points faibles et risques liés au contexte

Les points concernant l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte n'ont pas été abordés lors de l'évaluation de l'unité.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

Pour réaliser sa recherche, l'IM2NP s'appuie sur un réseau dense de collaborations industrielles aux niveaux régional et national. Cette activité se concrétise par des laboratoires communs, le dépôt de nombreux brevets et la création de start-up.

1/ L'unité se distingue par la qualité de ses interactions non académiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'IM2NP interagit fortement avec l'environnement industriel local et régional, ce qui lui permet l'obtention de nombreux contrats (59 durant la période).

Ces interactions entre l'unité et les non-académiques a permis la création de plusieurs laboratoires communs : LIMMEX avec le CEA, REER avec STMicroelectronics, LTSIM avec NAVAL GROUP, IOPV-LAB avec Dracula Technologies et bientôt le laboratoire commun LASMAN avec Framatome.

Points faibles et risques liés au contexte

Certaines équipes sont très dépendantes d'un ou de plusieurs financements industriels. Ceci peut constituer un risque pour l'avenir de ces équipes.

2/ L'unité développe des produits à destination du monde socio-économique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les interactions de l'unité avec l'environnement socio-économique sont très bonnes avec la création de laboratoires communs et le dépôt de nombreux brevets (38 pendant la période).

L'unité héberge, à ce jour, quatre start-up : Witmonki, 3L-Optronics, Solnil et Siclade, qui seront rejointes prochainement par la start-up Optipus.

Les grandes collaborations de l'unité sont nombreuses et très actives : STMicroelectronics, CEA, Naval Group, ArcelorMittal, Saint-Gobain, Thales, Framatome, Orsay Physics, CNES, DGA et Iter.

Ces points forts illustrent clairement la volonté de l'unité de valoriser son expertise basée sur des recherches plus appliquées.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité ne note pas de points faibles.

3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité IM2NP est très présente dans les actions vers le grand public et les scolaires : fête de la science, science dans les classes, dispositif Dialogues entre chercheurs et lycéens pour les intéresser à la construction des savoirs (DECLICS) et également dans les grands événements comme la nuit européenne des chercheurs.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité ne note pas de points faibles.

C – RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Le comité encourage à renforcer les demandes de projets européens pour financer notamment des personnels non permanents (doctorants, post-doctorants et ingénieurs) et de gros équipements.

Les actions transverses au sein de l'unité (séminaires internes, projets entre les équipes ou départements) sont à développer pour favoriser les rencontres des personnels des différents sites, de différentes catégories A, B ou C, et de différentes thématiques. Ces interactions peuvent être encouragées grâce à des lieux de vie sur chaque site de l'unité, aménagés en concertation avec le personnel pour répondre au mieux à leurs attentes. Pour encourager les actions collectives, l'unité peut consulter les appels « qualité de vie au travail » du CNRS par exemple.

Conformément au règlement intérieur, la commission ITA-ITRF doit se réunir *a minima* deux fois par an afin de recréer de l'interaction entre la direction et le personnel ITA-ITRF.

Maintenant que la pandémie semble s'éloigner, le comité préconise d'organiser des journées « événement » pour souder l'ensemble du personnel de l'unité : par exemple une journée « nouveaux arrivants », ou de présentation des services d'appui à la recherche ou de présentation des règles en termes d'hygiène et sécurité.

L'unité doit poursuivre ses actions de rénovation et d'aménagement des salles d'expériences.

Le nombre de sauveteurs secouristes du travail est à augmenter en encourageant les formations à la prévention des risques professionnels.

L'unité doit continuer à soutenir les promotions de femmes pour les responsabilités au sein de l'unité.

Concernant le projet d'association de l'équipe Flex (thématique autour de l'électronique flexible) du Centre microélectronique de Provence (CMP) situé à Gardanne avec le département EMONA de l'IM2NP, le comité encourage de poursuivre ce rapprochement déjà bien avancé. Le comité émet cependant quelques points de vigilance notamment sur les possibles redondances thématiques et de matériels entre les deux équipes, ainsi que sur l'ajout à l'IM2NP d'un nouveau site situé à Gardanne. Ces aspects doivent être appréhendés en amont par l'unité dans l'accord-cadre AMU-EME afin que ce regroupement se passe au mieux. L'association de l'équipe FLEX avec l'IM2NP peut servir de première étape pour une collaboration plus resserrée entre les deux unités IM2NP et CMP.

Pour le guide des entrants, l'unité pourrait s'appuyer sur le bureau des doctorants très actif, et lui confier son élaboration et son suivi. Cette action permettrait un réseautage des doctorants et de renforcer le collectif des doctorants.

Afin de développer les collaborations entre les départements, le comité recommande d'augmenter les appels à projets internes et pour les financer d'augmenter le prélèvement sur les contrats de recherche tout en conservant le rôle de l'équipe noyau de vie et de recherche à taille humaine.

Le comité encourage de poursuivre les efforts pour regrouper les équipes de Saint-Jérôme et de Château-Gombert dans un même lieu, mais en soulignant l'importance que ce regroupement se déroule dans de bonnes conditions (notamment en conservant le nombre de m² global dans les locaux), et en concertation avec les équipes. Le décalage entre le budget estimé par l'unité pour un projet d'extension et de rénovation et le budget alloué pour la restructuration des ailes 1 et 5, risque de prolonger les délais de ce regroupement. Pour l'instant, l'accent est mis sur la rénovation de l'aile 1 de Saint-Jérôme, mais une rénovation de l'aile 2 doit être envisagée très rapidement.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Le comité estime que la création de postes et le financement d'équipements lourds dans l'unité sont essentiels pour sa trajectoire. La direction devra construire un argumentaire en direction des tutelles.

L'unité doit continuer à attirer des visiteurs étrangers et à développer les collaborations internationales, pour ensuite aller vers des demandes de projets financés par l'Europe.

De jeunes chercheurs de l'unité mériteraient d'être accompagnés par l'IM2NP pour soumettre des projets ERC. Ce type de projet prestigieux peut servir de levier pour d'autres financements et peut contribuer à renforcer le très haut niveau de l'unité.

L'unité doit rester à l'affût des possibilités de recrutements (CPJ Universitaire ou CNRS, concours CNRS, ingénieur, transfert CNRS, Curie...) pour proposer et soutenir de bons candidats. L'identification et le soutien de bons candidats par l'unité pour les concours CNRS est également à encourager.

L'unité est encouragée à renforcer ses financements ANR en répondant plus systématiquement à ses appels à projets. Ces financements doivent permettre aussi d'augmenter le nombre de doctorants et de post-doctorants.

La présence dans les comités nationaux (CoNRS, CNU, ANR) est à développer. Cette présence accrue contribuerait à améliorer le rayonnement, la visibilité et l'influence de l'unité au niveau national.

Le comité recommande de renforcer les projets communs dans l'unité au travers d'un appel à projet interne ou d'actions transversales : recruter un CDD pour deux équipes par exemple ou projets d'équipes localisées en différents lieux géographiques.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

La politique de signature des publications dans l'unité doit être précisée notamment pour une juste prise en compte des contributions (en particulier pour les techniciens et ingénieurs). Ce peut être fait par un article dans le règlement intérieur ou en se basant sur le guide du CNRS « Pratiquer une recherche intègre et responsable ».

Plus généralement, le comité encourage l'unité de continuer son rythme de publications tout en cherchant à valoriser les travaux de recherche dans des journaux à forte visibilité.

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

Le comité conseille à l'unité d'encourager les équipes à ne pas se limiter à une unique ou à quelques collaborations contractuelles, mais à engager des efforts pour ouvrir des collaborations nouvelles et avec des sources de financements diversifiées.

Le comité encourage les membres de l'unité à continuer d'être présents sur les grands événements et les actions à destination du grand public, notamment dans le domaine scolaire.

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

Équipe 1 : Nanostructuration (NANO)

Nom des responsables : M. Christian LOPPACHER VOIROL et M. Lionel PATRONE

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Nanostructuration s'articule autour de quatre thématiques scientifiques complémentaires : autoassemblages moléculaires ; réactions chimiques sur surfaces ; structure électronique de nanomatériaux 2D ; systèmes moléculaires autoassemblés et nanoparticules métalliques. Elles sont équitablement réparties entre les onze permanents. Ces surfaces sont étudiées avec des techniques de microscopies champ proche (ultravide ou en condition ambiante), par des méthodes de caractérisations optiques locales (micro-Raman) et aussi par photoémission inverse résolue angulairement (IPES).

L'équipe est répartie entre trois sites : un à Marseille (Saint-Jérôme) et deux à Toulon (Campus de la Garde UTLN et ISEN-Toulon).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations précédentes encourageaient l'équipe à publier dans des revues à plus haut facteur d'impact. Cette recommandation a bien été prise en compte, puisque l'équipe a publié dans des journaux du groupe Nature (Nature Chemistry et Nature communications).

Il était également recommandé de financer des thèses supplémentaires. Le nombre de thèses soutenues dans la période (cinq selon la présentation) est légèrement plus faible que dans la période précédente.

La recommandation précédente d'aller vers des financements européens n'a pas été réalisée.

La préservation de l'expérience d'IPES comme recommandé précédemment est pour l'instant bien réussie.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	6
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	11
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	15

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'activité de recherche et le savoir-faire de l'équipe NANO sont hautement reconnus par les communautés nationales et internationales du domaine avec la publication d'articles dans des revues reconnues. L'équipe est à l'état de l'art international dans ses thématiques avec des équipements de dernière génération. La complémentarité des nombreuses collaborations établies par l'équipe permet une très forte activité contractuelle (17 mentionnés) durant la période. La diversification des sources de financements est un atout pour l'équipe. L'implication forte des membres de l'équipe dans le collectif à travers l'organisation de conférences, la participation à des comités scientifiques nationaux et internationaux, d'activités de vulgarisation ou de formations contribue également fortement au rayonnement de l'équipe. L'équipe est active et dynamique dotée d'une activité de recherche de très haute qualité.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'activité contractuelle de l'équipe est très soutenue avec de nombreux contrats locaux et nationaux. La diversification des sources de financement est un gage de sécurité pour le futur.

Les publications nombreuses (53 ACL) avec certaines publications dans des journaux de forte renommée est également un point fort de l'équipe.

L'expertise à l'état de l'art mondial en champ proche, ainsi qu'une expérience de spectroscopie de photoémission inverse, une des rares sur le territoire national, sont aussi des atouts de l'équipe.

Points faibles et risques liés au contexte

Malgré quelques tentatives infructueuses durant la période d'évaluation, l'équipe ne dispose pas de contrats européens à ce jour, et ce malgré de nombreuses collaborations internationales.

Pendant la période, cinq thèses ont été soutenues dans l'équipe et cinquante-trois articles à comité de lecture ont été publiés. Ces chiffres sont en légère baisse par rapport à la précédente période, avec huit thèses soutenues et quatre-vingt-dix articles publiés à l'époque. La faible diminution du nombre de doctorants peut s'expliquer par la baisse des effectifs du groupe suite à la restructuration des équipes de l'IM2NP de Toulon. La baisse du nombre de publications est logique avec une augmentation de la qualité et de l'impact des papiers publiés.

La diminution des effectifs de l'équipe est une préoccupation de ses membres avec notamment un besoin clairement identifié pour recruter un ingénieur pour assurer le fonctionnement des équipements et de spectroscopie de photoémission inverse.

La répartition géographique de l'équipe en trois sites dans deux départements différents demeure un frein aux interactions entre les membres.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

La demande de financements européens par l'équipe est encouragée par le comité, en prenant appui sur les collaborations européennes établies par l'équipe.

La baisse des effectifs de l'équipe est un sujet sérieux à prendre en compte pour l'avenir. Le comité recommande de saisir toutes les possibilités pour renforcer les effectifs de permanents : identifier et soutenir de bons candidats pour le concours CNRS ou postuler aux Chaires de Professeur Junior (Université ou CNRS).

L'équipe est encouragée à recruter des doctorants ou post-doctorants, soit au travers de contrats par exemple ou par des co-tutelles de thèse qui de plus seraient un moyen de renforcer les collaborations en vue de dépôt de projets européens.

L'équipe possède une expertise rare au niveau national sur la spectroscopie de photoémission inverse. Elle pourrait faire l'objet de prestations pour des unités de disposant pas de ce savoir-faire, et permettrait éventuellement de financer des CDD ingénieurs pour l'équipe.

Le comité encourage des permanents de l'équipe à soutenir leur habilitation à diriger des recherches.

Le comité préconise d'aborder la nanostructuration multiéchelle en vue notamment de renforcer la partie aval tout en assumant une thématique de recherche plutôt fondamentale.

Équipe 2 : Magnétisme (MAG)

Nom du responsable : M. Sylvain BERTAINA

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe a deux thématiques principales, (1) la résonance paramagnétique électronique (RPE) des ensembles de spins, (2) la dynamique de spin des nano-objets ferromagnétiques. La thématique 1 est consacrée à l'exploration de systèmes d'intérêt pour l'information quantique (cohérence quantique, nouveaux qubits dans des chaînes de spin) par RPE. La thématique 2 comprend un volet théorie et simulation micromagnétique et un volet expérimental sur l'étude de couches minces par spectroscopie de résonance ferromagnétique. En outre, l'équipe conduit des développements instrumentaux en lien avec ces thématiques, mais aussi pour répondre à des enjeux sociétaux comme dans le cas du développement d'un spectromètre RPE transportable pour l'analyse des défauts paramagnétiques causés par des irradiations, en partenariat avec trois industriels et l'institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les principales recommandations du précédent rapport étaient de réduire le nombre de sujets traités, d'identifier les thèmes porteurs pour renforcer la cohérence de l'équipe et de recentrer les efforts sur ces thématiques porteuses. Ces recommandations ont été suivies par l'équipe qui a recentré ses thématiques autour de la résonance de spin avec deux axes bien identifiés.

Une plus forte interaction avec les autres thématiques de l'unité était aussi recommandée. Plusieurs collaborations avec d'autres équipes sont mentionnées dans les projets d'intérêt commun entre les équipes du département PHANO avec NANO, MNO et MQT. En outre, l'équipe collabore avec l'équipe Réactivité et diffusion aux Interfaces (RDI) sur les couches minces magnétiques intermétalliques sur substrats semi-conducteur et joue un rôle moteur dans l'action transverse « Technologies quantiques » de l'unité.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	6
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	2
Total personnels	8

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Le dynamisme de l'équipe se mesure par une bonne structuration de ses thématiques de recherche, une production de qualité et un bon équilibre entre recherche fondamentale et enjeux sociétaux, grâce notamment à ses activités de développement instrumental.

Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'équipe est de très bon niveau, quantitativement et qualitativement. L'équipe a obtenu de beaux résultats sur l'étude de systèmes d'intérêt pour l'information quantique. Un travail récent a été relayé dans le journal *Pour la Science*. La dynamique enclenchée autour des systèmes pour les technologies quantiques est positive et les projets envisagés dans la continuité du plan écoulé sont prometteurs.

L'équipe MAG a profité de la structuration en département pour renforcer ses collaborations en interne avec l'équipe Mécanique des nano-objets (MNO) sur l'étude des nanostructures et avec l'équipe Matière quantique, théorie (MQT) pour les études théoriques, comme indiqué dans la présentation du département Physique à l'échelle nanométrique (PHANO) dans le rapport. En outre, l'équipe MAG collabore avec l'équipe RDI sur l'étude de couches minces de composés magnétiques ternaires.

En ce qui concerne l'inscription dans la société, le comité souligne le travail remarquable de l'équipe MAG en lien avec ses activités de développement instrumental : un prototype de spectromètre RPE transportable pour l'analyse non destructive des objets du patrimoine a été développé et un spectromètre RPE consacré à l'analyse des matériaux après irradiation suite à un incident radiologique majeur est en cours de construction, en collaboration avec des industriels et l'ISRN.

L'équipe bénéficie de bons financements, notamment plusieurs contrats récemment financés par l'ANR.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité note un manque d'intégration de l'équipe dans la communauté nationale de spintronique et nanomagnétisme et a donc peu ou pas de publications avec d'autres laboratoires français dans le domaine. Il relève aussi une faible participation à des conférences nationales et internationales, ce qui nuit à sa visibilité.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de renforcer et de pérenniser la collaboration interne sur l'étude de nouveaux composés magnétiques ternaires en couches minces par spectroscopie de résonance ferromagnétique, en l'étendant éventuellement à d'autres acteurs de la communauté spintronique. De façon plus générale il préconise une meilleure intégration dans la communauté nationale de spintronique et nanomagnétisme pour participer à plus de projets financés par l'ANR dans le domaine du magnétisme et à des projets nationaux comme le PEPR-SPIN.

Le comité encourage fortement les membres de l'équipe à poursuivre le mouvement engagé après la période de crise sanitaire du COVID pour participer davantage aux conférences nationales et internationales et ainsi accroître sa visibilité.

Équipe 3 : Matière quantique théorie (MQT)

Nom du responsable : M. Roland HAYN

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

La thématique principale de l'équipe MQT est la théorie de la matière quantique, avec deux sous-directions principales, (1) matériaux avec des électrons fortement corrélés, des effets topologiques ou de basse dimensionnalité pour les applications en spintronique, la détection des gaz et le nucléaire, et (2) nouveaux nanodispositifs de spintronique et de thermoélectricité avec des fonctionnalités dues aux effets quantiques. Les sujets abordés dans ces thématiques sont par exemple les systèmes de basse dimensionnalité, les nouveaux dispositifs nanométriques, la science des matériaux, et les systèmes concernant le traitement de l'information quantique.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le rapport précédent recommandait une concentration des efforts sur quelques thématiques. Il recommandait aussi d'attirer des post-doctorants, de mettre en place une politique d'invitation de chercheurs pour des séjours de courte durée et d'établir plus de contacts avec les théoriciens d'autres unités de Marseille.

Les efforts de l'équipe se sont effectivement concentrés sur une thématique, la théorie de la matière condensée, avec quelques sous-directions. Le taux de publication de l'équipe dans ce domaine est très bon. L'attraction de post-doctorants et des visiteurs de courte ou de longue durée reste un point faible de l'équipe. Par contre, deux enseignants-chercheurs vont renforcer l'équipe en 2023. Il y a toujours peu d'interactions avec des théoriciens d'autres unités de Marseille, mais s'il y a plusieurs collaborations avec des théoriciens et laboratoires étrangers, notamment l'Institut de recherche Leibniz sur l'état solide et les matériaux situé à Dresde (IFW Dresde).

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	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 à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	0
Sous-total personnels non permanents en activité	1
Total personnels	4

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe MQT a une activité intéressante sur quelques thématiques porteuses autour des matériaux aux électrons fortement corrélés et des nouveaux dispositifs nanométriques avec des fonctionnalités dues aux effets quantiques. Le nombre de collaborations, aussi bien à l'IM2NP qu'à l'extérieur, est considérable. Plusieurs sujets liés aux applications potentielles ont été développés. Un renforcement de l'équipe par deux enseignants-chercheurs est en cours, mais un renforcement avec des membres non permanents (doctorants, post-doctorants, visiteurs) est souhaitable pour garder une bonne dynamique.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a su recentrer ses activités sur quelques thématiques porteuses. Le taux de publication est très bon pour une petite équipe constituée uniquement d'enseignants-chercheurs.

Plusieurs collaborations fructueuses existent, notamment avec des laboratoires étrangers, mais aussi avec plusieurs équipes d'expérimentateurs au sein de l'IM2NP. L'arrivée de deux nouveaux enseignants-chercheurs dans l'équipe, par mutation, contribue à renforcer la dynamique de l'équipe.

L'équipe a développé plusieurs sujets liés à des applications, notamment concernant la science des matériaux (matériaux pour le nucléaire, pérovskites pour la spintronique et capteurs de gaz) et des nouveaux dispositifs nanométriques.

Points faibles et risques liés au contexte

Le nombre de contrats obtenu par l'équipe est faible, malgré la quantité importante de collaborations, principalement dans un cadre informel. Ce manque de contrats se traduit notamment dans le nombre très faible de non-permanents dans l'équipe, concernant les post-doctorants et les visiteurs, mais plus récemment aussi les doctorants.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande d'augmenter le recrutement de doctorants et post-doctorants, et d'augmenter le nombre de visiteurs de longue durée (plusieurs mois) pour maintenir la bonne dynamique de l'équipe.

Le comité préconise de donner un cadre plus officiel aux nombreuses collaborations, par des projets financés par l'ANR ou la participation à des réseaux européens.

Équipe 4 : Mécanique des nano-objets (MNO)

Nom des responsables : M. Thomas Walter CORNELIUS et M. Michael TEXIER

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les thématiques de l'équipe sont centrées sur la mécanique des nano-objets et les contraintes mécaniques dans les dispositifs par microscopie électronique et simulation numérique. Elles s'appuient sur les grands instruments tels que Soleil et l'ESRF.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations du précédent rapport d'évaluation ont été prises en compte avec le projet de recherche international DASEIN avec l'université de Santa Barbara en Californie et la mise en place d'échanges Erasmus avec l'université d'Erlangen.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	2
Sous-total personnels permanents en activité	10
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	1
Post-doctorants	1
Doctorants	3
Sous-total personnels non permanents en activité	6
Total personnels	16

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe est très dynamique avec des objectifs très bien définis. Elle participe avec dynamisme au développement de l'activité nationale sur les synchrotrons.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a effectué un développement instrumental pour mesurer des déformations sous contraintes pour mesures sur synchrotron, MEB, MET et DRX labo

Elle est fortement impliquée auprès des lignes de lumières synchrotron. Elle participe à la jouvence qui s'opère sur ces synchrotrons permettant une augmentation de la cohérence des faisceaux et une diminution du point de focalisation au niveau de l'échantillon sont une opportunité pour développer des sujets de recherche sur les mesures des déformations sous contraintes originaux

L'équipe est particulièrement bien positionnée pour exploiter au mieux les nouvelles opportunités offertes dans ce contexte. Ce positionnement est le fruit d'une stratégie pertinente avec l'acquisition de différents dispositifs permettant d'étudier des nanosystèmes sous sollicitation (contrainte, champ électrique...) au synchrotron, mais aussi en microscopie électronique. Un volet simulation, complémentaire des études expérimentales, est également développé. Le recrutement récent d'une MCF spécialiste des essais *in situ* et l'arrivée d'un chercheur spécialiste en simulation numérique renforcent la cohérence du projet de l'équipe pour les années à venir.

Points faibles et risques liés au contexte

Le soutien technique n'est pas suffisant pour le développement d'expériences auprès de rayonnement synchrotron. Il est difficile d'asseoir le positionnement de l'équipe, pourtant de premier plan, dans le domaine de l'étude des propriétés mécaniques des nano-objets et du couplage de ces propriétés avec les fonctionnalités de ces nano-objets.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de renforcer le soutien technique en recrutant un ingénieur par exemple avec l'équipe MCA, dans la démarche de mutualisation déjà amorcée.

Équipe 5 : Nanotechnologies et matériaux avancés (NOVA)

Nom des responsables : M. Mathieu ABEL et M. Marco ABBARCHI

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe « Nanotechnologies et matériaux avancés » (NOVA) développe trois thématiques de recherche. La première concerne les propriétés optoélectroniques des semi-conducteurs épitaxiés. La seconde porte sur la croissance de matériaux 2 D. Enfin, la troisième thématique est centrée sur l'étude des propriétés optiques d'oxydes métalliques.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'une des recommandations (voire la seule) du précédent rapport était de s'appuyer sur l'expertise de l'équipe pour effectuer des transferts technologiques vers l'industrie. Ce point a été largement pris en compte par la création de la start-up SOLNIL.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	3
Sous-total personnels permanents en activité	8
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	6
Total personnels	14

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe NOVA fonctionne correctement, tant du point organisationnel que du point de vue de la production scientifique. Ses points forts principaux sont une grande cohérence thématique, une production scientifique de haut niveau avec de nombreuses publications dans des revues internationales, un nombre de doctorants importants et des collaborations académiques et industrielles bien développées. Le comité note malgré tous des frais fixes élevés pour faire fonctionner les bâtis d'épitaxie et une difficulté à tirer parti du bâti huit pouces dans le cadre de collaborations industrielles.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe NOVA possède une forte cohérence thématique avec un nombre important de publications sur le dernier exercice et des collaborations académiques et industrielles développées.

Ces différents atouts ont été mis au service d'un nombre important de doctorants sur la période évaluée.

L'équipe possède un bâti d'épitaixie huit pouces compatible avec certains standards industriels, ce qui lui offre de nombreuses possibilités de collaborations.

Points faibles et risques liés au contexte

Le parc d'équipements utilisés par l'équipe induit d'importants frais fixes qu'il convient d'assumer. Le bâti huit pouces a passé avec succès les tests de comptabilité avec les lignes de productions industrielles (ST Micro), mais n'a pas permis d'augmenter les collaborations industrielles.

Le recrutement d'un permanent a été discuté, mais l'attractivité de l'équipe NOVA doit être améliorée pour attirer le profil adapté.

Le futur périmètre de l'équipe (permanents) semble encore flou et mériterait d'être éclairci rapidement. La proposition d'équipe commune avec le CRHEA de Nice peut apporter de nouvelles opportunités scientifiques, mais la distance entre les deux unités questionne sur la mise en place pratique.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Malgré un travail de haute qualité et une cohérence thématique remarquable, le comité recommande à l'équipe NOVA le recrutement d'un permanent et de renforcer les liens avec les industriels.

Équipe 6 : Modélisation des nanodispositifs quantiques (NQS)

Nom des responsables : Mme. Fabienne MICHELINI et M. Marc BESCOND

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de l'équipe NQS sont centrées sur la simulation par fonction de Green hors équilibre de l'interaction électron phonon et du transport dans des nanostructures. Ces calculs sont exploités pour modéliser le transport de l'énergie dans des dispositifs photoniques et photovoltaïques ainsi que dans des dispositifs à refroidissement local dans des semi-conducteurs.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Des efforts ont été réalisés pour une plus forte visibilité internationale, en particulier avec le détachement d'un personnel pendant quatre ans au LIMMS Tokyo.

L'équipe a fait plusieurs dépôts de projets ITN, ce qui traduit une ouverture vers les financements européens.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	1
Sous-total personnels non permanents en activité	3
Total personnels	7

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Le travail de l'équipe est théorique et réussi à allier des aspects fondamentaux comme le développement de modèles, avec une exploitation des simulations pour des directions applicatives, en particulier liées à l'énergie. Cette activité scientifique de très haut niveau et reconnue internationalement amène des publications aussi bien dans des journaux de type Phys Rev. B que dans des revues plus applicatives (APL). L'équipe est bien dotée en projets ANR, ce qui marque aussi son dynamisme. Le projet est cohérent avec les expertises de l'équipe et apporte des aspects nouveaux comme le refroidissement local ou l'ouverture vers des matériaux bio-inspirés. Des collaborations avec des expérimentateurs et des industriels ont lieu à travers des ANR (STMicroelectronics).

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est dynamique, tant au niveau de l'enseignement qu'au niveau de la recherche. Elle a des publications clés qui assurent sa renommée, et elle a de nombreux financements de l'ANR.

L'évolution vers la nanothermique, et la nano-ingénierie bio-inspirée, ajoutée au photovoltaïque, composent un projet cohérent et dynamique. Cette évolution est renforcée suite au transfert d'une MCF de l'équipe MQT.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité note une certaine variabilité au niveau des publications entre les membres de l'équipe.

L'équipe n'a pas de projet européen, mais elle est bien financée par ailleurs.

L'équipe a beaucoup de projets prometteurs, mais a un personnel limité avec de plus des responsabilités importantes au niveau de l'enseignement.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe de poursuivre son effort pour diversifier ses financements ainsi que les relations avec le Japon dans le cadre du laboratoire de recherche international.

Le comité préconise que l'effectif de l'équipe soit maintenu, en particulier que le départ d'un émérite amène à un recrutement vu le nombre et la qualité des projets de recherche.

Équipe 7 : Nanostructures, environnement, énergie (NS2E)

Nom des responsables : Mme. Patricia MERDY et Mme. Sylvie VILLAIN

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe NS2E est localisée à Toulon. Ses activités portent sur la synthèse de matériaux (oxalates de Cu et Bi, tungstate/phosphates de terre rares, oxydes dopés) pour leurs propriétés de fluorescence ou leur sensibilité à l'environnement. L'équipe a aussi une activité importante dans le domaine de la photocatalyse et la photo-dégradation de composants organiques.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La diversification des sources de financement n'a pas été assurée, malgré un effort de l'équipe. Les projets prometteurs comme la photo-dégradation de produits contaminants ou la détection de nanoplastiques devraient permettre d'assurer des financements nationaux ou européens. Une meilleure lisibilité entre les thématiques était aussi demandée. Les thèmes de recherche actuels et le projet sont bien décrits. Néanmoins, la partie plasmon (SERS, nanostructures et couplage plasmoniques) mériterait une meilleure corrélation avec le reste des thématiques.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	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 à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	6
Total personnels	12

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe a une activité de recherche importante et fructueuse, qui débouche sur des publications nombreuses. Cette activité est bien financée par des contrats régionaux et industriels. Neuf thèses ont été soutenues au cours de période évaluée, et deux nouveaux permanents sont arrivés. Tous ces éléments montrent un bon fonctionnement de l'équipe. Néanmoins des problèmes résiduels liés à la scission de 2018 restent présents. Le projet est convaincant et en cohérence avec les compétences et les dispositifs de caractérisation de l'équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les travaux réalisés par l'équipe NS2E ont généré une production scientifique importante (8,7 articles à comité de lecture/an soit 2,2 par ETP/an).

L'équipe a des doctorants assez nombreux.

Les thématiques du projet, en particulier les études sur les nanoplastiques et la photo-dégradation, sont prometteuses et permettent à l'équipe à la fois de développer une approche scientifique intéressante, mais aussi de répondre à des enjeux sociétaux.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité note que des séquelles de la scission de l'équipe subsistent.

Certains thèmes de l'équipe comme les nanostructures plasmoniques et la diffusion Raman exaltées sont peu supportées par des publications.

L'équipe n'a aucun financement ANR ou européen.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande que l'équipe persévère dans ses tentatives de diversification de ses financements.

Les risques psychosociaux doivent être surmontés au plus vite pour permettre de réaliser efficacement le projet prometteur de l'équipe.

La pérennisation d'un ingénieur dans l'équipe serait un gros plus pour la gestion du parc de dispositifs de caractérisation.

Équipe 8 : Nanostructure, réactivité & environnement (NSRE)

Nom du responsable : M. Madjid ARAB

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Localisé à Toulon, l'équipe NSRE développe une activité centrée sur l'élaboration de matériaux micro-et nano-structurés ainsi que leurs intégrations pour des applications environnementales de détection de gaz, ainsi que de transformation et dégradation des polluants en sous-produits propres.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Lors de la précédente évaluation, le comité avait préconisé les points suivants : conserver des liens forts avec les plateformes de microscopies de l'IM2NP ; bien évaluer les risques concernant la nanostructuration et ses conséquences sur les propriétés de conduction ionique, mieux préciser les objectifs concernant la récupération d'énergie par effet piézoélectrique, veiller à garder des liens forts avec le site de Marseille.

Les liens avec le site de Marseille ne se sont pas renforcés avec au contraire une aggravation en lien avec la crise sanitaire.

L'équipe gère son propre équipement de microscopie à haute résolution. Les liens avec la microscopie du site marseillais ne sont pas explicites.

L'activité sur la récupération d'énergie par effet piézoélectrique ne semble pas avoir été poursuivie et n'est pas détaillée dans le document d'autoévaluation.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	4
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	7
Sous-total personnels non permanents en activité	2
Total personnels	10

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'activité de recherche et le projet proposé sont très cohérents en parfaite adéquation avec les compétences, les équipements expérimentaux et en lien avec des thématiques applicatives clairement identifiées, à préciser cependant pour la partie récupération d'énergie. Les choix en termes de matériau, de technique, de mise en forme (chimie douce par exemple) et d'application sont parfaitement assumés et justifiés. Le rayonnement se fait principalement au travers de thèses en co-tutelle avec le Brésil, le Maroc et la Pologne. La participation dans des projets collaboratifs est assez faible, ainsi que le rayonnement (conférences invitées, jurys de thèse).

Points forts et possibilités liées au contexte

La synergie entre l'élaboration de couche mince, de matériaux réactifs, leur caractérisation physique (microscopie, Rayons X...) et leur intégration dans des dispositifs afin d'évaluer leur performance est excellent.

L'ouverture internationale est très bonne, principalement au travers de programmes de co-tutelle de doctorants avec le Brésil, la Pologne et le Maroc ainsi qu'au travers d'accueil de chercheurs invités de ces trois pays.

Points faibles et risques liés au contexte

La production scientifique est un peu en dessous de la moyenne de l'unité. Le nombre de conférences invitées est faible (deux au total).

Le niveau des ressources propres est faible, d'autant plus pour des activités de recherche fortement expérimentales et avec la charge d'un appareil de microscope électronique à transmission.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité préconise une meilleure ouverture vers le site de Marseille avec la mise en place, par exemple, d'activités collaboratives au sein du département. La mutualisation des moyens est aussi à prendre en compte. La pérennisation du microscope à transmission à Toulon se pose. La mutualisation des équipements de microscopie présents à Marseille permettrait de relaxer une part des coûts financiers et humains.

Le comité recommande une meilleure participation dans des projets de type ANR, PRC ou PRCE pour une meilleure autonomie financière de l'équipe.

Par ailleurs il suggère un meilleur équilibre entre conférences et conférences invitées pour augmenter le rayonnement de l'équipe.

Équipe 9 : Réactivité et diffusion aux interfaces (RDI)

Nom des responsables : M. Alain PORTAVOCE et M. Khalid HOUMMADA

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de l'équipe sont orientées selon deux thèmes : l'étude du transport atomique et celle de la réactivité aux interfaces. Dans les travaux menés, il y a un fort aspect expérimental complété par une partie théorique qui permet l'interprétation des données obtenues.

L'équipe s'intéresse aux problèmes de transport et de réactivité atomique principalement dans les matériaux pour l'électronique, mais aussi dans les matériaux métallurgiques afin de relier les propriétés physiques des matériaux ou des dispositifs aux propriétés structurales ou microstructurales, jusqu'à l'échelle atomique.

L'équipe est également en charge d'une sonde atomique tomographique, appareil disponible pour les autres équipes de l'institut et pour l'extérieur avec une plateforme labellisée.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Lors de la précédente évaluation, trois recommandations avaient été faites à l'équipe : privilégier la rédaction d'articles complets ou de références ; étendre le réseau de collaboration à l'international ; ne pas limiter ses activités aux matériaux pour la microélectronique.

Le premier point a bien été pris en compte avec des publications dans des journaux de tout premier plan. Le rapport d'activité met en avant un sujet de recherche développé en partenariat avec une équipe de Munster en Allemagne. Par contre l'équipe n'indique pas l'accueil de chercheurs étrangers ni de financement sur des projets européens. Enfin, l'ouverture vers la métallurgie est réelle, concrétisée par un contrat avec un industriel et des publications.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	3
Maîtres de conférences et assimilés	4
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	3
Sous-total personnels permanents en activité	12
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	3
Doctorants	11
Sous-total personnels non permanents en activité	15
Total personnels	27

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

La mutualisation des équipements, la mise en commun des compétences, expériences et savoir-faire permet à l'équipe de créer une synergie entre ses membres et de proposer des approches multiples aux sujets de recherche qu'elle aborde avec notamment des caractérisations croisées soutenues par une activité théorique. Elle a acquis et entretient dans ce domaine une reconnaissance nationale et internationale. L'équipe a su se constituer un parc d'équipements, tant pour la synthèse que pour la caractérisation, extrêmement intéressant, complet et parfaitement adapté aux thématiques de recherches développées. Il faut noter, en particulier, qu'elle a en charge une plateforme instrumentale labellisée et comportant un appareil pratiquement unique en France et qu'elle est reconnue comme experte dans ce domaine au niveau international. L'activité scientifique soutenue par des collaborations industrielles est concrétisée par une production scientifique de bon niveau tant sur le plan qualitatif que quantitatif. L'équipe participe activement à la vie scientifique de l'unité par notamment sa participation aux actions transverses ainsi qu'à la vie « administrative » de l'unité par les responsabilités affichées par ses membres. L'équipe dispose ainsi d'une base très saine pour développer ses projets.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les équipements de caractérisation dont dispose l'équipe, associés aux compétences aussi bien expérimentales que théoriques, permettent une exploration extrêmement poussée des matériaux. L'organisation de l'équipe en favorise une utilisation optimale.

L'implication de l'équipe dans la formation, y compris internationale, est importante et lui permet d'attirer des stagiaires. Le rayonnement de l'équipe se traduit par l'implication dans de conférences aussi bien dans l'organisation que dans les comités scientifiques, d'écoles thématiques et l'implication dans plusieurs GDR.

Points faibles et risques liés au contexte

L'activité de l'équipe nécessite de conserver au plus haut niveau un parc instrumental conséquent. L'équipe en est bien consciente et affiche clairement cet objectif qui se traduit par un besoin financier important. Les ressources propres de l'équipe, essentiellement issue de collaborations industrielles, sont non pérennes, c'est un réel risque pour l'équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'ouverture, proposée dans le projet, vers de nouvelles applications, est intéressante scientifiquement et constitue une opportunité pour de nouvelles collaborations industrielles.

Dans l'optique de garantir et de diversifier les moyens financiers pour le maintien à niveau du parc instrumental, le comité recommande que l'équipe recherche des financements sur appels à projets qu'ils soient nationaux ou internationaux.

Équipe 10 : Microstructures de croissance auto-organisées (MCA)

Nom des responsables : M. Henri NGUYEN THI et Mme. Nathalie MANGELINCK-NOEL

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Microstructures de croissance autoorganisées (MCA) développe ses recherches dans deux domaines. Le premier concerne la caractérisation *in situ* et en temps réel de la solidification. Le second a pour but l'analyse de l'influence des effets de la gravité sur la formation et la sélection de la microstructure de la solidification.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent rapport mentionnait l'existence d'équipements de l'unité analogues aux configurations utilisées dans l'espace qui permettraient de réduire la dépendance de l'équipe aux grands instruments. Cette proposition n'a pas été mise en œuvre.

Il était par ailleurs mentionné la nécessité de renforcer l'expertise de l'équipe au plan théorique. L'arrivée d'un nouveau membre au sein de l'équipe a rempli ce manque, mais son départ à la retraite en 2024 questionne la pérennité des actions en cours.

Au niveau des liens internationaux avec des groupes prestigieux, le comité ne note aucune évolution par rapport à la précédente évaluation. La recherche appliquée a en revanche été développée grâce à l'arrivée d'un nouveau chargé de recherche sur les alliages transparents.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	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 à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	3
Total personnels	10

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe MCA fonctionne très bien du point de vue organisationnel et scientifique. Elle collabore en interne avec deux autres équipes de l'unité. Son rayonnement national et international est clair et ses résultats scientifiques sont de tout premier ordre. Des publications dans des revues internationales de haut niveau sont rapportées, même si le nombre de doctorants par permanent reste faible. Les collaborations académiques avec la France, l'Europe et le monde sont bien développées, mais les relations industrielles restent en retrait par rapport à ce qui serait souhaitable.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a une forte reconnaissance nationale et internationale dans son domaine. Les activités historiques de microgravité continuent à faire l'état de l'art et les nouvelles activités portées par un nouvel entrant donnent un nouveau souffle et de nouvelles perspectives. La montée en compétence concernant les simulations numériques est un vrai succès qui peut se mesurer par de nombreuses publications de haut niveau. La position de l'équipe est bien équilibrée, malgré une attractivité envers les chercheurs au plan international modeste.

L'implication de l'équipe dans les formations est importante tant au niveau licence que master. L'équipe a fait un effort de vulgarisation et de diffusion de la culture scientifique en particulier envers les jeunes (écoles, collèges, lycées).

L'implication de l'équipe dans des projets nationaux pendant la période d'évaluation est importante, mais plus faible implication au niveau européen.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe MCA a su renouveler une partie de ses thématiques de recherche, mais reste très dépendante à l'accès aux équipements internationaux majeurs.

Si les financements nationaux et l'organisation de l'équipe (achats mutualisés) permettent un fonctionnement satisfaisant, le comité relève un faible nombre de financements sur projets européens et de financements industriels.

L'équipe va devoir faire face à deux départs à la retraite. Elle a fait le choix, si un seul de ces départs est remplacé, de prioriser un profil expérimentateur alors que les simulations numériques sont devenues un vrai point fort de l'équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Malgré un travail de qualité, le comité recommande l'acquisition d'équipements de laboratoires analogues aux configurations dans l'espace pour ne pas dépendre uniquement des grands instruments pour les recherches en microgravité.

Le comité préconise aussi le maintien de compétences concernant les simulations numériques par des recrutements et d'augmenter le nombre de projets industriels et européens.

Équipe 11 : Microscopie et transport électronique dans les nanostructures (μ -TEN)

Nom des responsables : M. Ahmed CHARAI et M. Claude ALFONSO

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les thématiques de l'équipe μ -TEN sont centrées autour de l'étude structurale et chimique de nano-objets et couches minces par microscopie électronique (MET) et sonde atomique tomographique (SAT). L'équipe est constituée de quatre enseignants-chercheurs (EC) et de deux ingénieurs d'étude (IE). Elle s'intéresse plus particulièrement à la corrélation entre les propriétés de transport thermique et la structure atomique. Un des axes privilégiés est la complémentarité des techniques de TEM et SAT. Dans une collaboration avec l'équipe RDI, aussi du département MATTER des couches minces de CoSi en TEM et SAT ont été analysées de façon corrélée. L'équipe de par sa spécialité est aussi correspondante pour l'IM2NP des plateformes CP2M et CIMPACA.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Dans le précédent rapport, il avait été souligné le peu de liens entre les thématiques des différents chercheurs. Le comité recommandait de renforcer les projets communs pour éviter une dispersion trop importante des thématiques et donc un risque de fragiliser l'équipe et surtout limiter sa visibilité nationale et internationale. Le dernier rapport suggérait les nanofils comme projet fédérateur tout en soulignant la compétitivité dans ce domaine. Le rapport mettait aussi en avant le faible nombre de publications où les membres de l'équipe étaient en premier ou dernier auteur et suggérait de trouver des sujets propres à l'équipe pour augmenter le nombre de publications dont ils seraient les contributeurs principaux. Le rapport soulignait l'importance des collaborations internes et recommandait de renforcer les thématiques utilisant les points fort de l'IM2NP.

L'équipe a centré la plus grande partie de ses efforts vers la corrélation des expériences de SAT et TEM sur des couches minces. Elle a donc en ce sens suivi la recommandation précédente en recentrant ses activités vers des points fort de l'IM2NP et des thématiques communes. La thématique des nanofils est maintenant presque absente au profit de la thématique couche mince. Le comité note beaucoup de publications en commun entre les membres de l'équipe et une mutualisation des crédits pour l'utilisation et l'entretien des plateformes.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	2
Sous-total personnels permanents en activité	6
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	0
Sous-total personnels non permanents en activité	0
Total personnels	6

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe μ -TEN regroupe des experts des sciences des matériaux et des études structurales et chimiques par MET. Elle a su mettre à profit cette expertise pour nouer des collaborations pérennes avec d'autres groupes de l'IM2NP comme l'équipe RDI autour d'un projet commun pour corréler les informations obtenues en MET et en ATP. Malgré cet espace privilégié et l'accès à des microscopes électroniques de pointe (TEM titan corrigé sonde) l'équipe souffre d'une diminution de ces effectifs (ne restent que quatre EC et deux IE en 2021) et du faible nombre de doctorants. Bien que l'équipe semble rayonner localement et bénéficie de quelques collaborations fortes à l'international, elle semble avoir des difficultés pour s'imposer aux niveaux national et international. Le comité note tout de même que la corrélation entre TEM et SAT est un sujet porteur et pourrait mener vers une reconnaissance et un rayonnement importants.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le point fort principal de l'équipe μ -TEN est une très forte cohérence entre les membres de l'équipe et un accès à des microscopes électroniques de pointe qui s'est pérennisée grâce à une mutualisation des coûts de la plateforme au niveau de l'IM2NP.

Le comité note aussi que l'équipe gère un bâti de croissance qui leur permet aussi de maîtriser les objets qu'ils souhaitent étudier. C'est un atout assez unique pour une équipe de microscopie.

De nouveaux contrats ANR viennent d'être obtenus, ce qui va permettre à l'équipe de financer un contrat doctoral et de financer les accès aux plateformes.

Les membres de l'équipe sont aussi très impliqués dans les deux plateformes CP2M et CIMPACA, ce qui leur donne un accès privilégié aux TEM avancés. La recherche menée par les membres de l'équipe est de bonne qualité et diverse montrant une maîtrise d'un nombre important de techniques d'imagerie et de spectroscopie électronique.

Le sujet mis en avant par l'équipe sur les corrélations entre TEM et SAT est un sujet porteur qui repose sur des collaborations interdépartement qui peut permettre à l'équipe de se démarquer aux niveaux national et international.

Points faibles et risques liés au contexte

L'inquiétude principale pour la pérennisation de l'équipe est la diminution du nombre de chercheurs. L'équipe a eu un départ en 2014 et un départ en retraite en 2020 et va subir un deuxième départ en retraite avant la fin de ce mandat. Cette diminution va aussi avec un faible nombre de doctorants. L'attractivité est donc un souci majeur pour l'équipe μ -TEN ainsi que la diminution des postes de maître de conférences à l'AMU.

Le comité note aussi une faible participation et invitation à des conférences nationales et internationales ainsi qu'à des GdR.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe μ -TEN a un rôle moteur à l'IM2NP sur les questions de microscopie électronique, avec un lien privilégié aux TEM avancés de la plateforme CP2M et d'un bâti de croissance. Le comité recommande à l'équipe de valoriser cette expertise aux niveaux national et international par la participation à des GdR et à des conférences nationales et internationales afin d'améliorer son attractivité et permettre de recruter des doctorants sur leur sujet de recherche.

Le comité préconise aussi l'obtention d'un poste de maître de conférences.

L'obtention récente de contrats financés par l'ANR va certainement faciliter cette dynamique et permettre à l'équipe de valoriser ses recherches originales comme par exemple la corrélation entre TEM et SAT. En cas de recrutement impossible d'un nouveau permanent, le comité suggère un rapprochement avec l'équipe RD.

Équipe 12 : Light ultimate materials nanodevices and PV (LUMEN-PV)

Nom du responsable : M. Judikaël LE ROUZO

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les compétences de l'équipe reposent sur la conversion photo-électronique en allant de la fabrication à la caractérisation et à la modélisation de dispositifs photovoltaïques autour de trois thématiques (rectennas, photovoltaïque et optoélectronique).

Pour cela l'équipe s'appuie en particulier sur l'équipe commune avec le CINaM, FUN-PV et la start-up 3L-OPTRONICS créée en 2020 pour développer des imageurs CMOS nocturnes.

L'équipe située à Château-Gombert dispose de nouveaux équipements récents et pertinents pour ses activités de recherche, et financés grâce à de nombreux contrats de recherche (19 pour un total de 1,7 M€), avec une très bonne diversification des sources de financements (ANR, Europe, industrie, Amidex, contrats publics, ou prestations).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe LUMEN-PV a été créée en 2017, et provient de la scission de l'ancienne équipe OPTO-PV en deux équipes (LUMEN-PV et IRM-PV).

Les recommandations de l'ancienne équipe OPTO-PV portaient sur le recentrage de l'activité tout en évitant la dispersion en maintenant des axes forts. La présentation de l'équipe LUMEN-PV en trois thématiques confirme un recentrage tout à fait cohérent de l'activité sur l'expertise des membres du nouveau groupe LUMEN-PV.

Une recommandation du rapport Hcéres encourageait à la recherche de partenariats forts. Les nombreux contrats ainsi que les nombreux collaborateurs de l'équipe démontrent que l'équipe a bien répondu à cette recommandation.

Par contre au sujet de la recommandation de travailler sur le rayonnement international, l'équipe dénombre uniquement deux collaborations académiques étrangères (Singapour et Espagne), et deux contrats européens clos en 2016 et 2019.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	6
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	8
Total personnels	14

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

LUMEN-PV est une équipe très dynamique en publications (44 ACL pendant la période avec des journaux de niveau élevé), en contrats (19 pour un total de 1,7 M€) et également en nombre de doctorants (6 thèses soutenues et 7 en cours). L'équipe a une identité forte avec un positionnement très bien établi et une réelle expertise autour de la conversion photon-électron dans les matériaux organiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe LUMEN-PV est très dynamique sur l'ensemble des marqueurs de l'activité scientifique en nombre de publications, de thèses encadrées, et de contrats obtenus. Bien qu'il soit difficile d'estimer précisément l'évolution de ces marqueurs avec l'ancien rapport Hcéres (LUMEN-PV était intégrée à l'équipe Opto-PV), cependant à minima, ces marqueurs sont stables par rapport à la précédente période.

L'équipe a rejoint le site de Château-Gombert avec un accès direct à la plateforme technologique IOLab.

La scission de l'ancienne équipe OPTO-PV en deux équipes paraît cohérente et justifiée d'un point de vue thématique (l'une avec une activité sur les matériaux organiques, l'autre sur les matériaux inorganiques).

L'équipe commune FUN-PV créée en partenariat avec le CINaM est une réelle opportunité de développement et de rayonnement pour l'équipe LUMEN-PV.

Le rayonnement important de l'équipe s'appuie également sur l'expertise reconnue de ses membres avec une présence forte dans les comités nationaux et à l'organisation de conférences.

Concernant la vie de l'équipe, l'organisation de réunions mensuelles avec l'ensemble de l'équipe est un véritable facteur d'intégration pour les nouveaux arrivants, et également très stimulant pour les jeunes doctorants.

Les thématiques rectennas et LiFi, qui s'appuient sur l'expertise de l'équipe, sont tout à fait pertinentes et originales et elles amorcent un nouveau thème très prospectif de l'équipe.

Points faibles et risques liés au contexte

Les nombreux contrats ainsi que les nouveaux équipements nécessitent un nombre suffisant de permanents dans l'équipe pour encadrer les personnes recrutées dans les projets, mais également pour conserver le savoir-faire acquis sur ces nouveaux équipements.

L'implication forte de certains membres de l'équipe dans la start-up 3L-Optronics peut également contribuer à affaiblir les ressources humaines de l'équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande fortement de mener une réflexion pour attirer de jeunes EC et C afin de préserver le savoir-faire ainsi que l'expertise de l'équipe LUMEN-PV dans le futur. Le comité propose d'identifier et de soutenir de bons candidats à présenter au concours CNRS ou aux recrutements de type Chaire Professeur Junior (Université ou CNRS) par exemple.

Le comité incite les membres de l'équipe à soutenir leur HDR afin de renforcer la direction de thèses.

Il propose aussi de renforcer non seulement les collaborations avec d'autres équipes pour l'utilisation de matériaux ou d'équipement communs (SAM, microscopie champ proche ou eGaln dans l'équipe NANOSTRUCTURATION) ou sur des thématiques communes (PV avec IRM-PV), mais aussi les collaborations internationales afin de créer de nouvelles opportunités de financements européens.

Les thématiques Rectennas et LiFi sont originales et très prometteuses. Ces thématiques méritent d'être renforcées en répondant à des appels à projets nationaux, voire peut-être même européens (ERC).

Équipe 13 : Interactions rayonnement-matière et photovoltaïque (IRM-PV)

Nom des responsables : M. Olivier PALAIS et Laurent OTTAVIANI

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les recherches de l'équipe IRM-PV issue de la réorganisation de l'équipe OPTO-PV et localisée à Saint-Jérôme, se focalisent sur l'étude de l'interaction rayonnement matière en particulier dans les semi-conducteurs. Ses activités portent sur deux thématiques historiques dont la première couvre la conversion photovoltaïque sur silicium et la seconde les composants optoélectroniques sur SiC. Néanmoins, ces deux thématiques ont évolué vers la fiabilité et le vieillissement des systèmes pour la première et vers les détecteurs de rayonnement ionisant en milieux contraints pour la seconde.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Une des principales recommandations qui ressortait du précédent rapport portait sur une potentielle dispersion des thèmes ou sujets de recherche.

Ce point a été pour ainsi dire résolu, car l'équipe OPTO-PV s'est scindée en deux équipes, ce qui a permis de dégager une ligne directrice claire en particulier pour l'équipe IRM-PV sur l'interaction rayonnement-matière avec deux domaines d'études sur le photovoltaïque silicium et les détecteurs à base SiC.

Une deuxième recommandation portait sur le maintien des axes forts de l'équipe, ce qui a été suivi avec la conservation des thèmes sur la caractérisation avancée des cellules et modules solaires et sur la maîtrise du semi-conducteur SiC pour la réalisation de détecteurs. Néanmoins il avait aussi été demandé de mieux positionner ces thématiques par rapport à l'état de l'art, ce qui ne ressort pas particulièrement au niveau du document d'autoévaluation.

Le précédent comité recommandait de veiller à poursuivre la recherche partenariale, ce que la nouvelle équipe assure pleinement avec plus de quinze contrats avec des organismes privés ou publics.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
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 à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	5
Total personnels	11

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

La réorganisation de l'équipe à mi-parcours du dernier plan quinquennal a permis de donner une meilleure visibilité à ses activités qui se déclinent en deux grandes thématiques. Néanmoins l'ensemble de l'équipe a la même ligne directrice qui consiste à étudier et à comprendre les interactions rayonnement matière dans des dispositifs photovoltaïques et des détecteurs de rayonnement ionisant à base de SiC ce qui lui donne une cohérence certaine.

Points forts et possibilités liées au contexte

Malgré sa jeunesse, l'équipe IRM-PV est une équipe qui a su rebondir après la séparation de l'ancienne équipe OPTO-PV et qui reste très dynamique. Cela se concrétise par une bonne production scientifique (près de 60 publications (ACL et ACTI) avec un taux supérieur à la moyenne de l'unité de trois par ETPR et par an. L'équipe a pu aussi contractualiser ses nombreuses collaborations aussi bien avec le monde académique qu'avec différents industriels. Son point fort reste son expertise concernant le développement d'instrument de caractérisation de matériaux et de structure. Néanmoins l'équipe a su se ressourcer notamment dans le domaine applicatif avec le développement de détecteurs à base de SiC pour la mesure neutronique appliquée aux installations nucléaires ou bien encore plus récemment avec une nouvelle thématique en collaboration avec une équipe de chimistes de l'université de Marseille sur la production d'hydrogène vert.

Points faibles et risques liés au contexte

Le petit point faible qui ressort de l'analyse des documents et des échanges porte sur le manque de positionnement en termes de spécificité des différents instruments développés ainsi qu'en termes de performance ou de caractéristiques des détecteurs étudiés.

Le risque qui pourrait apparaître au vu de l'analyse de l'activité de l'équipe concerne la dispersion potentielle des forces compte tenu du nombre relativement important de sujets de recherche dans les différentes thématiques au regard du nombre de chercheurs relativement faible et avec le lancement d'une thématique sur l'hydrogène vert.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de poursuivre la dynamique de l'équipe en ce qui concerne les collaborations industrielles et académiques ainsi que sur la production scientifique tout en évitant une dispersion des sujets de recherche. Il préconise aussi de renforcer son positionnement par rapport à l'état de l'art ou les performances des différents systèmes développés.

Bien que le développement instrumental soit une force de l'équipe, le comité conseille de mettre en avant les résultats scientifiques issus de ces expériences.

Équipe 14 : Signal & tracking (STr)

Nom des responsables : M. Claude JAUFFRET et Mme. Annie-Claude PEREZ

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Signal et Tracking (STr) travaille au développement d'algorithmes sur deux thèmes. Le premier est la trajectographie en milieu maritime ou spatial. Le traitement du signal est le deuxième thème de l'équipe.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Parmi les recommandations du précédent rapport figurait l'invitation à profiter de la création des départements au sein de l'unité pour créer des collaborations internes avec d'autres équipes. Le bilan d'activité de l'équipe détaille bien les travaux communs entre l'équipe STr et l'équipe LUMEN-PV et un partenaire industriel sur la communication LiFi (1 thèse, 1 article et des conférences). Cette collaboration interne semble durable puisqu'une nouvelle thèse avec un nouveau partenaire industriel est en cours.

Par contre, le caractère confidentiel des recherches n'a permis aucune évolution concernant la production scientifique ou l'accueil de visiteur en séjour long.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	7
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	11

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe STr est une petite équipe de six personnes, bien soudées et très bien organisées dont le positionnement scientifique est original au niveau national. Les sujets développés dans les deux thèmes abordés par l'équipe sont fortement soutenus par une demande industrielle ou institutionnelle. L'équipe a su tirer parti de la création des départements au sein de l'unité pour développer une collaboration durable avec une autre équipe de l'unité.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'organisation de congrès internationaux, la qualité des journaux dans lesquels l'équipe publie démontrent la reconnaissance nationale et internationale qui est la sienne. L'équipe a renforcé son partenariat industriel en créant avec son principal contractant un laboratoire commun. Deux thèses sont préparées dans ce cadre et le laboratoire commun est en cours de reconduction. La proximité géographique des deux partenaires est un atout indéniable.

En dehors de l'activité contractuelle de l'équipe, chacun des binômes travaille sur des sujets hors projet permettant une prospection qui lui permet d'être à l'initiative de discussions avec les partenaires industriels. Pour la plupart des sujets, les prospectives de l'équipe sont suffisamment précises.

Le comité note en outre une très forte implication dans les responsabilités administratives universitaires : les membres de l'équipes sont porteurs de projets, responsables pédagogiques ou élu en conseil d'UFR.

Depuis la rédaction du bilan de l'équipe, l'un de ses membres est devenu professeur émérite. Mais il faut saluer l'arrivée d'un professeur d'université ce qui va permettre à l'équipe de ne pas se retrouver en situation critique et de poursuivre sereinement son activité.

Points faibles et risques liés au contexte

Les souhaits d'ouverture de l'équipe vers une thématique d'e-santé ont été abandonnés à la suite du départ de deux enseignants-chercheurs et l'équipe n'a poursuivi que ses thèmes de prédilection.

Malgré l'implication des membres de l'équipe dans les responsabilités universitaires, le comité ne compte qu'un nombre réduit de stagiaires accueillis pendant la période concernée par ce rapport.

La production scientifique, bien que de bonne qualité, est faible et est restée au même niveau quantitatif que lors du bilan précédent.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de poursuivre les collaborations avec l'équipe LUMEN-PV, car elles sont porteuses de nouvelles opportunités d'ouverture. Par contre, la recommandation précédente concernant l'invitation de chercheurs étrangers pour de longs séjours est toujours d'actualité.

Le comité préconise d'augmenter la production scientifique même si le secteur industriel des collaborations limite à la fois les possibilités de diversifier les partenaires et les possibilités de communiquer les résultats compte tenu de l'aspect confidentiel des recherches.

Le comité suggère de ne pas négliger la contractualisation ou la mise en place d'un cadre administratif pour toutes les collaborations.

Équipe 15 : Microcapteurs instrumentation (MCI)

Nom des responsables : M. Marc BENDAHAN et Mme. Christelle REYNARD-CARETTE

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe MCI mène ses recherches sur l'étude et la réalisation de capteurs spécifiques plus particulièrement dans les domaines applicatifs de l'environnement, de la e-santé et du nucléaire. Pour cela, elle dispose d'un savoir-faire et de compétences dans l'élaboration de couches minces actives, de microdispositifs et d'instrumentations associées aussi bien pour la caractérisation des dépôts et des dispositifs que pour la mise en place de mesure en environnement représentatif à partir de prototypes.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Une première recommandation portait sur une meilleure lisibilité des points de convergence entre thématiques. Ce point n'est plus d'actualité, car l'équipe Microcapteurs s'est séparée en deux donnant naissance à l'équipe Microcapteurs et Instrumentation et à l'équipe Nanostructures environnement énergie qui s'est-elle même scindée en deux. Or, les points de divergence portaient sur la lisibilité entre ces deux thématiques, ce qui n'a plus lieu d'être puisqu'elles ne font plus partie de la même équipe.

Une deuxième recommandation concernait la diversification des sources de financement public. Les choses ont évolué avec deux ou trois projets d'envergure (ANR, PIA, Projet Européen). L'équipe a toutefois conservé une source de financement locale très importante avec notamment des financements industriels, ce que la précédente évaluation avait demandé de conserver et de développer.

Le précédent comité d'experts recommandait de veiller à développer des collaborations aux niveaux local et international avec les équipes d'autres disciplines. L'équipe a parfaitement répondu à la demande avec l'établissement de nombreuses collaborations au niveau national, mais également au niveau international dans des disciplines transverses (santé, IA, biochimie, nucléaire, etc.).

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	8
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	3
Sous-total personnels permanents en activité	15
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	6
Total personnels	21

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

La réorganisation de l'équipe MicroCapteurs et instrumentation à la suite du précédent plan quinquennal a porté ses fruits avec actuellement une bien meilleure lisibilité de ses activités. Tout d'abord ces dernières sont situées dans le même site du campus de Saint-Jérôme de l'Université d'Aix Marseille et se déclinent en deux grands axes et trois thématiques. Néanmoins, l'ensemble de l'équipe a la même ligne directrice qui consiste à étudier, élaborer et caractériser des dispositifs et microsystèmes pour différents champs applicatifs, ce qui donne la cohérence d'ensemble et la force de l'équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

De manière générale l'équipe MCI est une équipe très dynamique, ce qui se concrétise en premier lieu par une très bonne production scientifique (plus de 140 publications (ACL et ACTI)) et de nombreux projets collaboratifs aussi bien avec le monde académique que socioéconomique.

La valorisation (quatre brevets et une licence d'exploitation) et la contractualisation (seize contrats par financement public et onze par financement privé) font partie des objectifs de l'équipe avec par exemple un laboratoire commun avec le CEA.

Le rayonnement et l'attractivité de l'équipe sont également à souligner avec la participation à l'organisation ou la co-organisation de cinq conférences internationales et de trois conférences nationales. Le comité note aussi que l'équipe a participé à des travaux d'expertise auprès d'organismes de recherche au niveau national (ANR, Hcéres, etc.) ce qui traduit la reconnaissance de l'excellence des compétences des membres de l'équipe.

En ce qui concerne le projet, ce dernier s'inscrit dans la continuité de la période précédente et dans la restructuration de l'équipe qui lui donne sa cohérence actuelle. Il est construit sur le savoir-faire historique de l'équipe qui consiste à étudier, à élaborer des couches actives, à développer des méthodes de caractérisation et à réaliser des dispositifs et microdispositifs et leur électronique associée.

Points faibles et risques liés au contexte

Le peu de personnels permanents dans la thématique 3, et compte tenu du nombre important de projets collaboratifs de cette thématique pourrait s'avérer préjudiciable pour le bon déroulement de ces projets. De plus, si ce point est lié aux futurs départs à la retraite, la question se pose d'autant plus.

Bien que l'effort soit déjà important, le comité recommande de renforcer la valorisation des nombreux brevets et projets collaboratifs.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de poursuivre la dynamique de l'équipe en termes de production scientifique et de recherches partenariales tout en veillant au positionnement des activités de recherche par rapport à l'état de l'art.

Il préconise aussi de veiller à l'équilibre entre les ressources humaines et les thématiques de recherche.

Équipe 16 : Effets des radiations et fiabilité électrique (ERFE)

Nom du responsable : Mme. Daniela MUNTEANU

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe ERFE a été créée en 2013 dans le cadre du démarrage du laboratoire commun REER (Radiation Effects and Electrical Reliability) avec la société STMicroelectronics. L'équipe travaille sur deux thématiques principales. L'une porte sur l'effet des radiations dans les circuits digitaux nanométriques et l'autre concerne la fiabilité électrique des technologies CMOS nanométriques.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le rapport précédent recommandait un renforcement de l'équipe par le recrutement de chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs et personnels techniques, notamment pour maintenir les plateformes expérimentales ASTEP et LSM. Une valorisation des travaux de l'équipe dans la communauté de la physique des particules à haute énergie ainsi que dans la médecine nucléaire était aussi recommandée.

Même si l'effectif de l'équipe n'a pas augmenté, un ingénieur d'étude a été rattaché à l'équipe à 50 %. L'abandon de la plateforme ASTEP du plateau de Bures pour des raisons économiques a aussi réduit la pression technique sur l'équipe. Des recherches sont conduites avec plusieurs partenaires, principalement industriels. Notamment, une collaboration avec l'ITER a débuté en 2020, ce qui répond partiellement à la recommandation concernant la valorisation des travaux de l'équipe dans la communauté de la physique des particules et l'industrie nucléaire.

Le rapport recommandait aussi d'attirer des chercheurs invités de stature internationale, ce qui n'a pas été le cas.

Une inquiétude pour l'avenir du laboratoire commun avec STMicroelectronics avait été émise, mais ce laboratoire commun ne semble pas ou plus en danger. De plus, le laboratoire commun a été élargi avec notamment l'entrée de l'équipe Mémoire. L'équipe a plutôt développé des collaborations avec d'autres partenaires industriels.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	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 à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	8

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe ERFE est bien identifiée dans le domaine de la recherche de fiabilité des composants microélectroniques. Ses compétences sont fortement sollicitées dans le laboratoire commun avec STMicroelectronics, mais aussi par d'autres partenaires. Le nombre de contrats de recherches important a permis d'obtenir plusieurs contrats Cifre ainsi que des instruments de mesure performants. Malgré cette proximité avec les industriels très bénéfiques, il sera important de conserver un volet de recherche plus fondamental en cherchant également des collaborations et contrats avec des partenaires académiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

La collaboration de l'équipe avec STMicroelectronics dans un laboratoire commun semble solide et fructueuse.

L'équipe a aussi établi des collaborations avec d'autres partenaires privés, comme Thales, EASII-IC et plus récemment l'ITER. L'équipe a obtenu une grande quantité de contrats de recherche, avec un financement conséquent, ce qui a permis d'obtenir et de développer plusieurs équipements de test et de mesure au meilleur niveau mondial, ainsi que des moyens propres de simulation numériques.

Plusieurs contrats Cifre ont aussi été obtenus grâce à ces collaborations. L'arrivée dans l'équipe d'un Ingénieur d'études (à 50 %) a permis de renforcer les développements et la maintenance de l'instrumentation de l'équipe. En outre, l'équipe a développé deux nouveaux instruments de métrologie des radiations naturelles, un télescope à muons et un spectromètre muons basses énergies (< 400 MeV) à réservoir d'eau.

Points faibles et risques liés au contexte

Le savoir-faire et les bons résultats de l'équipe facilitent l'obtention d'un nombre important de contrats de collaboration avec les industriels. Même si ces contrats permettent quelques sujets de recherche plus en amont, les contrats de recherche et les collaborations avec des partenaires académiques pourraient être plus nombreux afin de favoriser l'émergence de nouveaux sujets. Le comité note aussi que malgré les nombreux contrats et des résultats de haut niveau dans le domaine des applications, le nombre de brevets déposés par l'équipe est faible. Les collaborations à l'international et surtout en Europe sont aussi peu nombreuses.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Les activités avec STMicroelectronics et avec d'autres partenaires industriels sont de très bon niveau et à maintenir absolument. La qualité des développements faits par l'équipe (instrumentation, logiciels de simulations) mérite néanmoins une valorisation plus importante, notamment par le dépôt de brevets. Le comité recommande de poursuivre un effort continu pour obtenir des financements ANR ou européens avec des partenaires académiques pour garder une partie de recherche plus fondamentale et une moindre dépendance à des partenaires privés. Ce serait aussi l'occasion de faire venir des post-doctorants ou des visiteurs de longue durée pour faire émerger des nouveaux sujets de recherche.

Équipe 17 : RFID & Objets communicants (RFID-OC)

Nom du responsable : M. Matthieu EGELS

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe RFID mène ses recherches selon deux axes principaux : la conception, caractérisation et modélisation d'antennes imprimées sur supports souples pour objets communicants, et la conception d'objets communicants. L'équipe RFID-OC est localisée à Château Gombert et à l'Yncréa Méditerranée dans les locaux de l'ISEN TOULON. Ses travaux de recherche s'appuient sur deux plateformes qu'elle a créées autour de la RFID HF et UHF.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Trois points de recommandations ont été soulevés lors de la précédente évaluation :

— Au-delà de l'activité centrée sur la prestation de services, développer davantage de recherches amont et à faible maturité technologique. L'équipe semble avoir conduit quelques travaux sur la modélisation et l'optimisation des lignes de transmission et des antennes, mais cet aspect reste marginal. Une collaboration avec le CEA LITEN mentionnée dans les perspectives va dans le bon sens.

— Augmenter les publications dans les revues de premier rang. Il y a eu un effort certain pour publier dans des revues à niveau élevé et dans des conférences internationales ciblées sur le domaine de recherche.

— Tisser davantage de collaborations internationales et renforcer la participation à des projets européens. L'équipe a participé à un projet européen (INNPAPER) pendant trois ans et a conçu les démonstrateurs et la programmation nécessaire à la réalisation des tests de validation d'un capteur intelligent connecté, imprimé par sérigraphie sur papier. Des collaborations internationales issues de ce projet offrent des perspectives intéressantes qu'il faut poursuivre.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	5
Total personnels	10

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'effectif limité de l'équipe et sa localisation géographique en deux sites (Château Gombert et ISEN Toulon) n'aide pas à un développement scientifique accéléré. Cependant, le recentrage des activités a été bénéfique pour éviter la dispersion thématique. Les projets de recherche conduits montrent la forte visibilité de l'équipe dans le domaine de conception des antennes visant une intégration sur des systèmes applicatifs. Le contexte local et les partenariats tissés depuis plusieurs années portent leurs fruits et assure à l'équipe un savoir-faire et une compétence reconnue sur la conception conjointe antenne/puce jusqu'au prototype.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe RFID-OC est une équipe dynamique et reconnue comme en témoignent les nombreux projets de recherche industriels menés avec un équilibre entre financements publics et privés (12 publics et 9 privés). L'investissement important en équipements et l'implication des chercheurs dans la responsabilité des plateformes de caractérisation HF RFID et UHF RFID permettent de maintenir une attractivité forte auprès des partenaires. La participation à des actions de rayonnement est régulière (expertises de projets financés par l'ANR, expertise d'articles, membres de comités) avec une implication forte dans les responsabilités au sein des instituts ou formations pédagogiques.

La production scientifique peut être fortement améliorée compte tenu des recherches très applicatives.

En ce qui concerne le projet, l'objectif affiché est de mettre en place des partenariats pérennes avec le tissu industriel local tout en développant des compétences fortes en conception d'objets connectés. Les ressources dégagées dans la réalisation de projets ou prestations répondant à des problèmes industriels permettent d'investir dans des sujets plus amonts. Dans le même temps, l'équipe investit dans une recherche prospective en répondant à des attentes technologiques actuelles à travers la conception d'antennes multistandard RFID/BLE/Bluetooth ou le développement d'objets communicants pour des applications telles que la 5 G.

Points faibles et risques liés au contexte

Le souhait de l'équipe d'aller en plus vers des applications santé est risqué si des collaborations avec d'autres équipes de l'unité ne sont pas engagées.

Le comité relève l'absence de chercheurs invités ou de stagiaires et post-doctorants au cours de la période (4 post-doctorants dans le dernier quinquennal).

La production scientifique, bien que de très bonne qualité, est restée au même niveau quantitatif (29 publications ACL et ACTI) que lors du bilan précédent.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de poursuivre l'implication des chercheurs dans les projets industriels pour investir dans des recherches plus en amont tout en veillant à leur positionnement.

Il préconise de renforcer la participation dans les projets financés par l'ANR et d'améliorer la production scientifique pour permettre l'accueil de chercheurs invités et ainsi d'engager des collaborations de recherche au niveau international.

Équipe 18 : Conception de circuits et systèmes intégrés (CCSI)
 Nom du responsable : M. Valentin GIES

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe CCSI développe trois axes de recherche autour de la conception de circuits et de systèmes intégrés destinés à des applications basse consommation pour les objets connectés : architectures d'émetteurs-récepteurs radiofréquence, interfaces analogiques et mixtes BF reconfigurables, et circuits dédiés aux applications médicales et biomédicales. Ses activités de recherche sont menées sur deux sites, l'un sur le Technopôle de Château Gombert (Marseille) avec sept chercheurs permanents et l'autre sur Toulon (ISEN et UTLN) avec trois chercheurs. L'équipe s'appuie sur la plateforme IO-Lab (Intelligent Object Laboratory) du département ACSE.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent rapport pointait quelques recommandations dont :

- L'équipe doit veiller à trouver un juste équilibre entre l'activité menée dans le cadre de recherches industrielles et celle dédiée aux travaux de recherche amont afin d'élaborer une stratégie de recherche à long terme. Pour cela, l'équipe débute une activité exploratoire autour des réseaux corporels utilisant la technologie HBC (Human Body Communication) afin de réduire la consommation énergétique, mais également des recherches autour des temps de propagation de groupes négatifs (NGD) en technologie CMOS.
- L'équipe CCSI pourrait publier davantage ses résultats dans des revues de premier plan. Un effort important a été réalisé sur la qualité et la publication de productions scientifiques dans des revues internationales de premier rang de l'IEEE avec vingt-trois publications de rang A.
- Accroître les collaborations à l'international. L'équipe a tissé plusieurs collaborations internationales par le biais de projets collaboratifs comme un projet de collaboration internationale (PCRI) financé par l'ANR avec l'Université de Paderborn et l'Institut Fraunhofer ENAS en Allemagne, le projet TASSIL avec l'université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene USTHB en Algérie qui a donné lieu à une thèse en cotutelle, ou des co-directions de thèses comme avec l'Universidade Federal do Paraná (Brazil) et l'Université Libanaise. L'équipe a accueilli aussi un chercheur invité dans le cadre d'une collaboration avec l'Université de Nanjing (Chine). Pour renforcer encore cette dynamique, l'équipe a participé à la construction de trois projets européens qui n'ont malheureusement pas été financés.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	3
Maîtres de conférences et assimilés	7
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	5
Sous-total personnels permanents en activité	15
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	8
Sous-total personnels non permanents en activité	9
Total personnels	24

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe CCSI a un savoir-faire et une compétence de haut niveau dans la conception de circuits intégrés mixtes basse consommation et notamment de circuits radio à haute efficacité énergétique (radio impulsionnelle ultralarge bande UWB) et la synthèse de fréquences. La maîtrise du prototypage rapide de systèmes complexes permet à l'équipe de tisser des liens forts avec des partenaires industriels et académiques du bassin local national et international pour développer ses trois thématiques de recherche. L'activité de recherche est productive en termes de projets et répond à des besoins industriels clairement identifiés, mais aussi de publications (54 AICL, 1 OS, 79 CICL, 5 brevets, 12 communications, 2 conférences invitées) dans la période de référence. Un thème nouveau est apparu sur la e-santé avec en particulier un focus sur l'intelligence artificielle embarquée basse et ultra-basse consommation. Le champ d'étude et applicatif est innovant et très prometteur. L'intégration de personnel consacré à ce thème est judicieuse.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe CCSI a un positionnement scientifique général clair et cohérent avec des solutions innovantes bien valorisées.

La production scientifique de l'équipe est très satisfaisante tant en termes quantitatifs que qualitatifs. Le nombre de publications est en augmentation (près de 134 publications dans des revues et conférences internationales) et cinq brevets. Le comité note également treize thèses soutenues, sept thèses en cours et deux HDR.

L'équipe a su s'adapter suite à des mouvements de chercheurs (deux départs et deux arrivées).

Le rayonnement et l'attractivité de l'équipe sont très importants avec la participation à des présidences de commissions ANR, expertises et éditions de revues scientifiques, organisations de sessions de conférences, membres de jurys de thèse, CNU, plusieurs distinctions et autres interactions avec les acteurs socio-économiques. Enfin, il est à noter la forte implication des enseignants-chercheurs dans les formations à tous les niveaux de responsabilités. Les activités de valorisation et de vulgarisation sont également parfaitement identifiées. Tout ceci traduit la reconnaissance de l'excellence des compétences des membres de l'équipe. Le comité souligne l'effort d'ouverture entrepris à l'international avec des collaborations dans le cadre de thèses avec le Brésil, l'Algérie et le Liban, un projet invité avec la Chine et un projet financé par l'ANR avec l'Allemagne, mais également au niveau national avec des encadrements de thèse avec Grenoble (CEA, RFIC Lab) et Marseille (APHM) et enfin des collaborations industrielles avec STMicroelectronics, Edge technologies et Witmonki. Enfin, trois contrats financés par l'ANR ont été conduits permettant de donner une assise financière très suffisante pour conduire les activités de recherche de l'équipe.

Points faibles et risques liés au contexte

L'activité de recherche de l'équipe CCSI répond essentiellement à des besoins industriels du moment. Le risque serait de capitaliser quasi exclusivement sur les compétences techniques déjà acquises par l'équipe et de ne pas mettre suffisamment l'accent sur des recherches plus exploratoires et à plus faible maturité technologique.

L'équipe s'est attaquée aux problématiques de l'adéquation matérielle logicielle relative à la l'intelligence artificielle embarquée avec comme objectif de faire sauter les verrous sur la consommation d'énergie des accélérateurs matériels en proposant des solutions à base de circuits analogiques et mixtes, mais également a construit une nouvelle thématique sur la e-santé.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le rayonnement et l'attractivité de l'équipe au niveau national sont toujours très satisfaisants tandis que les collaborations internationales tissées récemment sont prometteuses. La prospective est clairement établie. L'équipe a décidé de ne plus mentionner la thématique e-santé pour ouvrir ses champs applicatifs, ce qui semble très raisonnable. L'utilisation de l'IA embarquée dans les développements de prototypes doit être bien positionnée par rapport aux travaux dans le domaine et bien s'articuler avec l'implication des autres équipes sur le sujet.

Bien que toutes les nouvelles activités proposées par l'équipe soient très intéressantes et pertinentes, il serait indispensable de renforcer l'équipe de compétences disciplinaires ciblées sur ces thématiques et idéalement d'engager une thèse sur cette activité.

Équipe 19 : Mémoire (MEM)

Nom des responsables : M. Hassen AZIZA et M. Marc BOCQUET

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Mémoires (MEM) située à château Gombert et basée sur la plateforme IOLAB de l'IM2NP s'occupe de solutions mémoires à tous les stades de maturité.

L'équipe utilise une approche globale des dispositifs électroniques de mémorisation, allant des matériaux fonctionnels aux circuits mémoires en passant par les dispositifs mémoires isolés ou matricés. Les thèmes de recherche de l'équipe se concentrent sur la fiabilité, l'optimisation et la sécurité des mémoires non volatiles ainsi que sur le développement de solutions innovantes à base de mémoires émergentes.

Ces recherches visent à améliorer l'efficacité énergétique des applications liées à l'informatique cognitive ou bio inspirée.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les précédentes recommandations encourageaient : le renforcement sur les appels européens en s'appuyant sur son vaste réseau industriel ; de maintenir un bon équilibre entre recherche amont et appliquée ; de proposer des candidats au concours CNRS ; d'augmenter les synergies au sein du département et des équipes ; de consolider les échanges avec les partenaires étrangers

Le renforcement à l'international a bien été suivi avec la mention de trois projets européens depuis 2019, ce qui contribue également à développer les partenariats étrangers.

L'équilibre entre recherche amont et appliquée est bien maintenu avec une première thématique sur la fiabilité, l'optimisation et la sécurité des mémoires non volatile plus appliquée et une deuxième thématique sur le développement de solutions innovantes à base de mémoires émergentes plus prospective.

Bien que difficile, le recrutement de chercheurs CNRS dans l'équipe n'a pas eu lieu. L'équipe a accueilli deux nouveaux MCF pour faire face aux départs de trois permanents (deux promotions et un départ en retraite).

L'équipe MEM a su augmenter les synergies au sein du département avec d'autres équipes, grâce à des interactions avec les deux plateformes mutualisées (équipes RFID, MCI et l'ancienne équipe OPTO-PV).

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	6
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	10
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	3
Post-doctorants	1
Doctorants	13
Sous-total personnels non permanents en activité	17
Total personnels	27

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe MEM est très dynamique et active avec de nombreuses publications (44 ACL), brevets (9) et proceedings (79). Un autre signe de ce dynamisme est le nombre élevé de doctorants (14 thèses soutenues et 13 thèses en cours). Le réseau dense de collaborations académiques et industrielles couvre un vaste domaine géographique allant du local à l'international (Europe, USA, Moyen-Orient et Asie). Ce dynamisme, ce rayonnement et cette importante activité témoignent d'une réelle expertise à l'état de l'art sur la caractérisation, l'optimisation des mémoires du dispositif unique au système, en passant par le circuit.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe s'appuie sur un réseau dense de collaborations académiques et industrielles locales, nationales et internationales.

Ce réseau permet à l'équipe de lever d'importants fonds financiers avec un total net de ressources propres de 4 269 k€. L'origine des fonds est bien équilibrée avec des financeurs locaux (Amidex), régionaux, nationaux et européens.

Ces fonds permettent essentiellement le financement des salaires des nombreux doctorants recrutés dans l'équipe.

Points faibles et risques liés au contexte

Le nombre de permanents avec HDR dans l'équipe (cinq actuellement) est faible comparé au nombre de doctorants et post-doctorants (environ vingt doctorants et un post-doctorant pendant la période). Ce point soulève la question de l'accompagnement des non-permanents.

La présence dans les grands projets européens demeure encore timide.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de poursuivre la politique de recrutement pour le renforcement des effectifs de l'équipe en explorant toutes les possibilités qui se présentent (concours CNRS en identifiant et en soutenant de bons candidats, Chaire de Professeur Junior, chercheurs invités) ainsi que des postdoctorants.

Il encourage fortement les permanents de l'équipe à soutenir leur HDR afin de renforcer l'encadrement et l'accompagnement des nombreux doctorants.

Le comité préconise d'augmenter la participation à des appels européens en s'appuyant sur les nombreuses collaborations internationales et industrielles de l'équipe pour s'insérer dans des projets de plus grande envergure.

Enfin il propose la mise en place des prestations basées sur l'expertise de l'équipe (caractérisations et fiabilité des mémoires) pour l'ensemble des acteurs de la microélectronique en France et à l'étranger.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATE(S)

Début : 31 janvier 2023 à 08 h 30

Fin : 02 février 2023 à 18 h 30

Entretiens réalisés : en distanciel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Mardi 31 janvier 2023

8 h 30 10 h présentation bilan et trajectoire de l'unité
10 h 10 h30 Pause
10 h 30 11 h 30 présentation de l'équipe NANO
11 h 30 12 h 30 présentation de l'équipe MAG
12 h 30 13 h 30 pause
13 h 30 14 h 30 présentation de l'équipe MQT
14 h 30 15 h 30 présentation de l'équipe MNO
15 h 30 16 h pause
16 h 17 h présentation de l'équipe NOVA
17 h 17 h30 présentation du laboratoire commun LIMMEX
17 h 30 18 h 15 réunion à huis clos avec les personnels techniques et administratifs (ITA, BIATSS)
18 h 15 19 h réunion à huis clos avec les chercheurs et enseignants-chercheurs (permanents)

Mercredi 1^{er} février 2023

8 h 30 9 h 30 présentation d'Équipe NQS
9 h 30 10 h 30 présentation d'Équipe NS2E
10 h 30 11 h pause
11 h 12 h présentation d'Équipe NSRE
12 h 13 h présentation d'Équipe RDI
13 h 13 h30 pause r
13 h 30 14 h 30 présentation des plateformes NanoTechMat, IOLAB, SPRINT
14 h 30 15 h 30 présentation de l'équipe MCA
15 h 30 16 h 30 présentation de l'équipe μ TEN
16 h 30 17 h pause
17 h 18 h présentation de l'équipe ERFE
18 h 19 h présentation de l'équipe LUMEN-PV
19 h 19 h30 Réunion à huis clos avec les doctorants et les personnels non permanents

Jedi 2 février 2023

8 h 30 9 h 30 présentation de l'équipe IRM-PV
9 h 30 10 h 30 présentation de l'équipe MCI
10 h 30 11 h pause
11 h 12 h présentation de l'équipe STR
12 h 13 h présentation de l'équipe RFID
13 h 14 h Pause
14 h 15 h présentation de l'équipe CCIS
15 h 16 h présentation de l'équipe MEM
16 h 16 h30 pause
16 h 30 17 h 30 réunion à huis clos avec les tutelles
17 h 30 18 h 30 réunion à huis clos avec la direction de l'unité et le porteur de projet

POINTS PARTICULIERS À MENTIONNER

Le comité dans son ensemble regrette de ne pas s'être rendu physiquement sur les différents sites de l'IM2NP pour mieux se rendre compte de l'état et de l'occupation des différents bâtiments. Le comité tient cependant à souligner la qualité de l'organisation et des présentations et la rigueur sur le temps d'intervention qui ont permis autant que faire se peut une parfaite évaluation à distance.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Le Président de l'université

au

Département d'Évaluation de la recherche -
Hcéres

Objet : Observations de l'unité relatives au
rapport d'évaluation des experts Hcéres

N/Réf. : VPR/LS/AMS/CM – 23-07

Dossier suivi par : Cécile Merle

Tél : 04 13 94 95 90

cecile.merle@univ-amu.fr

Vos réf :

DER-PUR230023160 - IM2NP - Institut des matériaux, de microélectronique et des nanosciences de Provence

Marseille, le mardi 25 juillet 2023

Madame, Monsieur,

Je fais suite au mail que vous nous avez adressé le 20/06/2023 dans lequel vous me communiquiez le rapport d'évaluation Hcéres de l'Unité IM2NP - Institut des matériaux, de microélectronique et des nanosciences de Provence.

Comme demandé dans ledit mail, je vous fais part des observations de portée générale émises par l'unité:

Observations générales :

Le rapport fait apparaître une grande inhomogénéité des paragraphes intitulés « appréciation générale sur l'équipe » pour les différentes équipes de l'IM2NP, sur la forme comme sur le fond. Généralement développés en une dizaine de ligne, une telle appréciation-clé (apparaissant dans un encadré) est réduite à moins de deux lignes pour l'équipe MNO par exemple, ce qui semble particulièrement désinvolte eu égard à l'activité scientifique portée par cette équipe. Le comité et le HCERES auraient dû porter une plus grande attention à cet élément central du rapport d'évaluation.

Un problème dans l'évaluation globale de l'équipe MCA est manifeste, sans doute par manque d'un expert familier des thématiques portées par cette excellente équipe de recherche. Le rapport n'est pas du tout pertinent et comporte un grand nombre d'erreurs, d'approximations et de contre-vérités.

Équipe MCA

L'équipe MCA regrette l'absence d'un expert de son domaine de recherche dans le comité HCERES. A défaut d'un expert dans le comité, l'équipe MCA regrette que certains des éléments, pourtant précisés dans le bilan écrit de l'équipe, n'aient pas été pris en compte pour le rapport. De ce fait, une partie des commentaires émis par les rapporteurs sont partiellement erronés.

Comité HCERES : « Le précédent rapport mentionnait l'existence d'équipements de l'unité analogues aux configurations utilisées dans l'espace qui permettraient de réduire la dépendance de l'équipe aux grands instruments. Cette proposition n'a pas été mise en œuvre ».

Réponse : Au cours du dernier quadriennal, l'équipe a développé deux nouveaux dispositifs mentionnés dans le rapport et destinés à réduire la dépendance de l'équipe vis-à-vis de l'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) ou des plateformes microgravité :

- *SFINX (Solidification Furnace with IN-situ X-radiography)* : clone du dispositif XRMON-GF destiné à l'étude de la solidification d'alliages métalliques que l'équipe avait développé pour des expériences en fusée-sonde,

- *ECODIS (Experimental setup for CONfined DIrectional Solidification)* : dispositif destiné à l'étude en lames minces de matériaux organiques transparents. Ce dispositif se rajoute au dispositif DECLIC-Labo, clone du dispositif DECLIC-DSI installé dans la station spatiale internationale, et est destiné à l'étude d'échantillons cylindriques massifs d'alliages organiques transparents.

Comité HCERES : « Au niveau des liens internationaux avec des groupes prestigieux, le comité ne note aucune évolution par rapport à la précédente évaluation ».

Réponse : Cette remarque nous semble mal formulée. Dans la mesure où l'équipe MCA collabore déjà avec des groupes parmi les plus « prestigieux » du domaine (en France et à l'international), il est relativement difficile de faire évoluer ce point. Cependant, une analyse comparative des collaborations internationales montre des collaborations nouvelles avec le Japon (Pr. Fujiwara, Institute of Materials Research, Tohoku University), la Norvège (Pr. Di Sabatino, NTNU, Norwegian University of Science and Technology), le Brésil (Pr. Spinelli, Universidade Federal de Sao Carlos) et l'Algérie (Pr. Benoudia, Ecole Nationale Supérieure des Mines et Métallurgie, Annaba) par rapport au quadriennal précédent.

Comité HCERES : « La recherche appliquée a en revanche été développée grâce à l'arrivée d'un nouveau chargé de recherche sur les alliages transparents ».

Réponse : Le recrutement du Dr Mota (CR CNRS), dont nous nous félicitons, renforce la partie "Recherche Fondamentale" de l'équipe et aucunement le volet "Recherche appliquée". Il semblerait qu'il y ait une certaine confusion.

Comité HCERES : « Points forts et possibilités liées au contexte

La position de l'équipe est bien équilibrée, malgré une attractivité envers les chercheurs au plan international modeste ».

Réponse : La signification de ces deux phrases n'est pas claire pour les membres de l'équipe. Quel argument factuel indique que l'attractivité de l'équipe au plan international est modeste ? A quel domaine d'attractivité les rapporteurs font-ils référence ? L'équipe n'a pas cette sensation compte tenu des nombreuses demandes de collaborations qu'elle reçoit venant de l'étranger.

Comité HCERES : « L'équipe a fait un effort de vulgarisation et de diffusion de la culture scientifique en particulier envers les jeunes (écoles, collèges, lycées) ».

Réponse : L'équipe MCA a une grande implication volontaire dans des activités variées de diffusion de la culture scientifique envers les jeunes et le grand public. Dire que « l'équipe a fait un effort » est dévalorisant pour tous les membres de l'équipe fortement impliqués dans ces activités.

Comité HCERES : « L'implication de l'équipe dans des projets nationaux pendant la période d'évaluation est importante, mais plus faible implication au niveau européen ».

Réponse : Au niveau européen, les projets faisant appel à la microgravité sont soutenus par l'Agence Spatiale Européenne (ESA). L'équipe est impliquée dans 2 projets européens financés par l'ESA depuis une vingtaine d'années : CETSOL (Columnar-to-Equiaxed Transition during Solidification processing) et XRMON (X-ray Monitoring of advanced metallurgical processes). Ces projets font intervenir les équipes européennes les plus en pointe du domaine.

Pour la partie « Croissance du Silicium », l'ANR CrySaLID coordonnée par l'équipe pendant le quadriennal impliquait trois équipes européennes (deux norvégiennes et une suédoise).

Comité HCERES : « Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe MCA a su renouveler une partie de ses thématiques de recherche, mais reste très dépendante à l'accès aux équipements internationaux majeurs ».

Réponse : Effectivement, les thèmes de recherche de l'équipe et ses compétences sont liés à l'utilisation des grands équipements : synchrotron et plateformes en microgravité. C'est une force et une faiblesse à la fois.

Une force car l'équipe MCA est un des rares groupes combinant ces deux grands équipements pour l'étude des mécanismes de solidification, ce qui en fait une spécificité unique de l'équipe. Ces grands équipements offrent des conditions expérimentales originales et pertinentes pour l'étude de ces mécanismes qu'il n'est pas possible d'obtenir en laboratoire. De plus, l'équipe a su accéder régulièrement à ces équipements très demandés pour mener à bien ses recherches.

Une faiblesse car l'équipe est évidemment dépendante de l'accès à ces grands équipements. Ce risque est connu de l'équipe. C'est pour cette raison qu'elle a développé des dispositifs de laboratoire (voir remarque précédente sur ce sujet), pour pallier les absences d'expériences en microgravité. Par ailleurs, l'équipe a développé une activité importante concernant la croissance du silicium pour les applications photovoltaïques qui est indépendante des programmes de microgravité.

Comité HCERES : « Si les financements nationaux et l'organisation de l'équipe (achats mutualisés) permettent un fonctionnement satisfaisant, le comité relève un faible nombre de financements sur projets européens et de financements industriels ».

Réponse : L'équipe ne comprend pas ce que signifie « fonctionnement satisfaisant ».

Pour le financement sur projets européens : voir commentaire sur « l'implication dans les projets européens » ci-dessus.

Comité HCERES : « L'équipe va devoir faire face à deux départs à la retraite. Elle a fait le choix, si un seul de ces départs est remplacé, de prioriser un profil expérimentateur alors que les simulations numériques sont devenues un vrai point fort de l'équipe ».

Réponse : Le point fort principal de l'équipe MCA, pour lequel elle est reconnue internationalement, est l'ensemble des travaux de recherche basés sur des expériences de solidification /cristallogénèse avec observation in situ et en temps-réel qu'elle réalise. Par conséquent, l'équipe a choisi, si un seul de ces départs était remplacé, de privilégier le potentiel humain dans la partie expérimentale. Le volet « simulations numériques » est réalisé en interne par le Pr. Jean-Marc Debierre et en externe par le biais de plusieurs collaborations avec les groupes les plus avancés dans ce domaine (A. Karma de Northeastern Univ., Boston, Dr. Ch-A Gandin du CEMEF, Sophia-Antipolis, entre autres). L'équipe aurait voulu continuer de développer des travaux de simulations en interne avec, par exemple le recrutement d'un CR CNRS. L'équipe a d'ailleurs déjà présenté un candidat sur ce sujet au concours du CNRS sans succès. Dans le contexte actuel, ce recrutement semble très incertain.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Comité HCERES : « Malgré un travail de qualité, le comité recommande l'acquisition d'équipements de laboratoires analogues aux configurations dans l'espace pour ne pas dépendre uniquement des grands instruments pour les recherches en microgravité ».

L'équipe a déjà fait ce travail au cours du dernier quadriennal avec les deux dispositifs SFINX (Solidification Furnace with IN-situ X-radiography) et ECODIS (Experimental setup for CONfined DIrectional Solidification) en complément de DECLIC-SOL.

Comité HCERES : « Le comité préconise aussi le maintien de compétences concernant les simulations numériques par des recrutements et d'augmenter le nombre de projets industriels et européens ».

Nous ne pouvons qu'être d'accord avec ces préconisations mais le maintien des compétences dépend de la politique de nos tutelles (Université et CNRS). L'augmentation de projets industriels est effectivement souhaitable mais requiert le maintien du potentiel chercheur.

Equipe NSRE

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

- Suite à la scission de l'ancienne équipe NSEE, certaines remarques ne concernent pas notre équipe, telle que le Stockage de l'énergie, effet piezoélectrique, ...
- Microscopie : Pas de plateforme à l'IM2NP (plutôt participation au centre CP2M/AMU). Il est important de noter que l'accès au Titan est payant. Le coût de fonctionnement du MET/NSRE est de 5k à 6k € /an. C'est l'équivalent de 8 jours d'utilisation du Titan et restent insuffisant pour les besoins de l'équipe (sans compter le volet formation des doctorants).
- Les liens avec Marseille se concrétisent par des collaborations inter-équipes/inter-département. Ces collaborations (inter-équipes et inter-départements) ont été amorcés avec des stages (Master II) financés par les axes transverses.
- Nous ne comprenons pas le point suivant : *bien évaluer les risques concernant la nanostructuration et ses conséquences sur les propriétés de conduction ionique.*

Dans le cadre des travaux sur la catalyse du méthane, nous avons menés des études fondamentales sur le rôle de la conduction ionique (voir mixte) et de la nanostructuration. Or la notion de risque n'a pas été proposée !

ÉVALUATION

Points forts et possibilités liées au contexte

- Partie catalyse complètement ignorée. L'oxydation du méthane et photocatalyse constituent une part importante de nos applications (voir production).

Points faibles et risques liés au contexte

- La production scientifique de l'équipe a été fortement impactée par la scission de l'ancienne équipe (NSEE en 2018) avec l'arrêt de certains équipements et le réaménagement de nouveau locaux (réception de salle de chimie en septembre 2021 et la salle d'analyse gaz en novembre 2022). Sans compter l'impact psychologique, l'équipe a travaillé dans des conditions matériellement dégradées pendant une durée de deux à trois ans.

Depuis janvier 2023, la production est de 7 articles acceptés et 4 soumis.

- ... la charge d'un appareil de microscope électronique à transmission, ...

Grace aux projets financés par la région et les collectivités locales, nous avons assumé la jouvence du MET (Bloc informatique 21k€) et acquis une nouvelle caméra HD (145 k€).

Equipe NOVA

L'équipe NOVA remercie le comité HCERES pour son évaluation avisée des thématiques pluridisciplinaire de l'équipe. L'analyse des résultats est certainement très complexe et leur transmission à l'oral durant une visioconférence n'a certainement pas facilité leur compréhension. En particulier, si l'on considère que les thématiques de l'équipe vont de la chimie sol-gel des oxydes métalliques nano-poreux, à la microélectronique/photonique silicium-germanium, en passant par les réseaux organiques conducteurs moléculaires bi-dimensionnels et les matériaux 2D semiconducteurs, un effort substantiel d'analyse des résultats aurait certainement été requis pour les appréhender toutes, ce qui entraîne un certain nombre d'erreurs factuelles voire d'incohérences. Il est en particulier recommandé : « à l'équipe NOVA ... de renforcer les liens avec les industriels ». Comme souligné par le comité quelques lignes plus haut, les liens avec les industriels sont très (trop ?) importants et pérennes. L'équipe a en effet eu divers projets de collaborations et/ou de prestation de service sur la thématique des semiconducteurs SiGe avec STMicroelectronics Crolles, ST Rousset, XFAB et Orsay Physics (Nano 2017, FUI). Un industriel était aussi impliqué dans le projet sur la thématique semiconducteurs (démouillage SiGe). De plus, il y a eu différentes thèses CIFRE (3 actuellement pour 2 habilités) et 3 nouvelles vont débiter en septembre-octobre (6 CIFRE pour 2 habilités). Il y a eu aussi 200k€ de prestation de service sur le bâti 8 pouces avec XFAB ; activité qui a par ailleurs permis de faire recruter 5 de nos étudiants/post-doc chez XFAB durant le quinquennat. En parallèle deux enseignants chercheurs de l'équipe (sur 4 EC) ont fondé une start-up durant le quinquennat, comme recommandé par le précédent comité (avec donc le départ de ces deux agents non remplacés); un chercheur et un ingénieur étaient impliqués dans des tâches d'administration de la recherche pour le CNRS (comité national et comité scientifique de l'INP respectivement).

Pour toutes les plateformes

Nous regrettons que les plateformes n'aient pas reçu de rapport d'évaluation individuel alors qu'ont été fournis au comité : un document bilan - un document projet - des éléments de réponse à des demandes de précision par le comité suite à sa lecture des documents bilans et enfin une présentation orale lors de la visite pour certaines d'entre elles.

Vous souhaitant bonne réception des présentes,

Je vous prie de croire, Madame, Monsieur, l'expression de mes respectueuses salutations.

Eric BERTON



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

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



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

hceres.fr

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

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

