



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

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :

Groupe d'Étude de la Matière Condensée

GEMaC

sous tutelle des

établissements et organismes :

Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines -

UVSQ

Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS



Décembre 2013



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

Section des Unités de recherche

*Pour l'AERES, en vertu du décret du 3  
novembre 2006<sup>1</sup>,*

- M. Didier HOUSSIN, président
- M. Pierre GLAUDES, directeur de la section  
des unités de recherche

*Au nom du comité d'experts,*

- M. Jean-Pierre NOZIERES, président du  
comité

---

<sup>1</sup> Le président de l'AERES « signe [...], les rapports d'évaluation, [...] contresignés pour chaque section par le directeur concerné » (Article 9, alinea 3 du décret n°2006-1334 du 3 novembre 2006, modifié).



# Rapport d'évaluation

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.

Nom de l'unité : Groupe d'Étude de la Matière Condensée

Acronyme de l'unité : GEMaC

Label demandé : UMR

N° actuel : 8635

Nom du directeur  
(2013-2014) : M. Niels KELLER

Nom du porteur de projet  
(2015-2019) : M. Niels KELLER

## Membres du comité d'experts

Président : M. Jean-Pierre NOZIERES, Spintec, Grenoble

Experts : M. Thierry AMAND, LPCNO, Toulouse

M. Régis ANDRE, Institut Néel, Grenoble (représentant du CoNRS)

M. Christian BROSSEAU, Lab-STICC, Brest (représentant du CNU)

M. Hervé CAILLEAU, IPR, Rennes

M<sup>me</sup> Maryline GUILLOUX-VIRY, SCR, Rennes

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Serge BOUFFARD

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

M. Fethi BEN OUEZDOU, UVSQ

M. Giancarlo FAINI, CNRS - INP

M<sup>me</sup> Chantal LARPENT (représentante de l'École Doctorale n°539)



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

URF de Sciences, Bâtiment Fermat, 45 avenue des États-Unis, 78035 VERSAILLES.

### Équipe de direction

Directeur : M. Niels KELLER.

Bureau de Direction : M<sup>me</sup> Danièle AUPETIT-OCHIN, M. Kamel BOUKHEDDADEN, M. Alain LUSSON.

### Nomenclature AERES

ST2

### Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	12	12
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	6	6
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	18	17
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		2
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>39</b>	<b>38</b>

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	11	
Thèses soutenues	15	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	7	
Nombre d'HDR soutenues	4	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	9	11



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

Le GEMaC est un laboratoire de recherches fondamentales et appliquées sur la physique / physico-chimie des matériaux. Il s'appuie sur un socle de compétences très solide en élaboration des matériaux et en caractérisation physique avancée. Dans ces domaines, c'est un des meilleurs laboratoires nationaux. Il est clairement positionné à l'amont de la recherche, sur des sujets de TRL (Technology Readiness Level) assez bas.

Le GEMaC résulte de la fusion de deux unités, localisées sur deux sites différents. Ce projet difficile a été mené avec brio par l'équipe de direction actuelle et conduit aujourd'hui à une structure solide, avec des personnels motivés et un environnement stable. La structuration en cinq équipes dont l'activité encore relativement disjointe est héritée du passé, ne nuit pas à la qualité de la recherche qui se situe au meilleur niveau international. C'est un laboratoire qui a réussi sa mue mais se cherche encore un peu à la fois pour son positionnement dans l'UPSa (Université de Paris-Saclay) et dans sa vision stratégique globale (au-delà des équipes individuelles) à moyen / long terme.

### Points forts et possibilités liées au contexte

- socle de compétences en croissance et caractérisation des matériaux qui sert parfaitement les projets de recherche actuels, et qui permet de regrouper les équipes sous une communauté de compétences et d'intérêts ;
- expertise en physique de base (développements expérimentaux, modélisation, théorie) ;
- dynamique liée à un nouveau départ et cohésion des équipes suite aux difficultés rencontrées dans le déménagement ;
- personnel chercheurs et enseignants-chercheurs de qualité, alliant compétences, implication et capacité à prendre des risques sur des sujets originaux ;
- production scientifique de qualité et bonne reconnaissance de la communauté internationale. Pas de non-produisant ;
- équipes techniques jeunes et motivées, organisées en groupes de support transverses, qui forment un socle solide assurant la stabilité et l'unité du laboratoire ;
- très bonne intégration dans l'USVQ, que ce soit dans les filières d'enseignement, dans l'école doctorale ou avec les autres laboratoires du site ;
- expertise en matériaux (au sens large) reconnue permettant un positionnement clair au sein de l'UPSa ;
- la coopération croissante avec l'unité de chimie ILV, dont l'outil principal est la fédération de recherche Institut Lavoisier Franklin (ILF), renforce encore ce positionnement des sciences de la matière à Versailles.

### Points faibles et risques liés au contexte

- empreinte à l'international trop faible en raison de la (quasi) absence de participation à des projets collaboratifs internationaux au-delà de la « zone de confort » de partenariats personnalisés ;
- ressources financières hors dotation des tutelles trop faibles, surtout compte tenu de la baisse prévisible de l'ANR et des dotations FEI ;
- personnels n'ayant pas encore pleinement intégré l'évolution des structures de la recherche et de la nécessité de trouver des financements à l'extérieur ;
- manque d'interactions scientifiques entre les équipes thématiques, avec en corollaire un fonctionnement opérationnel en entités indépendantes ;
- valorisation encore marginale, hormis quelques opérations isolées, comme celle sur les tests de fiabilité des composants de puissance ou le développement d'un micropropulseur plasmique ;
- positionnement à l'UPSa encore flou, avec une forte crainte des personnels ;
- pas assez d'HdR, ainsi que nombre limité de doctorants, surtout dans certaines équipes.



## Recommandations

- renforcer les recettes externes de l'unité par la participation (proactive) à des projets de recherche financés par des organismes extérieurs, en particulier le programme européen H2020 ;
- mettre en place les partenariats clés permettant à la fois de construire un écosystème collaboratif sur le long terme (pour le montage de projets financés) et d'intégrer les compétences complémentaires, en particulier pour d'éventuelles actions de valorisation ;
- définir un objectif commun à cinq ans conduisant à une vision globale partagée par l'ensemble des équipes thématiques. Mettre en place au moins un projet phare collaboratif inter-équipes ;
- ne pas être passif vis à vis de l'UPSa. Définir le positionnement du laboratoire de façon claire, se placer en acteur complémentaire des autres partenaires et imposer cette vision.



### 3 • Appréciations détaillées

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le GEMaC regroupe cinq équipes de recherche sur des sujets relativement disjoints, qui se retrouvent dans leur positionnement autour d'une expertise forte en élaboration de matériaux modèles et dans leur caractérisation fine. Trois groupes sont directement impliqués sur des problématiques de développement de matériaux pour des applications bien identifiées (*équipes « Diamant pour l'électronique », « Nouveaux Semi-conducteurs et Propriétés », « Magnétisme de Systèmes Nanométriques »*) et deux groupes se situent plus en aval sur la mise en évidence de phénomènes physiques utilisant des matériaux spécifiques (*équipes « Optique à l'Echelle Nanométrique » et « Solides Moléculaires Commutables »*). Chaque équipe a son positionnement propre dans son écosystème, lequel sera détaillé dans l'analyse équipe par équipe, mais toutes contribuent de façon significative à la production scientifique et au rayonnement du laboratoire.

Le socle commun du laboratoire est une maîtrise au meilleur niveau mondial de l'élaboration de matériaux « parfaits », en témoigne l'avancée majeure dans le domaine de l'homo-épitaxie du diamant dopé n - résultat rendu possible grâce à la combinaison d'une excellente compréhension des mécanismes de croissance et de la maîtrise parfaite des procédés mis en œuvre. On peut aussi citer la croissance de nanostructures semi-conductrices cœur-coquille, la croissance par dépôt laser pulsé d'oxydes magnétiques à la fois semi-conducteurs et magnétiques, ... Ces résultats placent le laboratoire parmi les leaders mondiaux en physicochimie des matériaux et assurent une grande partie de son rayonnement et des collaborations externes associées.

Parallèlement, le GEMaC a aussi développé une expertise forte en instrumentation physique de pointe : microscopie optique de champ proche, mesures de transport, mesures spectroscopiques... Cette compétence est mise au service d'études dans le domaine de la physique des matériaux avancés, avec des résultats très originaux obtenus grâce au triptyque matériau de qualité - instrumentation de pointe - compréhension fine de la physique sous-jacente. L'observation directe et le contrôle de la dynamique du front de transformation lors d'une transition de spin dans un monocristal, une première mondiale, illustre la puissance de cette approche. Si le GEMaC est moins reconnu à l'extérieur dans ce domaine de compétence, cela n'en reste pas moins une de ses forces qu'il doit continuer à développer et promouvoir.

Une discussion exhaustive des différents projets de recherche et des résultats obtenus serait trop fastidieuse. A ce stade, contentons-nous de dire que le travail mené au laboratoire se situe pour partie en rupture (cf. l'activité sur le diamant, les nanostructures à coquille épaisse, les transitions de spin...) et pour partie en continuité de l'effort international, avec un souci d'approche et/ou d'éclairage original des sujets abordés (le travail sur oxydes magnétiques, le ZnO, les nanostructures semi-conductrices...). C'est globalement une recherche de grande qualité, avec une bonne production scientifique, bien reconnue par la communauté internationale (308 publications dont 16 dans des journaux à très fort impact, 35 conférences invitées). Il n'y a pas eu de ralentissement dans la production scientifique associée à la période difficile du déménagement, en partie grâce à la quantité de matériaux et de projets « en stock » au début de cette phase transitoire.

Il n'y a pas de non-produisant parmi les chercheurs du laboratoire et nombreuses sont les collaborations avec des groupes du monde entier parmi les meilleurs, même si on peut regretter la quasi-absence de participation à des consortiums de recherche peut être plus compétitifs (et donc potentiellement plus à même de pousser les chercheurs vers l'avant) que de simples accords bilatéraux.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le GEMaC est bien intégré dans l'écosystème local et régional avec un positionnement clair et reconnu d'expert en matériaux, principalement pour la synthèse de matériaux, mais également plus récemment comme une plateforme d'analyse chimique/électronique des matériaux - en témoigne la mise à disposition d'outils uniques comme le nouveau spectromètre SIMS... Le rapprochement avec l'ILV, pertinent au regard des forces existantes et du tissu industriel local, pourrait permettre d'accroître plus encore le périmètre et l'impact des activités de recherche concernées. Les deux unités sont d'ores et déjà réunies dans la fédération ILF propice au renforcement des collaborations.



Ce positionnement comme centre d'expertise en matériaux permet au GEMaC de se positionner en complément des laboratoires de physique du solide du plateau de Saclay, plutôt axés sur la physique du solide et/ou les dispositifs, lui confère une reconnaissance naturelle et lui permet de trouver sa place dans la future Université de Paris-Saclay (UPSa). A ce titre, il faudra veiller à obtenir, malgré l'éloignement géographique, une reconnaissance pleine et entière pour exister en tant qu'acteur majeur de l'UPSa et, par ricochet, permettre à l'UVSQ de garder une activité de recherche forte. La direction du GEMaC devra mettre tout le dynamisme nécessaire dans cette opération, en renforçant ses bases, en tissant les bonnes collaborations et en veillant, tout en ouvrant ses recherches au-delà de la simple synthèse des matériaux, à ne pas trop se disperser thématiquement.

L'empreinte du GEMaC dans les projets collaboratifs nationaux, que ce soient des ANR qui apportent un financement de fonctionnement et d'équipement, des groupements de recherche (GdR) qui sont l'agora d'une communauté, ou même, lorsque cela est pertinent, de gros projets applicatifs comme les FUI (fonds unique interministériel) ou les projets Carnot, est bonne. Des partenariats récurrents existent avec certains laboratoires (UMR Thalès, IEF...), signe d'une bonne complémentarité et d'une appréciation mutuelle. Les cadres du laboratoire n'hésitent pas à prendre des responsabilités dans ces projets et/ou structures.

Inversement, à l'échelle internationale, bien que de nombreuses collaborations bilatérales existent dans le cadre de programmes d'échanges courts (et peu financés), le laboratoire est quasiment absent des consortiums de recherche internationaux, en particulier des projets européens. Ce positionnement est extrêmement dangereux, tant pour le court terme (financements dans une perspective de décroissance des moyens de l'ANR), que pour le long terme (perte de compétitivité, marginalisation des activités).

Il est primordial que le laboratoire reprenne pied sur l'Europe, pour (i) sécuriser ses moyens financiers (ii) permettre à ses personnels de se confronter aux meilleurs et ainsi se projeter vers l'avant (iii) obtenir une visibilité au-delà de la sphère nationale. Maintenant que l'assise du laboratoire est bien en place, que les activités redémarrent, le GEMaC doit se positionner dans la compétition internationale et sortir de la zone de confort d'un financement par son écosystème local.

Les personnels permanents du laboratoire sont présents dans les conférences scientifiques nationales et internationales, avec de nombreuses invitations, et participent régulièrement à l'organisation d'évènements. Ils sont également actifs dans la direction éditoriale des revues scientifiques et participent à l'expertise de projets nationaux. Tout ceci reflète leur compétence et la reconnaissance de leurs pairs.

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

Le GEMaC se définit lui-même comme un « laboratoire de recherches fondamentales et appliquées sur la physique / physicochimie des matériaux pour les STIC du futur ». Ce positionnement affirmé, s'il est politiquement correct, semble néanmoins un peu optimiste eut égard aux activités réelles du laboratoire. Quand bien même l'activité du GEMaC est focalisée pour partie sur des thématiques à fort potentiel applicatif (microélectronique, spintronique, photonique), le laboratoire reste un laboratoire de recherche fondamentale, avec des activités très en amont dans l'échelle du développement technologique (Technology Readiness Level - TRL).

Ce commentaire n'est pas nécessairement une critique dans la mesure où le GEMaC accepte son positionnement et noue les partenariats ad-hoc pour valoriser son travail. Pour être actif dans ce domaine et aboutir à une empreinte significative, le laboratoire va devoir mettre en place quelques partenariats clés, idéalement avec des industriels du secteur ou des centres de technologie, à minima avec des laboratoires de recherche positionnés plus en aval, sur des projets clairement applicatifs sur lesquels il pourra apporter son expertise très pointue. Cela impliquera pour les chercheurs d'accepter de « se mettre au service » des applications et - peut-être - de laisser le leadership de certains projets aux technologues.

Le potentiel applicatif du laboratoire est réel, en témoignent les actions menées par le passé avec le CEA sur l'électronique diamant et sur l'éclairage utilisant des nanostructures de ZnO, la prise de brevet et la réalisation d'un démonstrateur de micro-propulseur pour le spatial et les partenariats avec les équipementiers autour de la synthèse des matériaux. La direction et les chercheurs ont pris conscience de l'intérêt (et la nécessité) de se coupler vers les applications, il faut maintenant aller plus loin et mettre en place un ou plusieurs projets phares.

Le nouvel axe de recherche autour de la fiabilité des composants électroniques de puissance, en partenariat avec l'IFSTAR et pour lequel le GEMaC apporte son expertise en caractérisation des matériaux est un exemple de ce qui peut être fait. Cette activité, en lien direct avec le monde industriel et ses problématiques, répond à un vrai défi applicatif et la compétence du laboratoire apporte un éclairage unique.





Cependant, l'activité, reste relativement marginale par rapport aux autres axes du laboratoire, la majorité des études étant conduites à l'extérieur (sur le site de l'IFSTAR) avec des interactions avec les autres chercheurs minimales (et n'ayant pas réellement vocation à croître). Le laboratoire, en particulier les équipes « diamant », « nanostructures » et « magnétisme » pourraient s'investir au-delà de cette opération opportuniste.

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

Le GEMaC est une unité mixte UVSQ / CNRS qui résulte de la fusion de deux anciennes unités indépendantes. Si cette fusion était déjà amorcée administrativement dans la mandature précédente, le chantier du regroupement de toutes les équipes sur un même lieu, seul à même de créer sur le long terme une culture commune et une réelle communauté de moyens et d'objectifs, restait à mettre en œuvre. C'était l'objectif principal du quadriennal, avec une opération immobilière à mener à bien et le déplacement de l'ensemble des équipes dans de nouveaux locaux, incluant la totalité des moyens expérimentaux.

Dans un environnement complexe et malgré des difficultés non imputables au laboratoire sur l'opération immobilière, le résultat obtenu est exceptionnel. L'équipe de direction du laboratoire a su surmonter toutes les difficultés pratiques et a réussi simultanément à permettre le déménagement des équipes sans impact majeur sur l'activité scientifique malgré des arrêts prolongés d'équipements, et à aboutir à un ensemble cohérent tant pour les équipes thématiques que pour les équipes techniques.

A ce titre, les personnels ITA du laboratoire, très nombreux (18 personnes, avec un ratio ITA/chercheur de 1/1) jouent un rôle majeur. Ce potentiel humain a été fortement renouvelés (7 départs / 5 embauche sur la période considérée), signe du support important des tutelles. L'organisation en trois services (pôles) techniques communs (matériaux, analyse structurale, caractérisation physique), au positionnement transversal et qui fonctionnent bien entre eux, a permis de casser les barrières qui pouvaient exister entre équipes thématiques et facilité de facto leur intégration dans une entité unique. Les pôles techniques, par leur contribution technique et leur motivation, représentent un socle fort sur lequel le laboratoire peut s'appuyer pour le présent et le futur. C'est une ressource qu'il faudra veiller à préserver. En particulier, pour ne pas casser cette belle dynamique, la direction et les tutelles devront répondre aux craintes des personnels, en particulier des personnels ITA, sur les carrières. Si l'intégration du GEMaC dans l'université est positif, apportant un aspect recherche fort à l'établissement, l'université et le CNRS, en retour les tutelles devront prendre soin à permettre aux agents des carrières satisfaisantes.

Concernant les équipes de recherche, bien qu'elles fonctionnent de façon relativement disjointe les unes des autres, la direction a su développer un esprit collectif sur les moyens et la vision. Chacune est représentée dans les instances de direction du laboratoire et contribue au pilotage scientifique et opérationnel. Il faudra quand même s'efforcer sur le moyen/long terme de décroiser les équipes au-delà du simple partage de savoir via des séminaires internes, par exemple par l'émergence de projets communs inter-équipes et/ou de co-encadrements de thèses.

Enfin, les aspects « sécurité » et « formation » ont fait l'objet d'une attention toute particulière, avec un très gros travail de structuration et de remise à niveau. C'est un travail de fond ingrat mais primordial, qui a reçu toute l'attention de la direction et peut être considéré, en comparaison avec ce qui est généralement fait dans d'autres unités équivalentes, comme exemplaire.

Globalement, l'ensemble des personnels semble très satisfait du nouvel environnement de travail et de la nouvelle organisation. La fusion peut maintenant être considérée comme terminée et réussie.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le GEMaC est très impliqué dans la vie universitaire, avec la participation nombreuse de personnels aux activités d'enseignement et la prise de responsabilité dans les structures d'enseignement (filiales, écoles doctorales...). De même, le laboratoire est bien implanté dans la communauté locale enseignement et recherche (C'Nano, UPSa...).

Le nombre de doctorants est assez faible, surtout dans certaines équipes, en partie en raison du déménagement qui a perturbé certains travaux, les chercheurs ne souhaitant pas prendre le risque de recruter un doctorant sans visibilité sur le redémarrage de leur activité, en partie par le manque de chercheurs titulaires d'une HdR.



L'école doctorale de rattachement est l'École Doctorale Sciences et Technologies de Versailles (n°359 - STV). Les liens avec l'école doctorale sont bons, le laboratoire étant perçu comme un environnement offrant une formation de qualité. Cependant, avec 11 HdR seulement, dont 2 émérites, le poids du laboratoire dans l'école doctorale est limité. Il est urgent d'inciter les jeunes chercheurs, et en général ceux qui sont en situation de le faire, à soutenir leur HdR.

Les doctorants, au sortir de leur thèse, sont orientés pour moitié vers des emplois dans le secteur privé, pour moitié vers une filière académique via des contrats post-doctoraux. Il ne nous a pas été possible de juger si le laboratoire était ou non proactif sur l'insertion de ses étudiants, mais quoiqu'il en soit, aucun ne semble être resté en déshérence dans un passé récent.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le GEMaC se projette dans la continuité de son activité actuelle, autour de « recherches fondamentales et appliquées sur la physique / physicochimie des matériaux pour les STIC du futur ». Si le laboratoire souhaite réellement s'investir dans l'applicatif, compte tenu de ses forces et faiblesses actuelles, il devra nécessairement passer par des partenariats externes, avec des laboratoires locaux comme c'est déjà le cas aujourd'hui, mais aussi avec des laboratoires extérieurs à l'écosystème local, qu'ils soient nationaux (Spintec, Jean Lamour, LETI...) ou internationaux. Il faudra aussi envisager l'application bien au-delà de l'axe fiabilité des composants (lequel d'ailleurs repose sur un partenariat externe très étroit).

Plus probablement, le laboratoire devrait continuer sur les mêmes axes thématiques (tous étant actifs et porteurs) en s'appuyant sur les deux piliers que sont l'élaboration de matériaux (la « recherche du matériau parfait ») et les moyens en analyse physique et caractérisation fine. C'est un positionnement qui permet de construire sur l'existant (minimisation du risque) tout en imaginant des ruptures originales. C'est aussi une nécessité, après quatre ans de semi arrêt des activités, les chercheurs souhaitant maintenant « reprendre le fil » et (re)construire leur légitimité compétitive. La continuité permet aussi d'assurer une faisabilité globale du projet sans risque scientifique majeur.

Les équipes actuelles sont reconduites en l'état, modulo des changements d'intitulés, et pour chacune d'elles le projet est clair et bien défini. Pour autant, la vision globale manque au-delà du simple patchwork d'activité, quand bien même toutes seraient de grande qualité. Si cette absence de ligne force commune pouvait se comprendre dans la phase de fusion, et peut s'expliquer par la jeunesse du laboratoire dans son périmètre actuel et l'environnement encore mouvant et complexe de l'UPSa, il conviendra rapidement de faire émerger une vision et un projet global, partagé par l'ensemble des acteurs.

En particulier, il faudra faire émerger quelques axes phares (pas nécessairement un par équipe, pas nécessairement un projet thématique) fédérateurs auxquels il faudra adosser les partenariats externes clés. Un bon exemple pourrait être la nouvelle opération de dépôt par ALD (Atomic Layer Deposition), qui combine synthèse de matériaux et expertise en physique et en chimie des matériaux, et qui pourrait impliquer plusieurs équipes thématiques.

Le risque opérationnel majeur, maintenant que le déménagement est finalisé, concerne les ressources financières du laboratoire. Avec une dotation FEI destinée à décroître malgré le support affirmé des tutelles, le laboratoire va devoir être proactif dans la recherche de moyens et les personnels admettre l'environnement changeant de la recherche dans lequel le montage projets collaboratifs impacte l'activité de recherche quotidienne.

Les ressources propres sont aujourd'hui proportionnellement au budget de fonctionnement total de l'unité, très faibles. Avec la baisse présumée de l'ANR, seule deux voies sont possibles : H2020 (l'Europe) ou les partenariats avec des entreprises. Là encore, il faudra sortir quelques projets phares et partenariats clés et prendre le leadership sur au moins quelques projets pour rentrer dans les consortiums internationaux.



## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Diamant pour l'électronique

**Nom du responsable :** M. Julien BARJON et M<sup>me</sup> Marie-Amandine PINAULT-THAURY

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	1	1
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	1
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	1
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	2	2
Thèses soutenues	2	1
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	1



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La thématique de l'équipe DIAM couvre la recherche amont sur le diamant pour l'électronique, de la maîtrise de la croissance à la physique des excitons. Les études menées portent principalement sur l'homo-épitaxie et le dopage du diamant, sur l'analyse structurale et la compréhension des propriétés physiques de ces matériaux. Cette équipe est constituée de deux enseignants-chercheurs, d'un chercheur CNRS permanents, et d'un chercheur émérite actif. Elle est soutenue par un ingénieur d'étude. L'homo-épitaxie du diamant dopé phosphore sur (100) conduit maintenant à une incorporation quasi-totale du dopant en site donneur et à de fortes mobilités de porteurs, des atouts indéniables pour les dispositifs électroniques. Les résultats de l'équipe DIAM sont de tout premier plan et constituent l'un des principaux faits marquants du bilan de l'unité. La maîtrise des conditions expérimentales de croissance des couches orientées (100), celles affectant notamment la rugosité de surface les rendant compatibles avec les procédés de la microélectronique, fait que cette équipe est très compétitive au niveau international puisque seule une autre équipe japonaise (AIST) possède cette maîtrise du dopage du diamant de type n sur (100). Il faut souligner également que du fait du déménagement effectif de l'équipe DIAM du site de Meudon vers l'UVSQ, plus de deux années se sont passées sans croissance. Malgré ce handicap, le bilan fait clairement ressortir que ce thème de recherche a été mené avec succès. Ceci est attesté par une production scientifique abondante et ciblée vers des journaux de qualité: 54 RICL pendant la période 2008-2013 (Phys.Rev.B, Appl.Phys.Lett., Diamond and Related Mater., J.Appl.Phys., Phys. Stat. Solidi), ainsi que 9 communications invitées dans des conférences internationales. La qualité des deux thèses soutenues ayant donné lieu à plusieurs publications est aussi indéniable.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le rôle de coordinateur des deux responsables de cette équipe pour l'animation et la participation à des projets collaboratifs nationaux et internationaux doit être salué. Les activités de l'équipe ont pu ainsi être conduites dans le cadre de deux FUI, quatre ANR, et un projet C'Nano, ce qui traduit le renouvellement du sujet et une aptitude à la prise de risque au sein de l'équipe. Les membres de cette équipe ont participé à des expertises diverses locales à l'UVSQ et nationales telles qu'à l'ANR et au CoNRS. Ils sont activement impliqués dans différents réseaux de recherche (GDR) et ont pris en charge l'organisation d'une école thématique. Le rayonnement de cette équipe est aussi attesté par neuf conférences internationales invitées et trois conférences nationales invitées.

Enfin, de nombreuses relations internationales sont mentionnées dans le dossier. Celles-ci mériteraient de se concrétiser par des projets structurants donnant lieu à des financements notamment européens.

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

L'équipe DIAM entretient des relations avec le milieu industriel à plusieurs titres. Elle a conduit des développements expérimentaux en collaboration avec Horiba Jobin Yvon (soutien C'Nano, projet NANOCATHODO). Le GEMaC est ainsi devenu site de démonstration pour les produits de spectroscopie par cathodo-luminescence de cette société. Par ailleurs, l'équipe DIAM travaille depuis plusieurs années dans des projets collaboratifs avec des entreprises et centres de recherche (CEA/List, Alstom) pour la réalisation de composants électroniques de puissance à base de diamant. Cette thématique semble particulièrement propice aux actions de valorisation et au dépôt de brevet. Elle se prêterait aussi au financement de thèses par des industriels (contrats CIFRE). Un chemin de valorisation clair pourrait être défini afin de pouvoir cibler les partenaires éventuels.

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

Cette équipe dynamique, basée sur cinq permanents, fonctionne bien, avec à sa tête un binôme efficace. L'équipe est aussi représentée au conseil de laboratoire.

DIAM a une taille modeste dans l'unité et de plus un départ (DR Emérite) est programmé. Les pistes pour pallier ce départ ne sont pas discutées dans le dossier. La jeune équipe restante ne sera plus dotée que d'une seule HDR. Il est donc particulièrement urgent que d'autres HDR soient soutenues dans l'équipe.



## Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Deux thèses ont été soutenues pendant la période et le devenir de ces deux docteurs est bon (en CDI). Ce nombre assez faible s'explique par la jeunesse de l'équipe et par le contexte de déménagement de la période évaluée. Ceci pris en compte, le nombre de thèses encadrées reste satisfaisant, mais il faudra que l'équipe contribue d'avantage à l'encadrement doctoral après cette période transitoire. L'équipe DIAM est impliquée dans le Master Nanosciences de l'UVSQ, master dont le GEMaC est partenaire.

En conclusion, le nombre de thèses encadrées est un point où l'équipe dispose d'une marge de progression à exploiter.

## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Les projets et objectifs portent en grande partie sur la consolidation et l'approfondissement de thématiques déjà en cours d'étude, sans rupture évolutive. L'équipe se positionne sur trois axes : (i) les mécanismes d'homo- et d'hétéro-épitaxie de croissance du diamant, (ii) l'étude du dopage phosphore et autres donneurs, et (iii) la physique des excitons. Sur le premier axe, une collaboration prometteuse est envisagée avec le CEA Saclay. Concernant le deuxième axe, l'amélioration des propriétés de transport électronique reste une priorité, ainsi que la valorisation des résultats acquis précédemment pour la réalisation d'une jonction n-i-p. L'étude d'autres types de donneurs moins profonds (arsenic, antimoine) est également envisagée. L'intérêt du deuxième axe lié au dopage du diamant par l'arsenic est également confirmé par des travaux préliminaires et des traitements post-croissance seront développés pour réduire les effets de compensation. Quand au troisième axe, il s'établira à travers plusieurs collaborations nationales (Montpellier, Villetaneuse, ONERA) et concernera notamment la durée de vie des excitons dans le diamant. La maîtrise de la qualité morphologique des nanostructures dont a fait preuve l'équipe ouvre également à un déplacement thématique vers le graphène ou le nitrure de Bore qui a une structure lamellaire assez semblable au graphène. La possibilité d'une intégration au flagship européen dédié au graphène doit être fortement encouragée. L'idée d'une fédération Ile de France sur le diamant à travers le LABEX SEAM est à encourager.

Globalement, le projet de l'équipe est clair et bien organisé pour sa partie scientifique. Du point de vue opérationnel, il conviendra de continuer les projets collaboratifs permettant de générer les financements indispensables et de clarifier les chemins de valorisation.

## Conclusion

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

D'une manière générale, l'équipe DIAM est dynamique et possède une visibilité nationale et internationale sur le thème du dopage n du diamant. Le projet bien argumenté est convaincant, en cohérence thématique avec les autres équipes du GEMaC. La bonne productivité de publications dans des revues à fort taux d'impact traduit une recherche innovante. On notera aussi une implication marquée des membres de l'équipe dans des tâches d'intérêt collectif, instances locales et nationale, et dans la diffusion de la culture scientifique.

### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

Le nombre d'HdR doit augmenter, avec une attention toute particulière sur le recrutement de doctorants et de post-doctorants. Le maintien de l'excellence scientifique de cette équipe doit se faire à travers des collaborations internationales plus affirmées. L'un des défis de demain est d'améliorer l'attractivité envers les chercheurs étrangers lors des séjours visiteurs, et de s'ouvrir davantage à des collaborations européennes par la participation à des projets communs. Une interaction avec le milieu industriel existe déjà autour de la thématique des composants électroniques de puissance. Cette thématique étant particulièrement propice à des partenariats, ce sera une démarche à privilégier.

### ▪ *Recommandations :*

L'unité doit inciter les plus jeunes chercheurs à soutenir une HdR, encourager la dynamique de cette équipe par un recrutement d'un enseignant-chercheur lors du prochain contrat quinquennal. L'équipe doit assurer les moyens matériels et financiers garantissant la qualité scientifique sur le long terme. Les liens déjà existants avec NSP, l'autre équipe travaillant sur les semi-conducteurs, sont à renforcer.



**Équipe 2 :** Magnétisme de Systèmes Nanométriques

**Nom du responsable :** M. Niels KELLER

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2	2
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	3
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	5	
Thèses soutenues	3	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe Magnétisme des Systèmes Nanométriques focalise son activité autour de la synthèse et du contrôle des propriétés d'oxydes magnétiques fonctionnels. La démarche scientifique engagée est de tendre vers la maîtrise des propriétés, par l'ingénierie de la composition et des contraintes à l'échelle nanométrique. L'objectif ultime du « matériau parfait » est là pour mieux en contrôler, au-delà, le comportement physique par l'introduction de dopants ou de contraintes par exemple. Pour cela, l'équipe met à profit sa très grande expertise dans les dépôts par ablation laser pulsé et dans les mesures magnétiques et les mesures électriques, pour lesquelles des développements expérimentaux spécifiques sont réalisés.



Les matériaux étudiés sont, du point de vue structural, essentiellement dans la famille des pérovskites, ou dérivés de celle-ci, et dans une moindre mesure de type grenats. L'axe central est la compréhension des interactions électroniques et le contrôle des fonctionnalités liées au magnétisme et au transport électronique, avec une attention particulière aux systèmes présentant des transitions et un caractère multifonctionnel. Plus précisément, trois axes de recherche sont conduits en parallèle : le contrôle de l'interaction d'échange par les porteurs de charge, l'étude des propriétés magnétiques de films ultra minces, la conduction électronique. Au delà de la convergence dans les méthodes d'élaboration, ces trois études sont un peu découplées et d'ailleurs soulignées dans le rapport comme un « risque de dispersion thématique ». Jusqu'à maintenant, quoiqu'il en soit, les résultats obtenus pour chacune des études sont très prometteurs, bien que la plupart soient encore « au milieu du gué ».

Parmi les faits marquants mis en avant pour la période récente, on peut noter l'inversion du signe des porteurs dans le système  $(\text{Fe}_{2-x}\text{Ti}_x)\text{O}_{3-\delta}$  où magnétisme et caractère semi-conducteur sont associés, par le contrôle des états d'oxydation via l'ajustement de la substitution cationique et de la stœchiométrie en oxygène. L'observation d'une rotation Faraday géante dans le grenat de bismuth est également un résultat majeur et pourrait être utilisé en substitution du YIG pour les applications « magnoniques ».

L'équipe MSN affiche un très bon positionnement dans la communauté nationale. Ses activités, en particulier son expertise en matériaux, sont bien identifiées et lui permettent de nouer de nombreuses collaborations, par exemple sur les semi-conducteurs dilués.

Tous les membres de l'équipe sont producteurs, avec une assez bonne homogénéité pour l'ensemble des chercheurs et enseignants-chercheurs. La production scientifique est bonne, les résultats sont publiés dans les revues de haut niveau dans la discipline, correspondant aux activités développées. La signature d'articles avec des co-auteurs extérieurs, dans le cadre de collaborations nationales et internationales témoignent de l'ouverture à ce niveau.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe MSN est bien intégrée dans la communauté des couches minces d'oxydes fonctionnels au niveau national. Ses activités, bien identifiées, font l'objet de collaborations avec plusieurs laboratoires leaders du domaine où elle apporte son expertise en synthèse et étude des matériaux. En corollaire, l'équipe est très impliquée dans le paysage local et régional (GDR, Labex, DIM C Nano, DIM OXYMORE, LabEx CHARMMMAT) et participe aux instances de pilotage et d'évaluation de la recherche (experts ANR, AERES, ERC, membres du comité national CNRS, chargé de mission INP-CNRS). Sa plateforme de caractérisation physique (magnétique et de transport) est largement ouverte aux laboratoires régionaux et contribue au rayonnement de l'équipe.

Au niveau international, les membres de l'équipe ont développé de nombreuses collaborations bilatérales « opportunistes » avec des personnes physiques bien identifiées, mais l'équipe en tant que telle (et le laboratoire par ricochet) n'est pas forcément très visible au-delà du premier cercle de collaborateurs privilégiés. Son rayonnement dans les projets partenariaux reflète ce positionnement, avec trois ANR, quatre PHC et un PICS, mais aucun projet européen. Avec neuf conférences invitées dans des congrès internationaux, et de nombreuses communications dans des conférences internationales (43) et nationales (64), dans les congrès de référence dans la communauté, la qualité du travail est cependant bien reconnue.

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

Dans le domaine de la valorisation, deux projets ont été développés par l'équipe MSN :

- projet de valorisation Labex CHARMMMAT : « Optimisation de colles conductrices haute température » ; ce sujet est abordé dans le cadre d'une collaboration de site avec l'Institut Lavoisier ;
- dans la continuité des compétences historiques du laboratoire en magnétisme et mécanique : proposition du concept d'un propulseur plasmique (brevet 2007, extension européenne 2008) en magnétisme technique ; proposé pour prise de licence et nouveau concept d'un micropulseur pour dépollution dans l'espace.



Ces deux projets témoignent d'un intérêt pour la valorisation, cependant ils restent assez marginaux par rapport au positionnement affiché de l'unité de « Recherches fondamentales et appliquées sur la physique / physicochimie des matériaux pour les STIC du futur ». Avec l'émergence de la spintronique dans le monde de la microélectronique, l'équipe MSN se devrait de jouer un rôle majeur. A ce jour, l'équipe reste focalisée sur des problématiques très fondamentales alors que certaines thématiques (électronique « tout oxyde », composants utilisant les ondes de spin, matériaux multiferroïques...) font déjà l'objet d'études applicatives auxquelles le laboratoire, avec son expertise unique en croissance / contrôle des propriétés physiques, pourrait contribuer directement.

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

L'équipe participe largement à la vie du laboratoire, par la direction du laboratoire bien évidemment, mais également par son implication importante sur la plateforme de mesures magnétiques et de mesures de transport mise à disposition de l'ensemble de l'unité.

La nouvelle organisation des locaux mise en place au cours du déménagement est très favorable, en particulier avec la mise en place des bâtis de croissance dans une salle grise unique de grande dimension et avec le regroupement des mesures magnétiques et électriques.

Les personnels de l'équipe sont actifs dans les instances de pilotage du laboratoire et des établissements. A noter dans cette équipe une très forte synergie entre les personnels ITA et chercheurs enseignants-chercheurs, les personnels ITA participent directement aux activités de recherche et sont reconnus comme tels.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe est fortement impliquée dans l'encadrement doctoral avec trois thèses soutenues sur la période et cinq thèses en cours au 30/06/2013. Le devenir professionnel est bon (deux enseignants-chercheurs dans leur pays d'origine et un CDI dans une société conseil). Ce bilan, associé à l'accueil de stagiaires, est très bon en tenant compte du petit nombre de personnels HDR (deux sur un total de quatre chercheurs et enseignants-chercheurs, à ce jour). On peut penser raisonnablement que les deux plus jeunes (34 ans) devraient passer leur HDR assez rapidement.

Il apparaît également une démarche dynamique pour s'intégrer dans les projets d'École Doctorale en restructuration au niveau local/régional dans le cadre de l'UPSa.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La politique scientifique affichée a clairement pour objectif le contrôle de matériaux « parfaits » comme préalable pour tendre vers une ingénierie de structures artificielles au-delà du contrôle de la composition elle-même (cation et/ou oxydation). L'expertise de la croissance hors équilibre par PLD-MBE (Pulse Laser Deposition - Molecular Beam Deposition) est le moyen privilégié. Sont associées des développements instrumentaux en caractérisations.

Les projets de recherche sont focalisés sur les oxydes fonctionnels, voire multifonctionnels, présentant des propriétés de transport électronique et de magnétisme originales. Le changement de nom de l'équipe proposé pourra contribuer à une identification mieux ciblée (équipe FOX : Oxydes magnétiques fonctionnels). L'objectif affirmé du passage vers le démonstrateur semble encore un peu ambitieux à ce stade et devra probablement passer par des partenariats externes, que ce soit avec d'autres laboratoires mieux implantés dans la valorisation ou avec des entreprises et centres de recherche privés.

Un des axes de développements envisagé concerne le passage du matériau « simple » aux hétérostructures. C'est clairement un challenge ambitieux mais porteur de grandes promesses à la fois en termes de physique fondamentale (compréhension des phénomènes d'interface, maîtrise de la diffusion de surface...) ainsi qu'en termes applicatif (contrôle par la contrainte, la tension, le courant). L'ouverture esquissée vers le contrôle par la tension (une thèse en cours), la transition métal/isolant à température ambiante par le contrôle du dopage en oxygène, et plus généralement les problématiques d'électronique transparente sont autant d'axes majeurs sur lesquels l'équipe est engagée et doit mettre la priorité et les moyens nécessaires, quitte à ralentir voire stopper les projets « secondaires ».





La maintenance et le fonctionnement des équipements importants de l'équipe nécessitent des ressources financières que les moyens attribués par les tutelles peuvent difficilement couvrir en considérant les budgets contraints actuels. Dans ce contexte, le niveau de ressources extérieures doit être renforcé, comme pour la plupart des activités du laboratoire, dans la perspective de maintenir les activités au meilleur niveau. La démarche engagée prend en compte la nécessité de renforcer les financements, en particulier au niveau international (européen).

Dans la structuration en cours à l'échelle locale et régionale (Université Paris Saclay, IDEX, Labex...), la collaboration avec le laboratoire de chimie voisin, Institut Lavoisier de Versailles, aura certainement un impact stratégique. L'équipe MSN a déjà engagé plusieurs actions collaboratives interdisciplinaires dans ce sens, soit dans le cadre de projets scientifiques montés en partenariat (dans le cadre de l'Institut fédératif ILF notamment), soit dans le cadre des moyens importants de caractérisations du GEMaC, tant en équipements qu'en compétences.

## Conclusion

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

- compétences en élaboration de matériaux en couches minces par PLD ;
- maîtrise du matériau (presque) parfait et excellente compréhension de l'interaction propriétés structurales / propriétés physiques ;
- positionnement sur une thématique porteuse, avec une expertise forte et une bonne reconnaissance au niveau national ;
- s'appuie sur des développements instrumentaux originaux et bien maîtrisés ;
- équipe cohérente avec une participation active des ITA à la recherche.

### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

- activité un peu patchwork, avec comme seul point commun les techniques de croissance des matériaux ;
- dispersion sur de multiples projets dont un grand nombre restent entre deux eaux ;
- reconnaissance internationale faible, au-delà du premier cercle de collaborateurs ;
- niveau de ressources financières insuffisant, avec une trop grande dépendance à l'ANR et aux financements locaux ;
- positionnement très en amont avec une faible visibilité des enjeux applicatifs au regard de la potentialité importante de certains sujets développés.

### ▪ *Recommandations :*

- identifier les partenaires pertinents et monter / participer à des projets partenariaux internationaux, en particulier au niveau européen ;
- focaliser les ressources sur les sujets les plus prometteurs (en termes scientifiques mais aussi en termes applicatifs et de financement) et abandonner / externaliser les projets non prioritaires ;
- trouver des points d'ancrage avec l'équipe NSP pour démarrer un ou plusieurs projets communs.



**Équipe 3 :** Nouveaux Semiconducteurs et Propriétés

**Nom du responsable :** M. Pierre GALTIER

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1	1
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	3
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	4	4
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	1	
Thèses soutenues	3	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	1

### • Appréciations détaillées

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe NSP détient une expertise en synthèse de matériaux et en caractérisation de leurs propriétés physiques par spectroscopie optique. L'élaboration de semiconducteurs par la technique MOCVD (Metalorganic chemical vapour deposition) est appliquée ici principalement à des composés à base de ZnO pour mener des recherches relatives à l'ingénierie de structure de bande de ces matériaux (confinement 2D, 1D axial, 1D radial) et au dopage. L'équipe travaille aussi sur la cristalllogénèse de ZnGeP<sub>2</sub> massif pour l'optique non linéaire (OPO) et sur des oxydes obtenus par électrochimie (CuAlO<sub>2</sub>, Zn(O,S)). Une partie des activités de l'équipe NSP concerne des recherches plus appliquées (éclairage, purification de l'eau, capteurs de gaz...).



Sur la période évaluée, l'équipe a réussi à préserver une activité forte, malgré la pénalisation induite par l'opération de déménagement du laboratoire (20 mois d'arrêt environ pour nombre d'équipements expérimentaux). La production scientifique qui résulte de cette activité est importante et de qualité, bien reconnue au plan national et international. Cela se traduit par la publication de 52 articles dans des revues avec comité de lecture et 25 actes de colloques avec comité de lecture. Parmi ces publications, on note 1 Nanoletters, 1 Phys.Rev.B, 4 Appl.Phys.Lett. et 8 J.Crystal Growth. Malgré le nombre et la qualité de ces publications, la visibilité des travaux de l'équipe gagnerait à apparaître d'avantage dans des revues à plus fort impact.

Un des résultats de l'équipe fait partie des principaux faits marquants du laboratoire, dans une thématique d'actualité. Il s'agit de la mise en évidence et de l'identification du mécanisme responsable d'une polarité inverse observée sur les nanofils de ZnO par élaboration catalytique (VLS) à base de gouttelettes d'or (Appl.Phys.Lett. 2013). De nombreuses applications sont envisagées en nanotechnologie.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe NSP présente une attractivité certaine comme en témoigne l'accueil de nombreux chercheurs invités. Elle est aussi impliquée dans un nombre important de collaborations internationales et de contrats de recherches (Projet FP6 Europe, ANR PNANO, P2N, Blanc, Carnot-Leti) dont certains qu'elle coordonne. Elle a coordonné également le montage du projet Sesame (IdF) pour l'acquisition du SIMS. Elle est à l'initiative du Colloque National Annuel ZnO qu'elle a organisé à trois reprises. Elle a aussi participé à l'organisation du Workshop International ZnO avec publication des actes.

La demande d'expertise des membres de l'équipe est bonne (PRES universitaire, comité d'évaluation MatetPro, IDEX, fondation Moveotec, Labex, jurys de thèse et d'habilitation, expertises d'articles RICL). En revanche, il n'y a pas eu de conférences invitées sur la période.

Des membres de cette équipe participent activement à des tâches d'intérêt collectif : un membre de l'équipe fait partie du bureau de direction du GEMaC, d'autres sont au conseil scientifique de L'UVSQ, au bureau et au conseil scientifique de l'école doctorale. Un membre de l'équipe a également dirigé l'institut fédératif Lavoisier-Franklin, qui réunit le GEMaC et l'Institut Lavoisier de Versailles. Sur le plan de la structuration de la recherche dans la région Ile de France, l'équipe est présente également dans les instances de l'Idex Paris Saclay et du Labex CHARMMMAT.

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

L'équipe NSP a produit le seul dépôt de brevet du laboratoire sur la période d'évaluation. Ce brevet porte sur un détecteur ultra-sensible de gaz explosif. Un démonstrateur a été réalisé avec THALES. Concernant la crystallogénèse, un démonstrateur d'oscillateur paramétrique optique (OPO) a été réalisé par l'ONERA avec le ZnGeP<sub>2</sub> d'une qualité exceptionnelle réalisé dans l'équipe.

Le rapport mentionne plusieurs collaborations industrielles sur les applications des TCOs dans le cadre du projet européen NATCO. L'équipe travaille aussi sur TiO<sub>2</sub> et WO<sub>3</sub> pour des applications à la purification de l'eau. Il s'agit vraisemblablement d'une opportunité pour établir d'autres relations industrielles, voire pour le dépôt de brevet. Il en serait de même concernant l'orientation de l'équipe vers la physique appliquée et les nano-cristaux, qu'elle établit en soutien à sa recherche de base en croissance. En outre, l'équipe participe à la fondation Mov'eoTEC en partenariat avec l'UVSQ, dans le cadre du pôle de compétitivité Mov'eo sur l'automobile et les moyens de transports avancés.

L'équipe est globalement bien positionnée dans le domaine de la valorisation, mais pourrait aller plus loin, en particulier dans le dépôt de brevet et la recherche de financements.

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

Cette équipe de taille modérée, issue historiquement du Laboratoire CNRS de Meudon-Bellevue, est composée d'un enseignant-chercheur dépendant de l'UVSQ, de trois chercheurs CNRS, de deux Ingénieurs de Recherche (un CNRS et un UVSQ) et deux Ingénieurs d'Etude CNRS. Elle est donc relativement bien dotée en personnel technique (ratio : 1/1). Il est fait état aussi d'un doctorant. Cette équipe n'a cependant pas recruté de nouveaux chercheurs depuis 11 ans.

On note une implication forte de l'équipe dans la vie du laboratoire et les instances universitaires locales, ainsi qu'une action fédérative, au niveau national, concernant des laboratoires élaborant le ZnO.



Le fait que l'expertise de NSP en spectroscopie soit mise à profit pour l'étude d'autres matériaux est particulièrement apprécié et encouragé, que ce soit en collaboration avec d'autres équipes du GEMaC (DIAM, où deux thèses ont été supervisées en commun) ou à travers des collaborations extérieures (CdHgTe, CEA-Leti).

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Un membre de l'équipe représente le laboratoire au bureau et au conseil scientifique de l'école doctorale (ED440, SVT de Versailles), un de ses membres assure la responsabilité de plusieurs modules d'enseignement de la licence au Master 2 Nanosciences, la responsabilité de la section Physique au département des « Sciences physiques » de l'UVSQ. L'équipe représente cette dernière à l'UPSa pour la mention enseignement de Master en Physique.

L'équipe a accueilli de nombreux stagiaires français et étrangers, mais le nombre d'étudiants accueillis en thèse dans l'équipe (3) est assez faible, proportionnellement au nombre de permanents, très probablement en raison de la période de déménagement. Il faudra maintenant que l'équipe attache une importance particulière à progresser dans ce domaine, après cette période de réorganisation. Le devenir professionnel des doctorants encadrés ou co-encadrés est bon (1 IT CNRS, 1 EC à l'Université de Tunis, 2 CDI).

Dans le même domaine : un effort majeur à fournir à court terme sera d'augmenter le nombre d'HDR de l'équipe qui est actuellement de seulement un pour quatre chercheurs confirmés.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet de l'équipe est construit sur ses points forts (croissance, caractérisation) et sur la pertinence des sujets pour le monde de la recherche et des applications. L'équipe souhaite poursuivre et approfondir une partie des sujets en cours (inversion de polarité dans ZnO catalysé, électrochimie des oxydes  $WO_3$ ,  $TiO_2$ , TCO de type delafossite tel  $CuAlO_2$ , synthèse de  $ZnGeP_2$  massif) ce qui est tout à fait justifié. L'équipe veut aussi s'orienter vers de nouvelles nanostructures à base de nanofils ZnO. Une proposition originale porte sur la formation de boîtes quantiques sur les plan M, sur les côtés des nanofils.

Le projet portant sur de nouveaux alliages à base de ZnO à très grand gap, hexagonaux ou cubiques, pour accéder à une plus grande gamme spectrale est innovant et pourrait être une ouverture pour de nouvelles orientations de l'équipe, mais ce projet semble encore en cours de maturation.

Une série d'autres projets très novateurs sont envisagés de manière très prospective. Le projet de ZnO écologique (Zn+eau) retient l'attention. L'équipe envisage un projet sur la réalisation de réseaux de nanofils ou nano-plots pour l'optique, ou encore un projet de micro-imagerie de pigments semiconducteurs.

Les nouvelles idées originales paraissent introduites comme des éventualités, à envisager si la recherche sur les matériaux le permet. Il conviendra cependant de faire les bons choix et de focaliser les moyens sur un ou deux projets plutôt que de se disperser.

### Conclusion

- **Points forts et possibilités liées au contexte :**

Association dans la même équipe d'une expertise reconnue à la fois en synthèse des matériaux et en analyse de leurs propriétés par spectroscopie optique.

- **Points faibles et risques liés au contexte :**

Il faut que l'équipe accroisse rapidement le nombre de ses titulaires d'une HDR et forme à l'avenir davantage de doctorants. Compte tenu de son positionnement, l'équipe pourrait également s'impliquer plus profondément dans la valorisation, éventuellement en partenariat avec des laboratoires/centres de recherche tiers, nationaux ou internationaux.



▪ *Recommandations :*

Les activités développées en collaboration avec l'autre équipe du GEMaC travaillant sur les semiconducteurs (DIAM) sont appréciées et nous recommandons qu'elles montent en puissance. Parmi les perspectives, il faudra faire des choix stratégiques pour se concentrer sur le ou les axes les plus porteurs (à définir en fonction des compétences internes mais aussi de la demande externe, en particulier du domaine applicatif, afin d'y effectuer les percées attendues.



**Équipe 4 :** Optique à l'Échelle Nanométrique (OEN)

**Nom du responsable :** M. Jean-Pierre HERMIER

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	3
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	1
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc...)	1	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	3	
Thèses soutenues	3	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2	
Nombre d'HDR soutenues	2	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3

### • Appréciations détaillées

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Cette équipe de petite taille, issue historiquement du Laboratoire d'Optique et Magnétique de Versailles, est composée de trois enseignants-chercheurs permanents et d'un ingénieur d'études, tous les quatre dépendant de l'UVSQ. Il est fait état aussi de 2 post-doctorants.



Son activité, centrée sur la nano-photonique, est principalement expérimentale, mais comprend aussi un volet de modélisation important. Le point fort de l'activité de recherche concerne l'étude des propriétés d'émission des nano-cristaux colloïdaux de structure cœur/coquille à base de semi-conducteurs II-VI synthétisés par méthode chimique au LPEM-ESPCI, cristaux relativement moins étudiés que ceux obtenus par épitaxie à jets moléculaires dans la communauté des physiciens. L'équipe OEN a notamment contribué de manière significative à la description statistique spécifique du scintillement de ces nano-cristaux (statistique de Levy), dommageable pour les applications en tant que sources de photons pour les marqueurs biologiques ou l'information quantique. Une avancée fondamentale a récemment été obtenue sur les nano-cristaux à coquille épaisse en ce qui concerne la suppression de l'effet Auger à basse température, principal responsable du scintillement (Nature Nanotechno. 2013). L'équipe OEN a également mis au point, en collaboration avec le Laboratoire Kastler-Brossel, une technique originale de spectroscopie de Fourier à corrélation de photons (SFCP), permettant de caractériser les temps de cohérence et la diffusion spectrale de ces sources (Phys.Rev.Lett. 2008).

Le deuxième volet de recherche logiquement développé concerne le contrôle des propriétés d'émission des nano-cristaux couplés à des structures plasmoniques. L'équipe OEN a récemment démontré qu'il était possible de réduire de façon significative les temps de vie radiatifs des nano-cristaux par effet Purcell. L'équipe a fait un pas important dans ce sens en montrant que l'emploi de nano-cristaux à coquille épaisse permet de s'affranchir de la couche de silice utilisée pour isoler les nano-cristaux de la couche métallique. Ces investigations nécessitent une étude préalable en champ proche optique des structures métalliques proprement dites, comportant à la fois une partie expérimentale basée sur l'analyse de champ proche optique par SNOM et une partie modélisation théorique récemment développée dans l'équipe sur la base d'une méthode numérique aux différences finies spatio-temporelle. Ces études viennent à point nommé alors que le domaine de la plasmonique connaît à l'heure actuelle un essor considérable.

Cette équipe d'enseignants chercheurs confirmés est dynamique et motivée. Sa stratégie de recherche apparaît claire et cohérente. Bien que de taille relativement réduite, l'équipe OEN a su porter l'ensemble de son activité de recherche au niveau international, comme en atteste les publications récentes réalisées en collaboration internationale (Naval Research Laboratory-USA, Université Technique de Dortmund-G, Nal. Nanotech Lab. Lecce-I...). Il y a aussi une très bonne ouverture sur le plan national.

La production scientifique est de qualité : l'équipe a publié dans des revues du meilleur niveau en physique et sciences des matériaux : un Nature Materials, un Nature Nanotechnology, un Advanced Materials, deux Phys.Rev.Lett., trois Phys.Rev.B, trois Appl.Phys.Lett., deux New Journal of Physics, un Opt. Expr. On dénombre en tout un total de 22 publications et un ouvrage sur la période 2008-2013, à rapporter à la taille de l'équipe. Enfin trois thèses ont été soutenues pendant la période (une quatrième ayant été arrêtée pour raison médicale) et deux Hdr.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le rayonnement et l'attractivité de l'équipe se manifeste à travers deux aspects assez remarquables :

- d'une part, la coordination d'un projet ANR Blanc et la participation à 3 autres ANR (2 Blanches et 1 PNANO). Ceci assure des moyens financiers à l'équipe ;
- d'autre part, une bonne reconnaissance sur le plan de la structuration de la région Ile de France. L'équipe a une participation très active au Labex NanoSaclay, où elle pilote le thème nano-sources, elle est présente au bureau Nanophotonique du Domaine d'Intérêt Majeur de la Région Ile de France « Des atomes froids aux nano-sciences », et collabore avec le LKB et le LPEM-ESPCI.

Un autre point très positif de reconnaissance et une preuve de dynamisme et de potentialité est la nomination d'un de ses membres comme membre junior de l'Institut Universitaire de France. La demande d'expertise des membres de l'équipe est tout à fait classique et se situe dans les normes habituelles (ANR, CNANO IdF, Labex, jurys de thèse). Par contre, la reconnaissance sur le plan international apparaît moins affirmée. Il est fait état de quatre conférences invitées, mais elles sont toutes au niveau national. Les collaborations internationales amorcées par l'équipe devraient lui permettre de remédier à cette situation.

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

C'est un point non mis en évidence dans le rapport et peut-être moins pertinent que pour les autres équipes en raison du positionnement très en amont. Cependant l'activité d'intégration de l'équipe dans la structuration de la région Ile de France qui se met en place est un point positif. Par ailleurs une conférence grand public a été donnée.



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

L'équipe OEN est de petite taille. Elle est dirigée par un jeune enseignant-chercheur de statut IUF qui est arrivé récemment. Les deux autres enseignants-chercheurs ont passé leur HDR pendant la période. Cela assure un très bon encadrement pour les thèses. Il y a une grande cohérence dans la définition de l'activité scientifique et l'on peut noter une certaine montée en puissance. L'équipe fait preuve d'un réel dynamisme dans l'établissement de collaborations sur le plan de l'Île de France (dans le cadre des Labex Nanosacly et CHARMMMAT notamment) et dans la recherche de financements.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe OEN a un très bon bilan au niveau des thèses soutenues (trois sur la période dont une très récente) et le devenir professionnel des doctorants est bon (une enseignante dans une école d'ingénieur et un post-doc en Allemagne actuellement). Les trois membres de l'équipe sont maintenant titulaires de l'HDR. Il y a un projet d'intégration dans une école doctorale EDOM suite à la réorganisation des écoles doctorales du périmètre de la future Université fédérale Paris-Saclay. Les membres de l'équipe assurent diverses responsabilités au niveau de l'enseignement jusqu'au M2 Nanosciences, avec la partie nano-physique (Université de Paris-Sud). Elle participe à l'accueil de nombreux stagiaires en Licence et en Master.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Il y a en premier lieu la poursuite et l'évolution de projets en cours qui bénéficient de financements conséquents et du recrutement récent de doctorants. L'équipe va tirer parti des nano-cristaux de CdSe/CdS à coquille épaisse récemment synthétisés, et continuera à travailler sur le contrôle de l'émission radiative de nano-cristaux individuels.

Un premier axe de recherche concerne la plasmonique quantique, où une direction originale a été prise : le couplage de nano-cristaux à des modes plasmons hybrides de surfaces nano-structurées – ces modes résultant du couplage fort entre les modes plasmons de nanoparticules métalliques au voisinage du nano-cristal et ceux du film métallique étendu. Un premier objectif ambitieux consiste à réaliser une source de photons uniques à température ambiante, pour lequel les nano-cristaux II-VI cœur-coquille sont prometteurs par rapport aux nano-cristaux à base de semi-conducteurs III-V. Deux catégories d'expériences à la base des protocoles d'information quantique sont visées : la coalescence des photons pour les sources de photons uniques en utilisant la technique SFCP, ainsi que la réalisation d'une source de paires de photons intriqués en polarisation. Un doctorant a été recruté et débutera sa thèse sur ce projet.

Un deuxième axe ambitieux consiste à déterminer la distribution locale des modes radiatifs et non radiatifs dans une structure plasmonique. L'équipe développera la technique de sonde optique « active » en champ proche, consistant à greffer un nano-cristal sur une pointe SNOM. Un doctorant a également été recruté sur ce thème.

Enfin, il est fait état de projets émergents sur le plan local dans le cadre de collaborations avec l'Institut Lavoisier, en particulier sur les solides poreux « Metal Organic Frameworks » pour des applications en biomédecine par exemple, ou encore le transfert de paires électron-trou de nano-cristaux à la surface de couches semi-conductrices pour le photovoltaïque. Un contrat post-doctoral de un an a été financé par le Labex CHARMMMAT sur ces thèmes. L'équipe a toutefois conscience que les possibilités de développement de ces axes seront conditionnées aux financements et aux ressources humaines à venir ultérieurement et que des choix devront être faits en conséquence.

### Conclusion

#### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Équipe avec une excellente dynamique et une activité scientifique qui monte en puissance. La production scientifique est de grande qualité, en particulier dans le domaine des sources de photons à base de nano-cristaux colloïdaux, et l'encadrement doctoral soutenu. L'équipe coordonne ou participe à plusieurs contrats ANR. Elle semble sur une très bonne voie d'intégration au sein de nouvelles structures qui vont se mettre en place sur Paris-Saclay.





- *Points faibles et risques liés au contexte :*

Le positionnement et la reconnaissance de l'équipe sur le plan international a besoin de s'affirmer. Les sources de financement doivent se diversifier en raison de la baisse programmée des ressources ANR. Avec le positionnement sur des thématiques porteuses et la compétence reconnue de l'équipe, l'accès à des financements d'envergure plus importante est souhaitable.

- *Recommandations :*

L'équipe doit s'insérer (et obtenir la reconnaissance qui lui est due) dans la compétition internationale. Pour cela elle doit sortir de sa zone de confort locale (principalement Île-de-France) et nouer des partenariats externes. L'unité et les autorités de tutelle doivent être attentives à cette petite équipe et être conscientes qu'elle se bat pour l'instant avec succès dans un contexte de compétition rude avec des équipes de taille et aux moyens plus importants. L'accès à des financements plus conséquents devrait permettre de renforcer l'équipe par l'embauche de post-docs, condition qui semble impérative pour pouvoir mener tous les projets à bien. Sinon, il faudra peut-être faire des choix difficiles sur les thématiques à pousser.



**Équipe 5 :** Solides Moléculaires Commutables

**Nom du responsable :** M. Kamel BOUKHEDDADEN

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	3
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	1
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	1
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	3	
Thèses soutenues	5	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	3	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Cette équipe est historiquement issue du Laboratoire d'Optique et Magnétique de Versailles. Elle est composée de trois enseignants-chercheurs permanents et d'un professeur émérite actif. Elle bénéficie aussi du support d'un assistant ingénieur et d'un ingénieur de recherche. Ce dernier vient cependant de prendre sa retraite. Cette équipe réalise une recherche originale et de grande qualité. Son activité concerne la physique de la commutation moléculaire à l'état solide. C'est une thématique qui s'est beaucoup développée dans le secteur de la chimie moléculaire des matériaux. Par contre, peu de physiciens se sont intéressés à cette problématique. Il y a pourtant un réel besoin d'une approche approfondie de la part de la physique pour comprendre et contrôler les mécanismes de ce type de transformation moléculaire à l'état solide, en particulier les processus coopératifs hors équilibre qui sortent des cadres habituels. Dans cette direction, cette équipe a joué un rôle pionnier. Elle continue d'innover avec des avancées significatives, en particulier sur le rôle des interactions élastiques à longue portée. On peut citer la visualisation optique du déplacement du front de transformation et son contrôle (PRL 2013) grâce à des expériences réalisées avec le plus grand soin et qui ont nécessité de définir une méthodologie pertinente. On peut indiquer aussi l'investigation théorique et de modélisation qui ouvre sur des aspects qui vont au-delà de la thématique (approfondissement du rôle des déformations élastiques lors des transformations coopératives dans les matériaux). Cette recherche d'excellent niveau s'appuie sur d'importantes collaborations internationales, et on peut citer parmi beaucoup d'autres le Département de Physique et le Département de Chimie à l'Université de Tokyo. Le nombre de publications est impressionnant (70) au vu de la taille de l'équipe, dont beaucoup dans les meilleures revues en physique et science des matériaux (1 Sc. Rep., 2 PRL, 10 PRB, 4 JAP, 1 Angew, 1 JACS...), de même que le nombre important d'invitations dans des conférences internationales (18). Cinq thèses ont aussi été soutenues pendant la période.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe bénéficie d'une reconnaissance internationale indéniable que ce soit au niveau de nombreuses invitations à des conférences ou à des séjours dans des laboratoires renommés, par exemple comme professeur invité à l'Université de Tokyo. Elle a aussi accueilli trois post-doctorants étrangers. Elle a coordonné et/ou participé à un nombre important de programmes d'échanges internationaux ainsi qu'à l'organisation de workshops. On peut souligner que l'équipe a eu un rôle majeur dans la coordination d'un des deux nœuds français d'un réseau d'excellence européen (Magmanet) et elle continue de jouer un rôle important au sein d'un GDR, dont elle est à l'origine, et d'un GDRI avec le Japon. Un autre point positif est l'amorce d'une démarche pour s'inscrire dans la structuration qui se met en place dans le périmètre Paris-Saclay, concrétisée en particulier par l'obtention du financement d'un post-doctorat dans le cadre du LABEX ICMMO (Orsay). Les membres de l'équipe sont très souvent sollicités pour des expertises diverses (IUF, AERES, CNU...), et même pour le recrutement de professeurs au Japon et aux Etats-Unis. On peut s'étonner cependant de l'absence de chercheur CNRS.

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

La recherche menée par cette équipe relève avant tout de la physique fondamentale, que ce soit sur le plan expérimental ou sur le plan théorique. Cependant, son orientation actuelle sur la compréhension et le contrôle des mécanismes fondamentaux des commutations moléculaires coopératives du fait des interactions élastiques à longue portée devrait apporter un appui aux démarches de valorisation menées par des équipes de chimistes en France. Sur ce point, remarquons que l'équipe a toujours joué et continue à jouer un rôle moteur au plan national sur la constitution de réseaux interdisciplinaires (GDR, REX,...).

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

L'équipe est réellement dynamique, avec des implications dans de nombreuses collaborations. Sa logique scientifique est cohérente, sans éparpillement thématique, avec une remarquable complémentarité entre théorie-simulation et développements expérimentaux. Cependant, au vu de sa petite taille une réflexion stratégique est certainement nécessaire en son sein, ainsi que dans le cadre de l'unité, pour assurer son développement futur, au vu de sa pyramide d'âge et de l'absence de chercheur CNRS.



## Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe s'est fortement impliquée sur l'encadrement doctoral avec cinq thèses soutenues pendant la période et trois en cours. Le devenir professionnel des doctorants est bon (deux sont enseignants-chercheurs dans leur pays d'origine, deux en position post-doctorale dont un au Japon et un enseignant BTS) On peut noter aussi des cours de niveau doctoral à l'étranger, en particulier au Japon, et la participation à plus de 20 jurys de thèses dont certains internationaux. Des membres de l'équipe ont pris des responsabilités parfois très lourdes dans l'organisation de l'enseignement et ont participé à l'accueil de stagiaires. Il apparaît aussi une démarche dynamique pour s'intégrer dans les formations de M2 et les projets d'École Doctorale de la région parisienne.

## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet scientifique présenté par l'équipe s'inscrit dans le développement des aspects les plus prometteurs de l'activité scientifique précédente en incluant également de nouvelles ouvertures. D'une part, il s'appuie sur un bon équilibre entre investigations expérimentales rigoureuses et développement d'approches théoriques originales et leur modélisation numérique, ce qui a constitué une base solide pour la réputation de l'équipe sur le plan international. On peut noter quelques projets expérimentaux ambitieux comme la mesure des contraintes élastiques ou le contrôle du front de transformation. Il y a aussi une orientation plus affirmée des études théoriques dans la direction de la dynamique non-linéaire et de l'auto-organisation spatio-temporelle, en approfondissant le rôle des interactions élastiques, ce qui élargit de façon pertinente et ambitieuse le champ de leur contribution à la physique des transformations de phase hors équilibre. L'objectif est de profiter des caractéristiques parfois assez uniques des systèmes de commutation moléculaire à l'état solide dont l'étude est projetée. D'une part, le fait que l'origine des transitions de phase à l'équilibre dans ces systèmes est en général bien comprise, ceci apporte des informations à l'échelle microscopique qui doivent permettre d'approfondir les approches de type dynamique non linéaire envisagées. D'autre-part, la maîtrise du contrôle optique de la transformation, et du front de phase en particulier, dont a fait preuve l'équipe récemment, ouvre la voie à des expériences originales pour observer des phénomènes d'oscillations non linéaires, voire de chaos, ce qui correspond à une prise de risque. On peut noter aussi un souci de s'inscrire plus nettement dans la structuration locale et régionale, cette dernière étant en pleine évolution, que ce soit au niveau d'une démarche pluridisciplinaire à Versailles ou vers le Labex CHARMMMAT. Par contre, il va devenir nécessaire de bien préciser une stratégie pour répondre à certains dangers sur le plan des moyens humains et des financements.

## Conclusion

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Équipe dynamique menant une recherche innovante, en particulier sur le rôle des déformations élastiques dans les processus de commutations moléculaires à l'état solide. Elle fait preuve d'une très bonne ouverture et attractivité sur le plan international. Le caractère transversal (modélisation, expérimental) ainsi que l'ouverture interdisciplinaire vers les équipes de chimie sont très pertinents. L'encadrement doctoral est soutenu et la production scientifique importante et de qualité. Le projet est ambitieux et innovant avec de vraies prises de risque.

### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

L'équipe doit affirmer de façon plus nette sa reconnaissance au-delà de la communauté traditionnelle de la transition de spin. De façon paradoxale, ceci est sans doute plus vrai par rapport au milieu de la physique en France que sur le plan international. Le caractère plutôt fondamental de son activité scientifique peut amener des difficultés à trouver des financements suffisants pour l'équipe (une seule ANR sur la période). Elle doit donc réfléchir à une stratégie ambitieuse pour répondre à ce défi. Les programmes internationaux, par exemple, devraient aller au delà des simples collaborations bilatérales peu financées.

### ▪ *Recommandations :*

L'unité et les autorités de tutelle doivent être attentives à maintenir la haute qualité de la recherche menée par cette équipe, en particulier pour répondre à certains dangers qui apparaissent au niveau de son potentiel humain, comme le départ en retraite d'un IR. Il faut aussi veiller à la bonne insertion de l'équipe dans le cadre des évolutions actuelles sur le plan local et régional. Il serait sans doute judicieux de réfléchir à établir des liens avec d'autres activités de type transition de phase ou effets photo-induits qui sont présentes, par exemple, dans l'équipe MSM.



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite

Début : 1<sup>er</sup> décembre 2013 à 8h30

Fin : 2 décembre 2013 à 17h00

### Lieu de la visite

Institution : GEMaC - UVSQ

Adresse : GEMaC - UVSQ  
Bâtiment Fermat - 45, avenue des Etats-Unis, 78035 Versailles

Locaux spécifiques visités : Laboratoire



Déroulement ou programme de visite

	<i>lundi 2/12/2013</i>	<i>mardi 3/12/2013</i>
9 00	Réunion du comité d'experts à huis clos	Rencontre avec les tutelles (sans DU)
15 30	Bilan (DU)	Rencontre avec responsable ED
45		Pause Café
10 00	Highlights 7 présentations	Présentation projet GEMaC 5 équipes + stratégie GEMaC
15 30		
11 00	Pause Café	Plateau repas  Délibérations (huis clos)
15 30	Buffet (comité d'experts, laboratoire)	
13 00	Rencontre avec IT, BIATSS (sans DU)	
15 30	Rencontre personnel (CDL) (sans DU)	
14 00	Rencontre doctorants/pdocs (sans DU)	Fin du comité d'experts
15 15	Rencontres avec équipes, services et visite labo	
16 00	Pause Café	
15 30	Rencontres avec équipes, services et visite labo (suite)	
18 00	Réunion du comité d'experts à huis clos	



## 6 • Observations générales des tutelles



Versailles, le lundi 31 mars 2014

Le président de l'Université de Versailles  
Saint-Quentin-en-Yvelines

à

*Dossier suivi par  
Christian Delporte, Vice-Président du conseil  
Scientifique chargé de la recherche et du  
développement scientifique  
Réf : JLV/CD/MC/DREDDVal 14-124*

Monsieur Didier Houssin  
Président  
Agence dévaluation de la Recherche et de  
l'enseignement supérieur  
20 rue Vivienne - 75002 PARIS

**Réf. : S2PUR150008318 – GROUPE D'ETUDE DE LA MATIERE CONDENSEE - 0781944P**

Objet : Evaluation des unités de recherche : Volet Observations de portée générale


Monsieur le Président,

Nous avons pris connaissance avec le plus grand intérêt du rapport de l'AERES concernant la demande de renouvellement de l'unité mixte de recherche (UMR 8635), dénommée « GROUPE D'ETUDE DE LA MATIERE CONDENSEE », portée par M. Niels Keller.

Nous considérerons les remarques et recommandations de l'AERES dans le développement de la politique scientifique et l'organisation de la recherche de notre Université pour la période quinquennale 2015-2019 dans le contexte de l'Université Paris-Saclay et notamment à accompagner, avec le CNRS, le laboratoire GEMaC.

Nous vous adressons ci-joint les observations et commentaires du porteur de ce projet formulés au regard du rapport de l'AERES.

Nous vous prions de croire, Monsieur le Président, à l'expression de nos cordiales salutations.

  
Jean-Luc Vayssière  
Professeur des universités

UNIVERSITÉ DE  
VERSAILLES  
ST-QUENTIN-EN-YVELINES





## Observations concernant le rapport d'évaluation de l'UMR8635 (GEMaC)

Objet : Rapport d'évaluation de l'AERES - S2PUR150008318 - GROUPE D'ETUDE DE LA MATIERE CONDENSEE - 0781944P

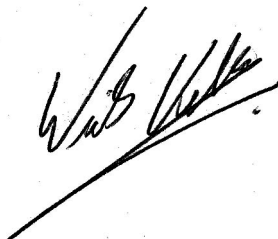
Après lecture du rapport d'évaluation, nous souhaitons formuler deux observations :

1/ Le rapport fait apparaître une appréciation concernant les ressources financières du laboratoire. Notamment, il est constaté que « - les ressources financières hors dotation des tutelles trop faibles, surtout compte tenu de la baisse prévisible de l'ANR et des dotations FEI » (p.4) et « Les ressources propres sont aujourd'hui proportionnellement au budget de fonctionnement total de l'unité, très faible » (p.9).

Cette prise de position sous-entend que le laboratoire n'a quasiment pas de réussite dans l'obtention de ressources contractuelles. Pour la période 2008-2013 le GEMaC disposait d'un budget de 7,039 MEuros hors masse salariale, dont 41,4% FEI des tutelles (y compris 5% pour l'infrastructure et 5% pour l'installation du laboratoire) et 58,5% de ressources contractuelles. L'origine de ces ressources contractuelles est très variée et non-monolithique comme le fait entendre le rapport : 21% contrats région, 36% contrats d'agence, 26% de contrats industriels, 2% contrats internationaux et 15% contrats de prestation. Il y a, comme constaté dans le rapport, une faiblesse au niveau de ressources venant de l'international.

2/ Le rapport fait état sur le positionnement du laboratoire dans le contexte de la création de l'IDEX UPSay. Dans l'appréciation sur l'unité sont marqués un point fort (p.4) « expertise en matériaux (au sens large) reconnue permettant un positionnement clair au sein de l'UPSay », un point faible (p.4) « positionnement à l'UPSay encore flou, avec forte crainte des personnels » et une recommandation « ne pas être passif vis à vis de l'UPSay. Définir le positionnement du laboratoire de façon claire, se placer en acteur complémentaire des autres partenaires et imposer cette vision ».

Le laboratoire fait valoir dans toutes les instances existantes et en création dans le périmètre de l'UPSay sa spécificité autour de l'expertise en matériaux (au sens large). Le laboratoire est partenaire fondateur d'une nouvelle école doctorale « Interfaces » (en création pour le 1/1/2015) et y anime l'axe autour des matériaux. Le laboratoire participe au master 2 Nanosciences. Par ailleurs, il participe à la création de la mention du master de Physique de l'UPSay ainsi qu'à la création d'un nouveau master « Matériaux » toujours dans le périmètre UPSay. Le laboratoire est entièrement intégré dans deux projets labex (NanoSaclay et Charmmat). Nous sommes impliqués comme animateur du thème « Nano-sources quantiques » dans le premier et comme co-responsable de l'axe « Matériaux actifs » dans le dernier.



Niels Keller  
Directeur GEMaC  
27/3/2014

Sous la cotutelle de

