

## RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

CRHEA - Centre de recherche sur  
l'hétéroépitaxie et ses applications

### SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université Côte d'Azur - UCA, Centre national de  
la recherche scientifique - CNRS

---

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023**  
VAGUE C



Au nom du comité d'experts<sup>1</sup> :

Etienne GHEERAERT Président du comité

Pour le Hcéres<sup>2</sup> :

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. Etienne GHEERAERT, Université Grenoble Alpes

Mme Marie-Paule BESLAND, CNRS Nantes

Mme Sonia BUFFIERE, Université de Bordeaux (représentante personnel d'appui à la recherche)

**Expert(e)s :**

Mme Maria Angeles CHAMARRO CALVO, Sorbonne Université, Paris (représentante du CoNRS)

M. Jean-François LAMPIN, CNRS Villeneuve d'Ascq

M. Philippe LECOEUR, Université Paris Saclay, Orsay

## REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Alain Ponton & Mme Laurence Pruvost

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

Nom : Centre de Recherche sur l'Hétéro-Épitaxie et ses Applications

Acronyme : CRHEA

Label et numéro : UPR 10

Nombre d'équipes : 4

Composition de l'équipe de direction : M. Philippe BOUCAUD

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies

ST2 Physique

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'activité du CRHEA combine l'épitaxie de matériaux, principalement des semi-conducteurs, la micro et la nanofabrication en salle blanche et la caractérisation avancée des matériaux et des dispositifs. Cette expertise permet d'avoir un impact reconnu dans plusieurs domaines associés à des défis sociétaux : sciences fondamentales en matière condensée, électronique, optoélectronique et photonique ; technologies de l'information et de la communication, transition énergétique ; matériaux et dispositifs pour les applications médicales et environnementales

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le CRHEA est une unité propre de recherche du CNRS (UPR) située dans le pôle technologique de Sophia-Antipolis (06). Le CRHEA a été créé en 1982 afin de développer les matériaux pour le photovoltaïque. Vers 1995, il a réorienté ses recherches vers les semi-conducteurs à large bande interdite, en particulier les semi-conducteurs GaN et III-nitrures qui représentent encore aujourd'hui une grande partie de son activité de recherche. Une forte activité sur les matériaux 2D est en train d'émerger. Cette UPR du CNRS a été transformée en « Unité Mixte de Recherche » (UMR) entre le CNRS et l'Université Côte d'Azur au premier janvier 2023.

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Pendant la période évaluée le CRHEA est une unité de recherche du CNRS, rattachée en principal à l'Institut de Physique (INP) et en secondaire à l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (INSIS). Les liens actuels avec l'Université Côte d'Azur se font par le biais de l'école universitaire de Recherche (EUR) « Basic Science and Engineering » (SPECTRUM) et de l'EUR « Digital systems for Humans » (DS4H) en tant que rattachement secondaire.

L'école doctorale de rattachement est celle des « Sciences Fondamentales et Appliquées – ED-SFA ». Le nombre d'étudiants formés dans les disciplines compatibles avec les activités de l'unité reste très faible, l'essentiel des étudiants viennent de l'extérieur, France ou étranger.

Le CRHEA est relativement isolé thématiquement au sein de l'Université de Nice Côte d'Azur. Seul le laboratoire INPHYNI est source de synergies locales, qui commencent à être exploitées. Le rôle du CRHEA est clairement national et européen, même s'il doit s'appuyer, dans la mesure du possible, sur des collaborations locales.

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

<b>Personnels permanents en activité</b>	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	6
Chargés de recherche et assimilés	10
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	20
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>40</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	6
Personnels d'appui à la recherche non permanents	4
Post-doctorants	0
Doctorants	23
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>33</b>
<b>Total personnels</b>	<b>73</b>

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 ».

<b>Employeur</b>	<b>EC</b>	<b>C</b>	<b>PAR</b>
CNRS	0	15	16
Université Côte d'Azur	4	0	0
Employeur privé	0	0	3
Autre employeur	0	0	1
CEA	0	1	0
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>20</b>

## BUDGET DE L'UNITÉ

Budget récurrent hors masse salariale alloué par les établissements de rattachement (tutelles) (total sur 6 ans)	4 211
Ressources propres obtenues sur appels à projets régionaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP Idex, i-site, CPER, collectivités territoriales, etc.)	896
Ressources propres obtenues sur appels à projets nationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP ONR, PIA, ANR, FRM, INCa, etc.)	7 438
Ressources propres obtenues sur appels à projets internationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues)	4 006
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.)	2 253
<b>Total en euros (k €)</b>	<b>18 804</b>

## AVIS GLOBAL

Le comité tient à souligner la grande clarté et la précision du document d'autoévaluation, la qualité et rigueur des présentations et la richesse des échanges avec tous les personnels tout au long de la visite sur site.

Le CRHEA est une unité de recherche dont le cœur de métier est l'épitaxie de matériaux, activité pour laquelle il est reconnu internationalement et occupe une place unique dans le paysage français. Par son expertise, la qualité de sa recherche et ses capacités d'élaboration, il anime la communauté française et même européenne sur le GaN. Avec l'industrialisation exponentielle de ce matériau semi-conducteur, et l'évolution progressive des objectifs scientifiques vers du développement technologique, le CRHEA a engagé une diversification de ses activités. C'est maintenant plus de la moitié de l'unité qui se focalise sur des thèmes émergents, comme les matériaux 2D, le quantique ou les métasurfaces. Ces nouveaux thèmes s'appuient encore peu sur l'expertise en épitaxie, ADN du laboratoire. C'est la valorisation de son savoir-faire qui permettra au CRHEA de proposer des systèmes, par exemple quantiques ou 2D, aux propriétés à l'état de l'art, pour servir la communauté française et internationale. Cette capacité à s'adapter à de nouveaux systèmes a été démontrée par le projet sur la croissance du ZnO, qui a été menée à bien en un temps record, grâce aux 40 ans d'expérience en épitaxie. À noter que pour cette diversification, le CRHEA a su attirer à lui d'excellents jeunes chercheurs, démontrant sa capacité à mobiliser ses ressources pour faire émerger de nouvelles thématiques dans de très bonnes conditions. Il est aussi à souligner une prise de risque significative sur ces nouvelles thématiques. C'est clairement la grande réussite de cette mandature d'avoir diversifié avec succès les activités de l'unité, en cohérence avec son histoire et ses ressources.

La présence de l'unité est importante dans des comités d'organisation et dans des comités scientifiques des conférences majeures de son domaine scientifique aux niveaux national et international, la participation à des instances d'évaluation nationales. L'attractivité et le rayonnement de l'unité se traduisent par le fort pourcentage de recrutement à l'international et par l'accueil des chercheurs en mutation, dont un, au cours de 2022. Les équipes sont fortement sollicitées pour des participations à des projets de recherche et récemment dans plusieurs programmes PIA dont des PEPR nationaux, ceci en lien avec la forte expertise du CRHEA en élaboration ou nanostructuration de (nouveaux) matériaux par épitaxie.

L'unité a de très nombreux contrats industriels, et une très forte activité de valorisation (brevet et start-up). C'est essentiellement lié à l'énorme expérience acquise sur le GaN, mais pas seulement (les métasurfaces par exemple). À noter aussi l'accueil d'entreprises au sein de l'unité, dans le cadre de collaboration scientifique ou seulement d'accès aux équipements.

La transformation en UMR, effective depuis le 1er janvier 2023, n'a pour l'instant rien changé au fonctionnement de l'unité. Le CRHEA était déjà inclus dans le périmètre de recherche de l'Université de Nice Côte d'Azur (UCA), accueillants enseignants-chercheurs, doctorants et bénéficiant des supports offerts par l'Idex. D'un point de vue scientifique, le rapprochement avec le laboratoire INPHYNI sur le thème quantique est à souligner, nul doute que d'autres synergies avec l'UCA seront à saisir sur d'autres thèmes lors de la nouvelle mandature. Cette transformation en UMR est aussi l'occasion de s'impliquer davantage dans la formation à l'université, au niveau master comme doctoral, pour donner plus de visibilité et d'attractivité, et profiter de tout le support offert par l'université et par son Idex.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

## A – PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

*Poursuivre la politique engagée avec ses partenaires visant à publier régulièrement dans des journaux à très fort impact. Contribuer activement à la vision prospective nationale et européenne autour des nouveaux matériaux.*

Recommandation parfaitement prise en compte. Au cours de la période, près de vingt publications ont été faites dans des revues de grand renom : deux dans Science, deux dans Nature Technology, une dans Nature photonics, quatre dans Nature Light Science & applications, deux dans Science Advances, six dans Nature Communications, etc. Dans la plupart des cas, les chercheurs du CRHEA étaient auteurs-correspondants. C'est une excellente performance de l'ensemble de l'unité, au-delà de l'activité « Métasurfaces » productive à un niveau exceptionnel. Le CRHEA est maintenant fortement engagé dans les matériaux 2D avec un rôle important au niveau national à travers le projet EquipEx NANOFUTUR et à travers le PEPR sur l'électronique.

*La fin programmée du Labex GANEX doit être anticipée dès maintenant.*

Recommandation prise en compte : Le labex GANEX a été renouvelé avec succès en 2020 pour une durée de quatre ans, c'est maintenant un labex national, supporté par le budget Idex de l'UCA jusqu'en 2024. La fin programmée de ce Labex 2 GANEXT apporte un risque scientifique modéré pour le laboratoire compte tenu de la diversification des activités de recherche du CRHEA engagées au cours de la période écoulée. Cependant l'utilisation des moyens du labex reste à construire pour garder une visibilité sur les thématiques scientifiques autour du GaN.

*Poursuivre l'excellente implication de l'unité dans le domaine de la valorisation et des relations avec l'industrie. Évaluer les retombées indirectes liées à ses actions.*

Recommandation parfaitement prise en compte : La valorisation et les relations avec les entreprises sont toujours aussi intenses, sinon plus. L'unité mesure l'ampleur des retombées directes (co-financement du TEM, installation du réacteur MBE 8 pouces...) ou indirectes (recrutement de docteurs...).

*Poursuivre une politique proactive de recherche de financements, et à ne pas hésiter à soumettre d'autres projets à l'ERC.*

Recommandation parfaitement prise en compte : Une démarche proactive a clairement été mise en place, avec quatre projets ERC soumis (dont un avec succès, et un en évaluation). Au regard de la taille de l'unité c'est très satisfaisant, et à poursuivre.

*Poursuivre l'affichage de priorités claires concernant la jouvence des équipements d'analyse physique.*

Recommandation parfaitement prise en compte : Un plan de renouvellement a été établi, et les sources de financement trouvées. Presque tous les équipements identifiés ont été renouvelés. De nouvelles priorités ont été identifiées. C'est un point critique pour le laboratoire qui s'appuie sur son savoir-faire expérimental, qui doit être poursuivi.

*Veiller au maintien de compétences en rapport avec les départs en retraite prévisibles durant la prochaine période.*

Recommandation parfaitement prise en compte : Une analyse de la gestion programmée des emplois et des compétences (GPEC) a été effectuée. Le recrutement des ingénieurs travaillant sur les équipements de soutien à l'activité scientifique (Bap B et C) a été priorisé.

*Il convient de réactiver les possibilités de financements Cifre dans la perspective de la fin du labex GANEX.*

Recommandation prise en compte : six thèses Cifre ont été obtenues pendant la période, auxquelles s'ajoutent des thèses en partenariat avec le LETI (CEA).

*La participation des membres du laboratoire à l'enseignement et l'utilisation des moyens du laboratoire à des fins d'enseignement peuvent être un levier pour renforcer l'ancrage de l'unité dans le paysage universitaire local.*

Recommandation prise en compte avec succès relatif : La motivation pour s'impliquer dans les actions de l'université est claire, mais en pratique c'est difficile. Cela reste un challenge pour la nouvelle mandature.

*Développer une réflexion significative de ressourcement thématique.*

Recommandation parfaitement prise en compte : C'est la grande réussite de la mandature. Diversification des thématiques de recherche, avec accueil de jeunes chercheurs à fort potentiel.

*Consolider l'ancrage du laboratoire au sein du paysage universitaire local en évolution.*

Recommandation prise en compte avec succès relatif : La motivation des chercheurs pour s'impliquer dans les actions de l'université est claire, mais en pratique reste difficile compte tenu du peu de formations en liens forts avec les activités du laboratoire au sein de l'UCA. Le passage en UMR de l'unité à partir de janvier 2023 apporte un levier supplémentaire pour renforcer son ancrage au sein de l'écosystème universitaire en évolution.

## B – DOMAINES D'ÉVALUATION

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

#### Appréciation sur les ressources de l'unité

Le CRHEA est une petite unité, organisée de façon optimale, sans recours à des personnels contractuels. Les ressources financières contractuelles sont très élevées, et illustrent l'excellent taux de réussite aux appels à projets et l'activité importante de valorisation. Néanmoins, le taux de prélèvement sur contrat très faible ne laisse que très peu de marge de manœuvre à l'unité pour sa politique scientifique, et la rend vulnérable aux aléas comme la montée du coût de l'énergie. Les ressources immobilières sont très contraintes, ce qui implique des choix dans l'allocation des locaux pour des projets scientifiques ou pour des actions de valorisation (accueil des entreprises partenaires au sein de l'unité).

#### Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Les objectifs scientifiques sont clairs, en adéquation avec les ressources de l'unité, et en évolution pour s'adapter au contexte scientifique, en particulier dans le domaine des semi-conducteurs à grand gap.

#### Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Le CRHEA est une petite unité fonctionnant avec une organisation simple et légère. La direction s'appuie essentiellement sur son conseil de direction, composé des quatre responsables d'équipes, pour ses prises de décisions. Le conseil d'unité a été renouvelé en 2018, avec 50 % de membres élus et 50 % nommés. Les assemblées générales ne sont pas programmées régulièrement, mais en fonction de l'actualité. Ces dernières offrent un espace de discussion ouvert et contradictoire.

*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

Le CRHEA est une petite unité de recherche, composée de 34 permanents (14 chercheurs, 3 enseignants-chercheurs, 17 ingénieurs, techniciens et administratifs). L'unité est organisée de façon optimale de façon à ne pas avoir recours à des personnels contractuels pour aider à sa gestion et notamment à celle de ses nombreux contrats.

Les ressources financières récurrentes sont quasi totalement issues du CNRS et stables pendant toute la période, autour de 525 k€. L'essentiel des ressources provient des contrats de recherches type ANR, IPCEI, H2020, pour environ 3 M€/an, et des contrats industriels pour 400 k€/an environ. Ces ressources propres sont très élevées, attestant d'un excellent taux de réussite aux appels à projets et d'une activité importante de valorisation. La dotation récurrente de l'université reste faible, toutefois celle-ci soutient le CRHEA par des actions spécifiques.

La transformation en UMR pourrait ouvrir des possibilités en financement récurrent, et obtention de postes BIATSS et autres ressources de l'UCA.

## Points faibles et risques liés au contexte

Les ressources immobilières sont limitées, sans possibilité d'extension à cause de son implantation sur un site exceptionnel, mais très protégé. La dernière extension a été celle d'un nouvel espace expérimental de 40 m<sup>2</sup> (travaux en cours d'exécution en 2023), et ce sera la dernière. Des choix parfois difficiles seront à faire, et ont déjà été faits, dans l'allocation des locaux pour des projets scientifiques ou pour des actions de valorisation (accueil des entreprises partenaires au sein de l'unité).

Si le budget de l'unité est très élevé, celui-ci est néanmoins presque intégralement affecté aux équipes pour honorer leurs contrats de recherches. Le taux de prélèvement sur contrats est de 4 % seulement, ce qui apporte 50 à 70 k€ par an. La facturation aux équipes des frais de caractérisations et de SB amène en moyenne 80 k€ par an, budget disponible pour soutien à des priorités scientifiques ou frais d'infrastructures. Les entreprises hébergées contribuent pour 20-30 k€/an total. Au total, c'est 170-200 k€ disponibles par an pour l'unité. Si ce montant a pu suffire ces dernières années, il est difficile de mettre en place une politique scientifique au niveau de l'unité. De même, des aléas comme l'augmentation du coût de l'énergie peuvent mettre l'unité dans une situation difficile.

Il est précisé que ce fonctionnement est appelé à évoluer, notamment en lien avec les nouvelles directives du CNRS et avec la transformation en UMR.

### *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

L'unité fait apparaître trois priorités scientifiques claires, en plus du développement des capacités d'élaboration en salle blanche : les matériaux 2D, les technologies quantiques et la valorisation des recherches sur le GaN.

Les deux premières priorités traduisent la nouvelle orientation thématique du laboratoire, au-delà de l'activité traditionnelle sur le SiC et le GaN où l'unité a démontré son excellence. Ces thèmes sont tout à fait pertinents, à la fois parce qu'ils constituent un champ de la connaissance à explorer, répondant à des enjeux sociétaux clairement identifiés, mais aussi parce qu'ils peuvent s'appuyer sur le savoir-faire de l'unité en épitaxie et synthèse de matériaux semi-conducteurs en général.

Pour la troisième priorité, le GaN est effectivement un matériau qui est passé en phase industrielle. L'expérience acquise par l'unité est très précieuse, à l'état de l'art et encore à un très fort potentiel de valorisation. Le transfert vers la start-up EASYGAN comme vers les autres partenaires industriels est donc essentiel.

## Points faibles et risques liés au contexte

Si la valorisation des activités sur le GaN est essentielle et apparaît naturellement comme une priorité de l'unité, la montée en puissance de l'industrie du GaN va petit à petit faire évoluer l'activité vers une mission de support au développement industriel, au détriment de l'activité scientifique. Une vigilance est à garder sur le contenu scientifique des activités sur le GaN.

De même, si la diversification de l'unité vers le quantique et les matériaux 2D s'engage avec réussite, une réflexion sur le ressourcement thématique post-GaN, comme les semi-conducteurs UWBG (*Ultra Wide Band Gap semiconductors*) est insuffisante pour préparer en douceur cette transition.

### *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

L'unité s'appuie sur la procédure HRS4R pour le recrutement des personnels pour la protection de son patrimoine scientifique et technique.

L'environnement de travail de l'unité est à haut risque, avec gaz, produits chimiques, équipements sous vide et salle blanche. L'unité prend très au sérieux la sécurité, et agit préventivement avec le support financier de l'INP. Très peu d'incidents sont relevés pendant la période.

Même si l'équilibre des genres n'est pas respecté parmi les chercheurs et enseignants-chercheurs, quatre femmes pour treize hommes, cela reste raisonnable pour le domaine scientifique de l'unité. De même pour les ingénieurs techniciens et administratifs avec cinq femmes pour onze hommes (dont 3 administratives).

On peut noter le recrutement de deux femmes parmi les quatre derniers recrutements. La présence de deux femmes parmi les quatre responsables d'équipe illustre aussi la volonté de promotion des femmes au sein de l'unité.

Une démarche de mesure de l'empreinte carbone a été engagée avec succès, dès 2019, en s'appuyant sur les outils proposés par le consortium labo 1point5. Une stratégie de réduction de la consommation a été engagée par la direction, avec installation de panneaux à eau chaude solaire, isolation thermique, optimisation des CTA... L'analyse de l'empreinte carbone progresse, avec la prise en compte des codes NACRE des achats. Une commission composée de trois référents est en place.

Une cellule « Qualité de Vie » dénommée QVCRHEA vient d'être mise en place. C'est une action très importante pour la prévention des RPS.

### Points faibles et risques liés au contexte

L'unité n'a pas de démarche proactive pour équilibrer les genres. Si c'est effectivement le CNRS et l'UCA qui décident *in fine* du recrutement des personnels, tous les candidats se seront approchés du CRHEA pour un ensemble de raisons, dont l'unité maîtrise l'essentiel. L'attractivité de l'unité est dans ses mains, à 100 %. Attirer des non-permanents, par exemple doctorantes et post-doctorantes, se traduira naturellement par une attractivité pour le recrutement de permanents, et donc un rééquilibrage dans la balance des genres.

La mise en place récente de la cellule QVCRHEA est une étape importante, mais sa tâche reste difficile, une cellule de trois personnes n'est jamais vraiment neutre dans une petite unité. Une évaluation de son efficacité sur les années à venir pourrait permettre de la faire évoluer, le cas échéant.

Pour le pôle administratif, et dans un contexte avec un nombre de personnels croissant et un nombre de projets et contrats croissant, il faut noter le futur départ à la retraite de deux de ses trois personnels techniques.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

### Appréciation sur l'attractivité

La présence de l'unité est importante dans les comités d'organisation et comités scientifiques des conférences majeures de son domaine scientifique aux niveaux national et international, tout comme la participation à des instances d'évaluation nationales. L'attractivité internationale de l'unité se traduit par le fort % de recrutement à l'international et l'accueil de chercheurs en mutation dont un au cours de 2022. Les équipes sont fortement sollicitées pour des participations à des projets de recherche et récemment dans plusieurs programmes PIA dont des PEPR nationaux, ceci en lien avec la forte expertise du laboratoire en élaboration et/ou nanostructuration de (nouveaux) matériaux par épitaxie.

*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

La présence de membres du laboratoire au sein des conférences majeures de leur domaine scientifique est importante aux niveaux national et international, avec une présence dans quatorze comités d'organisation et 21 comités scientifiques.

Les chercheurs ont été éditeurs associés ou sont membres de bureau d'édition de journaux internationaux.

Plusieurs membres ont participé à des instances d'évaluation nationales (comités ANR et Hcéres).

Plusieurs prix et distinctions ont récompensé des travaux théoriques ou expérimentaux de chercheurs permanents et plusieurs étudiants ont été lauréats pour leurs travaux de thèse.

### Points faibles et risques liés au contexte

Les participations aux comités d'organisation ou aux comités scientifiques semblent concentrées sur un petit nombre de personnels, mais la participation des plus jeunes chercheurs est insuffisamment favorisée et incitée.

De même pour les participations aux instances d'évaluation nationales.

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

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'attractivité de l'unité apparaît également importante comme en atteste le fort pourcentage de recrutement de doctorants à l'international (66 % pendant la période concernée). Plusieurs jeunes chercheurs ont fait le choix de revenir au laboratoire après un séjour à l'étranger. Il en est de même au niveau national avec l'accueil de deux chercheurs suite à une mutation, dont un au cours de l'année 2022.

Plusieurs chercheurs internationaux ont été accueillis au sein de l'unité pour des séjours de quelques mois à deux ans (6 exemples sont cités dans le document d'autoévaluation).

Outre les équipements d'élaboration à l'état de l'art, des salles de caractérisations et une salle blanche de 200 m<sup>2</sup>, les activités du CRHEA bénéficient des compétences techniques et de personnels, techniciens et ingénieurs. Des compétences techniques de premier plan sont nécessaires dans le domaine scientifique concerné et le laboratoire reconnaît ce savoir-faire indispensable et encourage ses personnels dans l'accès à des promotions (on note 11 promotions de changement de corps ou de grade sur la période pour le personnel technique, trois promotions de chercheurs, trois passages chercheurs Hors Classe, un recrutement MCF et une promotion au grade de professeur avec un départ dans une autre université).

### Points faibles et risques liés au contexte

Pour les doctorants et post-doctorants, en particulier les étrangers et nouveaux arrivants, les liens UCA ne sont pas suffisamment visibles et mis en avant au niveau du laboratoire, tout comme les possibilités d'accueil en termes d'hébergement, de transport, de formation...

## *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 forte expertise du CRHEA en élaboration contrôlée de matériaux épitaxiés ou nanostructurés conduit à de nombreuses sollicitations pour des participations à des programmes nationaux ou européens (ANR, FLAG-ERA, Fet-Open, ERC, H2020, STREP, IPCEI...).

Depuis 2016, le CRHEA a participé à vingt-neuf projets financés par l'ANR dont treize portés par un chercheur du laboratoire : on rappelle qu'environ 85 % du budget du laboratoire est d'origine contractuelle. L'unité est fortement impliquée dans de nombreux projets du PIA : le labex GANEX (1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> phase), déjà évoqué, mais également le programme EquipEx+ NANOFUTUR pour un réacteur destiné à la croissance de matériaux 2D, projet IPCEI avec STMicroelectronics et SOITEC, et depuis 2022 dans trois projets PEPR nationaux d'accélération : PEPR Quantum, PEPR TASE, PEPR Electronics en tant que partenaire d'un ou plusieurs projets ciblés.

Des financements sont obtenus sur des appels régionaux pour des contrats de thèse ou du co-financement de gros équipements, comme, par exemple, le nouveau microscope en transmission ou le CPER PERTINENCE.

Une partie non négligeable du soutien financier est obtenue grâce à des partenariats industriels et notamment avec les sociétés RIBER et Saint-Gobain par la mise à disposition de réacteur d'épitaxie de dernière génération permettant d'accueillir des substrats de taille industrielle (8 pouces). Plusieurs start-ups, dont une issue du laboratoire, sont hébergées dans les locaux du CRHEA.

### Points faibles et risques liés au contexte

Rien à mentionner.

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

### Points forts et possibilités liées au contexte

Certains gros moyens de caractérisation ont été renouvelés : en 2017, un AFM a été installé pour seconder un ancien équipement datant de 2001 (seconde main) et au CRHEA depuis 2006.

De plus, en 2021, un TEM/STEM haute résolution a été acheté grâce à un consortium de sept laboratoires académiques locaux et d'une entreprise (IMRA Europe), projet coordonné par un membre du SCR. Cet appareil permet de réaliser des caractérisations structurales et chimiques à l'état de l'art (résolution de 70 pm à 200 kV).

Le renouvellement du diffractomètre à Rayons X (DRX), pour remplacer celui de 2008, reste la priorité numéro une et est en cours avec un plan de financement prévu (PEPR PIA4 programme, UCA Idex programme).

En ce qui concerne les moyens de la salle blanche, non renouvelés depuis vingt ans, une ICP-RIE a été achetée en 2020 et afin de répondre aux thématiques émergentes. Un projet CPER est en cour pour l'achat d'une PECVD et d'une nouvelle lithographe à faisceaux d'électrons (montant de 2,5 M€)

Enfin, de par le nombre et les qualifications du personnel technique au sein du SCR (1 CR et 6 ingénieurs au cours de la période évaluée), ce service est un pôle offrant un niveau d'expertise large et de très haut niveau.

### Points faibles et risques liés au contexte

Il faut noter le vieillissement de certains autres moyens de caractérisation comme les deux MEB actuels qui datent respectivement de 2004 et 2011. Le laboratoire planifie ce renouvellement du MEB/EDS et l'affiche comme seconde priorité.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

### Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique de l'unité est excellente tant au niveau de la quantité que de la qualité, avec une moyenne voisine de trois publications par an et par chercheur permanent et un nombre significatif de publications dans des journaux à fort impact. Les formats de valorisation sont diversifiés (articles dans des revues de bon niveau, participation et éditions d'actes de conférences spécialisées, chapitres dans des ouvrages spécialisés, brevets). L'unité met en pratique les préconisations des tutelles en termes de politique de diffusion (70 % des publications 2016-2021 sont en Open Access).

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'unité est excellente en qualité et en quantité : environ 260 publications pour un total de dix-sept chercheurs et enseignants-chercheurs, dont 30 dans des journaux avec forte renommée et un petit nombre (7) dans des journaux plutôt de spécialité.

Le nombre de communications orales invitées atteste également de l'intérêt soutenu, porté aux recherches de l'unité (78 pendant la période).

Les activités de l'unité s'appuient sur un fort partenariat avec de grands groupes (Riber, Saint Gobain) et des start-ups (EasyGaN...) et l'unité sait valoriser ses recherches en protégeant la PI, comme en attestent les vingt brevets déposés au cours de la période.

Il faut noter que la nouvelle thématique sur les métasurfaces a largement participé au rayonnement du CRHEA avec des publications remarquées dans *Science*, *Nature Nanotechnology*, *Optica*, *Nature Communications* qui ont donné lieu à de nombreuses communications orales invitées (40). Certains articles sont fortement cités : 770 citations pour l'un depuis 2017 et 167 pour un autre depuis 2019 ; le dernier étant consacré à la mise en œuvre d'une technique de croissance originale par sublimation, technique ayant fait l'objet d'un brevet pendant la période.

#### Points faibles et risques liés au contexte

Rien à signaler.

### *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

La production scientifique de l'unité apparaît bien répartie entre les trois équipes et entre les différentes thématiques développées, avec un rythme de publication homogène et un taux de publication moyen voisin de trois publications par an par chercheur permanent (3,33 pour 2 équipes et 2,84 pour la 3e équipe).

Le nombre conséquent d'études développées en lien avec le monde socio-économique conduit à un grand nombre de dépôts de brevet : vingt pendant la période 2016-2021, ce qui est excellent pour une unité de cette taille.

## Points faibles et risques liés au contexte

Rien à signaler.

### *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

La direction et les chercheurs de l'unité pratiquent une réelle intégrité scientifique. L'usage d'un cahier de laboratoire est systématique. Les règles de gestion des données sont respectées. La protection des données est assurée.

Les doctorants et post-doctorants sont associés, aux productions scientifiques en lien avec leurs travaux de thèse, et en bonne place dans la liste des co-auteurs. La participation des doctorants et post-doctorants à des conférences internationales est validée en amont par les encadrants.

L'unité applique une politique partagée où la contribution des co-auteurs à un article doit être significative : certains chercheurs déclinent de faire partie des auteurs considérant leur contribution comme marginale. L'accent est mis sur les contributions réelles et les chercheurs ont atteint une autorégulation dans ce domaine.

L'unité a fourni un effort conséquent pour faire référencer le maximum de sa production scientifique dans le portail HAL. L'unité met en pratique les préconisations des tutelles en termes de politique de diffusion, ainsi 70 % des publications 2016-2021 sont en Open Access.

## Points faibles et risques liés au contexte

Rien à signaler

## DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

L'unité a de très nombreux contrats industriels, et une très forte activité de valorisation (brevet et start-up). C'est essentiellement lié à l'énorme expérience acquise sur le GaN, mais pas seulement (les métasurfaces par exemple). À noter aussi l'accueil d'entreprises au sein de l'unité, dans le cadre de collaboration scientifique ou seulement d'accès aux équipements. Le CRHEA participe à la fête de la science, a fait une vidéo de vulgarisation, et ses doctorants participent à « ma thèse en 180 s ».

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a une très bonne réputation et a établi de nombreuses interactions avec les entreprises, leur apportant une contribution de très haut niveau scientifique et technique, avec fort enjeu sociétal. D'une façon générale, le niveau d'activité est particulièrement élevé pour une petite unité.

L'interaction se fait sous des formes diversifiées : contrat de recherche direct avec l'entreprise, collaboration dans le cadre d'un financement public national ou européen, brevets et licences, accueil d'entreprises au sein de l'unité, création de start-up. L'essentiel de ces relations est autour de la thématique du GaN, mais une action intéressante est en cours sur les métasurfaces avec un projet de start-up. À noter aussi une diversification des applications du GaN vers l'instrumentation médicale et le photovoltaïque.

L'unité est ouverte aux entreprises extérieures, comme la start-up KLEARIA (microfluidique), la société IMRA Europe pour ses besoins en analyse TEM ou encore la société NOVASIC qui a deux personnes au sein de l'unité dans le cadre des projets de recherches en commun.

## Points faibles et risques liés au contexte

La demande des entreprises sur la thématique GaN s'éloigne petit à petit des capacités et compétences de l'unité, au fur et à mesure que les équipements industriels d'épitaxie se développent. De plus, les échelles de temps sont différentes, et les niveaux de TRL s'éloignent. Le domaine de recherche du CRHEA est très exigeant en termes de ressources techniques, de ressources financières et de moyens humains.

Les activités ne sont pas toujours en phase avec les thèmes de recherches (microfluidique par exemple), et l'espace limité pourrait contraindre l'ouverture aux entreprises extérieures.

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

### Points forts et possibilités liées au contexte

Toutes les activités sont en phase avec les enjeux sociétaux, et les résultats sont très bien valorisés, sous différentes formes, pour être utilisés dans la société. C'est une démarche traditionnelle, bien ancrée dans l'ADN de l'unité, qui se retrouve sur les thématiques nouvellement développées. C'est une grande force de l'unité.

### Points faibles et risques liés au contexte

Comme mentionné par les équipes OPTO et ELECTRO pour la thématique GaN, la demande des entreprises s'éloigne petit à petit des capacités et compétences de l'équipe, au fur et à mesure que les équipements industriels d'épitaxie se développent et que les entreprises montent en TRL.

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

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les chercheurs de l'unité, essentiellement de l'équipe OPTO, ont pris part à l'organisation d'un forum européen sur le développement des LED (Forum LED Europe) à destination du grand public et des entreprises pendant plusieurs années, et ont animé conférences et débats publics sur le sujet au niveau régional.

L'unité contribue très significativement à l'événement annuel de la fête de la science, et à la vulgarisation du travail des doctorants par le concours « Ma thèse en 180 s » ou autres.

### Points faibles et risques liés au contexte

La faible taille de l'unité fait que les actions envers le grand public sont naturellement limitées.

## C – RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Si la diversification est une réussite de la mandature, celle-ci s'appuie encore peu sur l'exceptionnel savoir-faire en épitaxie. Il conviendra d'être vigilant pour valoriser le savoir-faire dans les nouvelles études, à l'image de ce qui se met en place pour l'élaboration de matériaux 2D.

Le comité suggère de mettre en place une évaluation, à mi-mandat, de la nouvelle organisation du laboratoire, en s'appuyant sur une consultation large des personnels.

Le comité recommande de suivre et d'évaluer la cellule QVCRHEA quant à son efficacité et au besoin réajuster son fonctionnement.

L'unité dispose d'un parc exceptionnel de machines de croissance, qui implique un coût de fonctionnement très élevé, et d'un parc, en partie vieillissant, d'équipements de caractérisation (même s'il faut saluer la réussite des opérations de jouvence de cette mandature). Avec l'industrialisation du GaN, le volume des contrats de recherche scientifique pourrait se réduire. Un nouvel équilibre financier est à trouver pour maintenir les équipements au plus haut niveau.

L'unité est encouragée à repenser la gestion des ressources en appui de sa politique scientifique et pour faire face aux aléas, comme la montée du coût de l'énergie : le faible taux (4 %) de prélèvement sur contrats est insuffisant il pourrait être augmenté.

Le comité recommande de maintenir la dynamique des équipes par-delà les modes de financement inhérents aux appels à projets qui ciblent, en général, des thématiques émergentes.

La procédure mise en place par les équipes Nano et OPTO pour la relecture en interne, avant soumission par des personnes non co-auteurs des articles, pourrait être étendue à tout le laboratoire.

Le laboratoire doit anticiper une éventuelle fin du GANEX en 2024.

L'unité devra anticiper le départ à la retraite de deux personnes du pôle administratif étant donné le un contexte de travail de plus en plus chargé (nombre de personnels non permanents de projets et de contrats qui augmentent).

## *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

L'unité est encouragée à mettre en place d'un circuit d'entrée bilingue pour accompagner au mieux les nouveaux entrants, permanents ou non. Le circuit pourrait inclure des informations sur les services proposés par l'UCA, des pistes pour les logements et autres informations liées à l'installation d'un nouvel arrivant.

Il faut dresser un bilan des possibilités en ressources immobilières sur le site actuel : le PLU étant figé, le développement du CRHEA est lié à sa capacité à augmenter sa surface. Des possibilités dans d'autres bâtiments avec l'UCA sont à envisager.

Le comité recommande à l'unité de s'impliquer dans la formation à l'UCA pour favoriser l'émergence d'un vivier d'étudiants au profil compatible avec les thématiques du laboratoire, tout en maintenant l'attractivité nationale et internationale.

## *Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique*

Il faut maintenir l'équilibre entre les publications à des communautés expertes, telles que l'épitaixie, et les revues à fort impact qui sont la signature des avancées scientifiques du laboratoire.

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

L'unité devra bien identifier des interlocuteurs et renforcer le lien avec les services administratifs de l'UCA.

Le comité encourage l'unité à enrichir le lien avec la formation à l'UCA et de se rapprocher des services de formation des différentes composantes de l'UCA, afin de mieux connaître leur mission et la diversité de leurs besoins.

Il faut encourager les actions pour attirer des étudiants avec des compétences compatibles avec les activités du CRHEA. C'est peut-être s'impliquer dans des projets de formation comme le master en photonique par apprentissage en gestation, ou par une démarche proactive de mise en place de nouvelles formations.

Le comité recommande d'encourager une plus grande implication des personnels techniques à l'UCA (enseignements, travaux pratiques, journées de vulgarisation...).

L'unité doit accompagner davantage les étudiants en thèse : utiliser le comité de suivi et son représentant extérieur au CRHEA, et encourager une implication plus importante du doctorant dans les activités de l'UCA.

# ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

**Équipe 1 :** Electro  
Nom du responsable : M. Yvon CORDIER

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe ELECTRO a une expertise reconnue au niveau national et international dans l'épitaxie de structures de transistors à effet de champ à haute mobilité à base de matériaux semi-conducteurs à grande bande interdite principalement à base de GaN et SiC. L'équipe s'est également intéressée aux hétérostructures à base de ZnO/ZnMgO pour le transport vertical comme les lasers à cascade quantique en collaboration avec l'équipe OPTO. L'étude de la croissance de SiC a donné lieu à des hétérostructures innovantes de SiC sur Si permettant la réalisation de MEMS pour environnements sévères. La croissance de graphène sur SiC par CVD a également été abordée et des couches uniformes sur grande surface ont été obtenues. L'étude d'autres matériaux 2D comme MoS2 est également envisagée pour la réalisation de composants électroniques comme des transistors ou des diodes.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations du précédent rapport portaient sur :

*La stratégie de valorisation de matériaux relativement bien connus (GaN, SiC) via des partenariats avec des laboratoires « composants et études physiques » :* celle-ci a été poursuivie avec succès. De nombreuses publications en ont découlé. Le lancement d'un sujet plus prospectif (croissance de graphène par CVD et réalisation d'hétérojonctions) a également permis une valorisation dans des journaux à fort impact. L'exploration de nouveaux matériaux 2D pour les applications électroniques montre une poursuite dans cette voie.

*L'anticipation de la fin du labex GANEX (initialement prévue pour 2019) :* le prolongement de GANEX a différé l'évolution initialement envisagée. La forte expérience dans les hétérostructures à base de GaN et SiC continue d'être un atout et a contribué à la forte visibilité de l'équipe. Toutefois, les activités sur d'autres matériaux semblent en bonne voie et pourront contribuer à un renouvellement de thématiques de l'équipe.

*L'interaction avec le monde économique :* elle était jugée excellente, cet aspect a été poursuivi durant la période écoulée.

*L'interaction avec l'université qui pourrait être améliorée :* il semble que ce point n'a pas été beaucoup amélioré durant la période écoulée. Le contexte local semble peu propice et d'autre part le petit nombre de permanents par rapport aux nombres de contrats de l'équipe semble poser des difficultés à l'implication dans des enseignements en master ou auprès de l'école doctorale.

*Le développement d'un savoir-faire pour réaliser des composants basiques pour minimiser la dépendance vis-à-vis de partenaires :* ce point a été abordé, il semble que l'équipe est satisfaite des moyens disponibles en salle blanche et des possibilités de réalisation de « composants tests ».

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

<b>Personnels permanents en activité</b>	
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	2
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	4
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>7</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	2
Post-doctorants	0
Doctorants	6
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>8</b>
<b>Total personnels</b>	<b>15</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

La production scientifique de l'équipe est d'un très bon niveau. L'équipe ELECTRO est une petite équipe, mais elle est impliquée dans de nombreux contrats.

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe possède une forte expertise dans la croissance de matériaux semi-conducteurs à grands gaps (GaN, ZnO, SiC et graphène) par les techniques MBE et CVD ainsi qu'une expertise dans la conception des épitaxies pour certaines applications. L'équipe est de petite taille, mais est engagée dans de nombreux contrats académiques et industriels.

### Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe est relativement petite (3 chercheurs permanents, 1,5 ingénieurs permanents) et n'a qu'un seul HDR. La valorisation se fait par l'implication dans de nombreux contrats, en collaboration avec d'autres laboratoires. Le recrutement d'étudiants est relativement difficile.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Compte tenu de la fin de l'extension de GANEX, il est souhaitable de poursuivre les investigations concernant l'épitaxie des matériaux 2D (graphène, BN, TMDC) par les différentes techniques d'épitaxie.

Une réflexion sur une implication dans certains enseignements pourrait être menée, en lien avec les nouvelles thématiques développées (matériaux 2D par exemple).

Il est souhaitable que des chercheurs de l'équipe passent une HDR dès que cela sera envisageable.

Équipe 2 : Opto

Nom du responsable : M. Julien BRAULT

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe OPTO a une expertise reconnue aux niveaux national et international dans l'épitaxie en phase vapeur et sous jets moléculaires de matériaux semi-conducteurs à grande bande interdite et principalement à base de GaN et ZnO. L'équipe développe des hétérostructures innovantes avec l'objectif de réaliser des dispositifs optoélectroniques couvrant un large domaine du spectre électromagnétique du térahertz à l'ultraviolet. Les permanents de l'équipe au 31/12/2021 sont des chercheurs et ingénieurs CNRS (6 et 1,5 respectivement).

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations les plus importantes du dernier comité sont :

- 1) « Introduire de la diversification thématique ». : L'équipe a développé, en collaboration avec l'équipe NANO, une méthode de croissance de matériaux nanostructurés basée sur la sublimation sélective. Cette méthode a fait l'objet d'un dépôt de brevet en 2016. Il est au cœur de l'ANR NAPOLI (2018-2021) et du projet international avec NTT Japon. Ces études ont donné lieu à plusieurs publications dans des journaux à fort impact.

L'équipe a démarré des activités dans la thématique « technologies quantiques » en initiant la croissance épitaxiale du nitrure de Niobium avec comme objectif l'utilisation de caractéristiques supraconductrices du matériau dans des détecteurs à photons uniques et q-bit supraconducteurs. Dans ce cadre l'équipe est partenaire de l'ANR NIOBIUM. Finalement, en collaboration avec l'équipe NANO ou le CEA-LETI et en accord avec les nouveaux thèmes du CRHEA, l'équipe a démarré plusieurs études sur la croissance de nitrures sur des matériaux 2D grâce à l'utilisation de l'épitaxie de type *van der Waals*.

- 2) « Améliorer l'insertion locale ». Les propriétés non linéaires du GaN et AlGaN et ses applications sont la base de la collaboration avec l'Institut INPHYNI financée par l'ANR OPOINT (2020-2024). Une autre ANR, NANOGANUV (2015-2019) a financé une activité autour de la modélisation de la croissance de boîtes quantiques de nitrures.

L'équipe a établi une collaboration forte avec la Fédération Claude Lalanne (UCA) et le centre Antoine Lacassagne (Nice) dans le domaine biomédical pour le traitement de cancers en proposant des détecteurs à protons à base de GaN. Cette collaboration répond aux deux recommandations du comité précédent.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

<b>Personnels permanents en activité</b>	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	4
Chargés de recherche et assimilés	3
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	3
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>11</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	7
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>8</b>
<b>Total personnels</b>	<b>19</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

La production scientifique de l'équipe met en jeu des collaborations fructueuses au niveau du laboratoire, aux niveaux national et international et est d'un excellent niveau. Un autre domaine d'excellence de l'équipe est celui de la valorisation et les relations avec le monde industriel. Pendant la période examinée, le potentiel d'encadrement de l'équipe a beaucoup augmenté, mais le nombre de thèses soutenues reste stable.

### Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'équipe est d'un très bon niveau et met en jeu des collaborations fructueuses au niveau du laboratoire, aux niveaux national et international avec des résultats de tout premier plan comme :

- La fabrication par «sublimation sélective» de nanofils de GaN de grande qualité optique permettant l'obtention d'une émission laser jusqu'à la température record de 380 K. Ce nouveau procédé de fabrication tire bénéfice des propriétés anisotropes de l'évaporation du GaN. En collaboration avec l'équipe NANO, la technique a été également utilisée pour fabriquer des métasurfaces pouvant contrôler la polarisation et la phase de la lumière diffractée.
- L'observation de l'électroluminescence dans le domaine térahertz et jusqu'à température ambiante d'une hétérostructure à cascade quantique à base de ZnO. Ce résultat constitue un jalon vers l'obtention de lasers à cascade quantique.

Le dynamisme de l'équipe OPTO se traduit par des succès pour les projets internationaux ou les ANR. En particulier, le projet européen ZOTERAC a permis l'achat d'un nouvel équipement MBE.

Les indices de reconnaissance nationale et internationale sont excellents. Un membre de l'équipe dirige le labex GANEXT (2020-2024) qui est un réseau national de laboratoires français travaillant sur l'électronique et l'optique de nitrures des éléments III en fort partenariat avec le tissu industriel. Il est également à souligner la participation active des certains membres de l'équipe aux comités de programme de colloques et conférences d'ample audience dans la communauté de nitrures et ZnO. Dans la période examinée, cinq membres de l'équipe ont obtenu une promotion dans le milieu universitaire ou au CNRS.

L'équipe est excellente en valorisation avec le monde industriel. L'équipe a déposé cinq brevets. Le Labex GANEXT joue également un rôle essentiel dans ce domaine. Le savoir-faire développé par l'équipe OPTO sur la croissance par épitaxie par jets moléculaires de GaN sur silicium a conduit à la création en 2017 de la start-up EasyGaN dont la technologie innovante a été récompensée en 2019 par le prix national i-Lab et en 2018 par le prix « PME Innovante du Numérique SUD 2018 ». Cette start-up a bénéficié d'un accord de partenariat entre le CRHEA et RIBER SA qui a permis l'installation au CRHEA d'un bâti d'épitaxie à jets moléculaires industriel R&D partagé.

Le potentiel d'encadrement de l'équipe OPTO s'est accru de façon considérable pendant la période examinée : quatre membres de l'équipe ont soutenu leur HDR.

### Points faibles et risques liés au contexte

Malgré l'augmentation d'HDR, le nombre de thèses soutenues n'a pas augmenté par rapport à la période précédente. Onze doctorants ont été recrutés dans l'équipe dans la période dont deux ont abandonné et quatre ont soutenu leur thèse. La durée moyenne de la thèse est de 41 mois, durée légèrement supérieure à la moyenne du CRHEA.

Le potentiel d'ingénieurs et techniciens faisant partie de l'équipe a diminué. L'âge moyen de l'équipe est de 55 ans et le plus jeune membre a 41 ans.

La relation avec le monde universitaire s'est fortement affaiblie pendant la période examinée par le départ du seul enseignant-chercheur de l'équipe suite à une promotion dans une autre université.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe de repenser l'interaction avec le milieu universitaire, dans la continuité de la transformation en unité mixte du laboratoire, et suite au départ du seul enseignant-chercheur de l'équipe.

L'équipe doit réfléchir à la suite du labex GANEXT.

L'équipe devra être attentive à attirer des éléments qui peuvent permettre un meilleur équilibre hommes/femmes, enseignants-chercheurs/chercheurs, CNRS et chercheurs/ingénieurs et techniciens et diminuer l'âge moyen de l'équipe.

L'équipe doit continuer à travailler sur l'attractivité envers les doctorants et les postdoctorants.

**Équipe 3 :** Nano  
Nom du responsable : Mme. Blandine ALLOING

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Nano s'intéresse à la croissance épitaxiale de composés ou de nanostructures des familles de composés ZnO et GaN par les techniques de MBE et MOCVD. Les travaux vont jusqu'au développement de structures telles que des métasurfaces et des cavités optiques pour aboutir à de nouvelles briques fonctionnelles de composants principalement pour le domaine de l'optoélectronique. Pour aborder ces volets, l'équipe associe, à une expertise en croissance épitaxiale, des compétences fortes en micro-nano, structuration de ces matériaux en particulier avec le développement et l'exploitation de la croissance localisée de GaN pour s'affranchir des limites des approches descendantes (top-down). Les dispositifs et briques développés explorent de nouvelles voies, telles que les lasers à polaritons intégrables dans des guides ZnO, plus récemment l'exploitation des nanofils de GaN destinés à stimuler des cellules vivantes à des échelles submicroniques, ainsi que l'exploitation du spin des porteurs ou des excitons pour coupler photons et spin pour la spintronique.

L'équipe est organisée autour de cinq thèmes :

- Microcavités optiques à base de ZnO et GaN : étude du couplage fort entre photons et excitons dans des cavités à fort coefficient de qualité (lien fort avec les équipes nationales et internationales, dont NTU Singapour).
- Développement d'une expertise forte sur la croissance localisée de nanostructures telles que les nanofils. Développement de micro et nano-LED par des approches ascendantes incluant des stratégies de croissance par pendeo-épitaxie. Collaboration depuis 2017 avec l'IPMC (laboratoire de biologie de l'UCA) sur la stimulation optique aux échelles microscopiques de cellules neuronales en visant une résolution spatiale accrue comparativement aux méthodes à base d'excitation électrique.
- Thématique en spin-électronique sur les nitrures de terres rares (SmN et GdN) en collaboration avec l'Université de Wellington NZ. En parallèle l'étude des composés ZnCoO/ZnO et ZnMnO/ZnO a été développée et cette thématique est abordée par l'étude du couplage ferrimagnétique/ZnO dans le cadre d'un projet ANR incluant des équipes spécialistes de spintronique.
- L'étude de la croissance de nouveaux composés dans le contexte du CRHEA de nouveaux semi-conducteurs Zn<sub>2</sub>N<sub>2</sub> et Mg<sub>3</sub>N<sub>2</sub> est actuellement menée et vise à les considérer dans le contexte de photovoltaïque compte tenu de leur gap compris entre 1 et 3 eV.
- Le dernier thème porte sur les métasurfaces (métalentilles) dont les activités ont été initiées en 2015. Ce thème s'est très fortement développé au cours de la période de référence à la fois sur les aspects nanofabrication mais aussi sur les aspects caractérisation de ces nouveaux dispositifs.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations du dernier comité portaient principalement sur les points suivants :

« *Poursuivre, voire augmenter le rythme de publications* » : Le nombre de publications a fortement augmenté en lien avec les développements thématiques effectués, pendant la période les membres de l'équipe sont co-auteurs de 78 publications.

« *Augmenter la participation aux contrats ANR* » : l'équipe a été impliquée dans sept projets ANR, dont trois, en coordination pendant la période. Un projet ANR a été obtenu sur la thématique d'électronique de spin, ce qui a renforcé le positionnement de cette thématique au niveau national. Au-delà des projets ANR, l'équipe a obtenu un projet CARNOT, un projet européen PCRD, deux projets européens ERC-Starting et ERC-POC.

« *Recruter davantage d'étudiants en thèse, passer les HDR, s'impliquer davantage dans les enseignements en LM* » : le nombre de doctorants a augmenté de manière significative au cours de la période considérée (sept thèses ont été soutenues). D'autre part, deux chercheurs ont obtenu leur HDR. Enfin, l'équipe est également plus impliquée dans l'enseignement, notamment grâce au recrutement de deux maîtres de conférences respectivement en 2019 et 2021.

« *L'intérêt de GdN et SmN pour la réalisation d'une future spintronique pourrait être mieux étayé. Il serait utile de prendre contact avec des équipes de la spintronique et éventuellement envisager de nouvelles collaborations* » : la thématique sur les nitrures SmN et GaN a été maintenue dans le cadre de la collaboration avec Wellington NZ et étendue à des hétérostructures de ferrites avec le ZnO.

« *Favoriser des moments (réunions, journal club) d'échange sur les activités des membres de l'équipe, s'ils n'existent pas déjà* » : L'animation de l'équipe a été renforcée en particulier par la mise en place de relectures des articles avant soumission par des membres non co-auteurs.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

<b>Personnels permanents en activité</b>	
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	5
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	4
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>13</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	5
Personnels d'appui à la recherche non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	8
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>14</b>
<b>Total personnels</b>	<b>27</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe NANO a été composée pendant la période de trois chercheurs, trois chercheuses, un enseignant-chercheur, une enseignante-chercheuse, un ingénieur de recherche et deux ingénieurs. L'équipe a une bonne dynamique en terme RH, et s'est renforcée avec l'arrivée d'un EC et d'un IR. Les trois EC sont en poste à l'Université de Côte d'Azur. Au total, la taille de l'équipe est de 24 personnes avec environ la moitié de non-permanents (doctorants, postdoctorants). L'équipe porte des thématiques alliant les compétences historiques en épitaxie des matériaux jusqu'au développement de nouveaux dispositifs (métasurfaces, cavités optiques...) pour lesquels le contrôle du matériau et de son organisation aux échelles nanométriques est indispensable. Ces recherches sont à l'état de l'art et novatrice dans les thématiques abordées. Les activités de l'équipe s'inscrivent dans de solides collaborations académiques nationales et internationales, ces dernières étant renforcées par des séjours longs de plus de trois mois de chercheurs internationaux. Parallèlement, l'équipe a développé des activités avec presque une dizaine d'acteurs industriels.

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe s'est fortement dynamisée pendant la période et a su par le recrutement de chercheurs et enseignants-chercheurs permanents renforcer et diversifier ses activités sur différentes thématiques en exploitant son savoir-faire historique en épitaxie de matériaux semi-conducteurs.

Le nombre et la nature des publications est d'un peu plus de dix articles en moyenne par chercheur au cours de la période attestant d'une dynamique importante des activités. La diversité des revues est à signaler, avec des articles plus spécialisés destinés à un public averti sur des points métiers spécifiques et des articles à large audience qui mettent en valeur les résultats en rupture à l'attention d'un large public scientifique.

L'équipe possède des moyens expérimentaux qui incluent des outils de croissance importants pour répondre aux différents sujets de recherche. Des équipements de croissance ont été acquis et permettent à l'équipe de se maintenir à l'état de l'art. L'acquisition en cours d'une MBE-CVD consacrée à la croissance de matériaux 2D

(WS2, MoSe2, WSe2) dans le cadre du projet « Nanofutur » de l'EquipEx+ devrait permettre de développer de manière efficace l'activité émergente sur les matériaux 2D.

Les thématiques en lien avec les métasurfaces sont très bien développées et comptent pour près de 50 % des publications et 65 % des conférences invitées de l'équipe. Elles permettent de renforcer les liens avec les industriels et ouvrent à de la valorisation en particulier dans le domaine de l'imagerie LIDAR.

Sur l'ensemble des thématiques, une part des activités et des ressources (environ 15 %) de l'équipe sont en lien avec des acteurs industriels et ont conduit à deux dépôts de brevet.

### Points faibles et risques liés au contexte

Les points de vigilances sont liés au contexte de l'évolution très rapide de l'équipe ces dernières années. En particulier, la diversification opérée par l'équipe doit-être consolidée sur les aspects pluridisciplinaires.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe est encouragée à maintenir et à poursuivre les activités dans les domaines de l'épitaxie de nouveaux matériaux comme cela est engagé sur les oxynitrides.

Elle devra veiller à ce que les thématiques développées restent en lien avec l'épitaxie, thématique forte et historique du laboratoire qui participe de son très bon positionnement au niveau national et international.

Dans le cadre du développement des thématiques portées par l'équipe et du rapprochement avec l'Université Côte d'Azur, il serait intéressant d'étudier des possibilités d'interactions institutionnelles avec les thématiques portées par l'INPHYNI.

Le comité recommande de prendre appui au niveau national sur des collaborations avec des équipes expertes en bio-ingénierie ou biophysique pour le développement des thématiques sur la santé.

**Équipe 4 :** SCR  
Nom du responsable : Mme Maud MENOZ

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le SCR est une équipe de soutien aux activités de recherche des trois autres équipes du laboratoire. Il est en charge d'effectuer des mesures, de former des utilisateurs et de proposer un support technique grâce à des équipements communs de caractérisation. Les domaines concernés sont les caractérisations structurales (DRX, MET), morphologiques et chimiques (MEB, EDS, AFM), optiques (PL, CL) ainsi que la plateforme de technologie (200 m<sup>2</sup> de salle blanche ; lithographie, dépôt, gravure, traitements thermiques). De plus, les membres de ce service développent leurs propres activités de recherche, en lien avec leurs appareillages et conduisant à des études approfondies au niveau de l'état de l'art.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

*Maintenir les missions, le fonctionnement et les effectifs au niveau de l'état actuel (de 2016) :* Pour la période, le SCR a su maintenir son budget de fonctionnement annuel (environ 120 k€). Le nombre de personnels est resté stable : six ingénieurs permanents et un CR en 2016 ; six ingénieurs permanents et deux en CDD en 2021.

*Assurer l'accès au MET et finaliser le projet d'achat d'un nouveau MET :* suite à une inondation en 2015 et à la mise hors service du MET, le SCR a continué à proposer ce service de façon continue jusqu'en 2021 grâce à un accord avec l'entreprise IMRA Europe, mais aussi avec des caractérisations réalisées sur Grenoble et Marseille. Grâce à un financement FEDER, région PACA, CNRS, UCA, CRHEA et IMRA Europe (consortium local ACT-M), un nouveau MET/STEM haute résolution a pu être acheté (Thermo Fisher SPECTRA 200, coût 2 M€). Il est opérationnel depuis début 2022 et il est géré par un IR du service.

*Continuer à anticiper le vieillissement de certains équipements :* pour anticiper l'obsolescence de son AFM de seconde main en place depuis 2006, le service a pu acquérir un nouvel AFM en 2017. De plus, un ICP-RIE a été acheté en 2020, notamment pour répondre aux nouvelles thématiques. Cette acquisition correspond au premier achat d'un appareil pour la salle blanche depuis 2006 et vient également renforcer le rôle du CRHEA dans le réseau Renatech+. Il faut aussi noter qu'un plan de financement est en cours (PEPR PIA4 programme et UCA Idex programme) pour renouveler le DRX en place au SCR depuis 2008.

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

Le SCR est une équipe qui joue un rôle transverse et très important au sein du laboratoire. Grâce à son personnel extrêmement qualifié, elle propose un support technique de très haut niveau et sur une large plage d'équipements, de la caractérisation des matériaux à la fabrication de dispositifs en salle blanche. Son degré d'expertise permet d'apporter une réelle plus-value pour répondre aux différentes thématiques des trois équipes de recherche du CRHEA ainsi qu'à des partenaires extérieurs, académiques et industriels. Les membres du SCR sont aussi capables de développer des sujets propres de recherche, en lien étroit avec une technique expérimentale, et conduisant à des résultats scientifiques innovants. Enfin, les membres du SCR participent activement à la production scientifique du laboratoire ainsi qu'aux dépôts de brevet.

### Points forts et opportunités liés au contexte

Le SCR propose un parc instrumental d'une grande diversité, en cohérence avec les thématiques du CRHEA. Ce large panel de techniques est aussi de très grande qualité, et à l'état de l'art pour certaines (exemple du MET acquis en 2021, appareil sans équivalent en France à ce jour). De plus, un mode de fonctionnement souple est proposé, il est bien adapté aux différents publics concernés.

Grâce à des personnels de niveau ingénieur investis et développant également leurs propres recherches en lien avec leurs techniques expérimentales, le SCR est à même d'offrir une expertise technique de très haut niveau. Son rôle de support aux trois autres équipes du CRHEA est pleinement rempli.

L'équipe présente aussi une très forte implication dans différents réseaux (RENATECH) ou projets ANR et de nombreuses collaborations avec des partenaires académiques (université de Bochum, Lagrange par exemple) et industriels variés (LUMINOX, NOVASIC, EASYGAN entre autres). Il contribue ainsi de manière importante à l'attractivité de l'unité.

Les membres du SCR ont une très bonne production scientifique (durant la période, 54 publications partagées avec les équipes dont un membre du service est coauteur et aussi des publications exclusivement SCR dans des journaux à très fort impact) et sont impliqués dans les divers brevets déposés par le laboratoire (4 au cours de la période).

### Points faibles et risques liés au contexte

Bien qu'un certain nombre d'appareillages ait été renouvelé durant la période, le vieillissement croissant du parc instrumental est à noter.

Dans le contexte financier actuel difficile (montée du coût de l'énergie), le SCR peut se retrouver face à un support financier défaillant de la part du CRHEA en cas de pannes (coûts de remplacement de ses appareillages lourds très élevés), mais aussi pour le fonctionnement du service (budget annuel d'environ 120 k€). De plus, dans une situation de financement favorable, il faut tenir compte du fait que les montages financiers sont extrêmement longs et complexes.

Il est à noter que le SCR a atteint une taille critique : six ingénieurs pour un parc d'instruments très dense, dans un contexte de nombre de contrats croissant et de thématiques diversifiées. Ce point est un risque en cas d'absence ou de départ d'un personnel du service.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Face au parc instrumental vieillissant, le SCR doit poursuivre activement son effort de jouvence en continuant d'établir un ordre de priorité et en suscitant des possibilités de financement diverses.

Afin d'augmenter ses ressources financières et pour pallier au mieux les coûts élevés de fonctionnement et de remplacement des appareillages, le service doit maintenir ses efforts pour ouvrir ses moyens (notamment l'utilisation de la salle blanche) aux partenaires extérieurs.

Le recrutement d'un personnel technique est à envisager pour épauler les effectifs du SCR (six ingénieurs et une activité croissante : nombre de permanents en hausse, nombre de contrats croissant et thématiques nouvelles). Dans le même temps, il faudra être vigilant pour optimiser au mieux la période de transition de deux ans entre l'IR MET partant à la retraite et l'IR externe recrutée début 2023 (pour ne pas perdre en compétences sur l'activité microscopie en transmission et ses collaborations extérieures).

Une plus forte implication des membres du service dans l'enseignement ou la dispense de travaux pratiques sur les appareils du SCR par exemple serait souhaitable. Pour cela, il faudrait profiter du nouveau statut d'UMR du laboratoire, mais aussi des nouvelles offres de formation proposées par l'UCA (master).

## DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

### DATE(S)

**Début :** 26 janvier 2023 à 13 h 30

**Fin :** 27 janvier 2023 à 16 h 00

**Entretiens réalisés :** en présentiel

### PROGRAMME DES ENTRETIENS

#### 26 Janvier 2023

Arrivée sur site des membres du comité en fin de matinée

**12 h 30-13 h 45 :** Réunion comité (plateaux-repas)

#### Présentations en salle de conférence – ouverte à tous

**14 h 00 – 14 h 05 :** Introduction par le conseiller scientifique Hcéres et présentation des membres du comité

**14 h 05 – 15 h 00 :** Bilan et trajectoire CRHEA – Philippe Boucaud – Directeur (30/25 min présentation/questions)

**15 h 00 – 15 h 40 :** Bilan équipe ELECTRO – Yvon Cordier (20/20 min présentation/questions)

15 h 40 – 16 h 00 : Pause

**16 h 00 – 16 h 40 :** Bilan équipe OPTO – Julien Brault (20/20 min présentation/questions)

**16 h 40 – 17 h 20 :** Bilan équipe NANO – Blandine Alloing (20/20 min présentation/questions)

17 h 20 – 17 h 30 : Pause

**17 h 30 – 18 h 10 :** Bilan équipe SCR – Marc Portail (20/20 min présentation/questions)

**18 h 10 – 19 h 00 :** Visite équipements remarquables

#### 27 Janvier 2023

8 h 15 – 8 h 30 : Accueil café

**8 h 30 – 9 h 10 :** Réunion à huis clos comité et permanents chercheurs/enseignants-chercheurs

**9 h 10 – 9 h 50 :** Réunion à huis clos comité et permanents BIATSS

9 h 50 – 10 h 10 : Pause

**10 h 10 – 10 h 50 :** Réunion à huis clos comité et non-permanents

**10 h 50 – 11 h 30 :** Réunion à huis clos comité et tutelles

**11 h 30 – 12 h 10 :** Réunion à huis clos comité et direction de l'unité

12 h 10 – 13 h 30 : Buffet et présentation posters

**13 h 30 –14 h 30 :** Réunion à huis clos comité

### POINTS PARTICULIERS À MENTIONNER

L'ensemble du comité tient à vivement remercier le Directeur du CRHEA et l'ensemble des personnels pour la qualité des échanges, l'organisation des présentations, rencontres et visites.

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Nice, le 20 juin 2023

à l'attention du Haut Conseil à  
l'Evaluation de la Recherche  
et de l'Enseignement Supérieur

**Direction de la  
Recherche, de la  
Valorisation et de  
l'Innovation**

Mme Johanna ZERMATI  
Directrice

 drvi-recherche@univ-  
cotedazur.fr

Affaire suivie par :  
Mme Delphine ISCAYE  
Gestionnaire

 04 89 15 16 44  
 delphine.iscaye@univ-  
cotedazur.fr

**Objet : Observations de portée générale**

Veillez trouver ci-après les observations de portée générale d'Université Côte d'Azur concernant l'unité **DER-PUR230023062 - CRHEA - Centre de recherche sur l'hétéropitaxie et ses applications**.

Université Côte d'Azur tient à remercier l'ensemble du comité HCERES pour le travail, conséquent et de qualité, d'analyse et d'évaluation des activités de l'unité CRHEA. Les appréciations et recommandations du comité sur les différents domaines d'évaluation sont très utiles pour positionner les activités de l'unité et apporter des éléments sur lesquels s'appuyer pour consolider la vision prospective de l'unité.

Par rapport à la remarque du comité (page 8) au sujet des ressources financières récurrentes allouées au CRHEA, l'université souhaite préciser que sa dotation récurrente est certes négligeable par rapport à celle versée par le CNRS mais son montant a été doublé à partir de 2022. A cette dotation récurrente, il faut ajouter des financements par l'université et l'Idex d'opérations spécifiques portées par le CRHEA, pour un montant global de plus de 480 k€ sur la période considérée.



Pour le Président d'Université Côte d'Azur  
et par délégation,  
Le Vice-Président Recherche et Innovation

Ndel DIMARCO

Nice, le 8 juin 2023

à l'attention du Haut Conseil à  
l'Evaluation de la Recherche  
et de l'Enseignement Supérieur

**Direction de la  
Recherche, de la  
Valorisation et de  
l'Innovation**

Mme Johanna ZERMATI  
Directrice

 drvi-recherche@univ-  
cotedazur.fr

Affaire suivie par :  
Mme Delphine ISCAYE  
Gestionnaire

 04 89 15 16 44  
 delphine.iscaye@univ-  
cotedazur.fr

**Objet : Observations de portée générale**

**Unité : DER-PUR230023062 - CRHEA - Centre de recherche sur  
l'hétéroépitaxie et ses applications.**

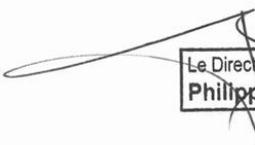
Pas d'observation de portée générale.

Le laboratoire remercie les membres du comité pour leur travail.

Signature

Tampon

GRAND CHÂTEAU  
28, AV VALROSE  
BP 2135  
06103 NICE CEDEX 2

  
Le Directeur du laboratoire  
**Philippe BOUCAUD**

CENTRE de RECHERCHE  
sur l'HETERO-EPITAXIE  
et ses APPLICATIONS  
C.N.R.S. - SOPHIA ANTIPOLIS  
Rue Bernard Grégory - 06560 VALBONNE  
Tél : 04.93.95.42.00 - Fax : 04.93.95.83.61

Les rapports d'évaluation du Hcéres  
sont consultables en ligne : [www.hceres.fr](http://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](http://hceres.fr)

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

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

