

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

CEMHTI - Conditions extrêmes et matériaux :
haute température et irradiation

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Centre national de la recherche scientifique -
CNRS

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023
VAGUE C



Au nom du comité d'experts¹ :

Arnaud Desmedt, Président du comité

Pour le Hcéres² :

Thierry Coulhon, Président

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

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

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

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président : M. Arnaud Desmedt, CNRS Talence

Mme Valérie Chambert, CNRS Orsay (personnel d'appui à la recherche)

Mme Sophie Le Caer Bolis, université Paris Saclay

Experts :

M. Laurent Le Polles, École nationale supérieure de chimie de Rennes - ENSCR

M. Gilles Mailhot, CNRS Aubière

M. Nita Dragoe, université Paris Saclay (représentant du CNU)

Mme Diana Serrano, CNRS Paris (représentante du CoNRS)

REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Corinne Champeaux

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute Température et Irradiation
- Acronyme : CEMHTI
- Label et numéro : UPR 3079
- Nombre d'équipes : 5 équipes
- Composition de l'équipe de direction : Mme Catherine Bessada

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies
ST4 Chimie

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le CEMHTI décline ses activités de recherche autour de la physico-chimie des matériaux en conditions extrêmes (haute température, haute pression et irradiation). En s'appuyant sur l'expertise de cinq équipes de recherche et sur un parc d'instrumentation souvent unique, le CEMHTI développe une expertise reconnue pour les mesures *in situ* et *operando* d'intérêt dans des domaines couvrant l'énergie, les nanosciences, les matériaux innovants, les objets du patrimoine ou encore la santé.

L'équipe CERAM (Vitrocéramiques transparentes et céramiques réfractaires) élabore des matériaux innovants à haute température et caractérise leurs propriétés (micro)structurales, optiques et anioniques. L'équipe DEFIR (Défauts, impuretés, radiotraceurs) déploie une expertise autour de l'interaction ions-matière, des défauts dans les matériaux et de la radiochimie, à l'interface de la physique et de la chimie. L'équipe MatRMag (Matériaux et résonance magnétique) possède une expertise dans le domaine de la résonance magnétique nucléaire (RMN) des solides, utilisant ses compétences en instrumentation RMN pour l'étude *in situ* ou *operando* de matériaux. L'équipe NaFMAT (Nano-matériaux fonctionnels) – créée au cours de la période évaluée – anime une thématique consacrée aux matériaux nanoporeux pour l'énergie et l'environnement. L'équipe OR2T (Optique, rayonnement thermique et transport) utilise ses compétences en spectroscopie vibrationnelle et les développements afférents pour l'étude des propriétés structurales, chimiques et radiatives de matériaux naturels, industriels ou innovants.

En sus de ses recherches fondamentales de pointe, le CEMHTI a mis en place trois axes transversaux impliquant plusieurs équipes de recherche de l'unité et répondant aux enjeux sociétaux actuels. Le premier axe concerne les matériaux et les liquides à haute température ; cette thématique est associée au laboratoire commun (Canopée) du CEMHTI avec deux centres de recherche Saint-Gobain et le LEMTA de Nancy. Le second axe concerne les problématiques d'énergie et de stockage d'énergie, s'inscrivant au sein des problématiques du RS2E (Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie). Le troisième axe transverse – en lien avec les politiques actuelles des infrastructures de recherche autour de la science ouverte – s'intéresse à la modélisation et à l'analyse de données issues des plateformes et projets de l'unité.

Ces grands domaines de recherche s'appuient sur un ensemble de six plateformes, constituant un parc instrumental exceptionnel à l'échelle nationale, voire internationale pour certains équipements. Ces outils expérimentaux se déclinent autour des équipements « haute température – HITEM », de la RMN, des faisceaux de particules, de la spectroscopie vibrationnelle et de la microscopie électronique. Certaines plateformes sont mutualisées à l'échelle du campus orléanais (spectroscopie vibrationnelle dans le cadre de l'équipex PLANEX ; microscopie électronique MACLE récemment financée par le précédent CPER) et une plateforme (HITEM) est impliquée dans le laboratoire commun Canopée. Deux plateformes font partie de structures nationales (fédérations de recherche CNRS INFRANALYTICS et EMIR&A).

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le CEMHTI a été créé en 2008 suite à la fusion de deux unités de recherche : le Centre d'Études et de Recherches par Ionisation (CERI UPR 33) et le Centre de Recherches sur les Matériaux à Haute Température (CRMHT UPR 4212). De ce fait, les activités de recherche de l'unité sont menées au sein de deux sites distants de 800 m et localisés sur le campus CNRS orléanais. La direction de l'unité est assurée par Mme Catherine Bessada depuis 2013 et M. Michael Deschamps prendra la direction pour la prochaine période.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Le CEMHTI est sous tutelle unique (Unité Propre de Recherche - UPR) du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Il est rattaché à la section 15 de l'institut de chimie du CNRS, et à la section 13 depuis 2021.

L'unité est conventionnée avec l'université d'Orléans (UO). La recherche au sein de l'UO est structurée en pôles scientifiques. Le CEMHTI fait partie du pôle « Énergie, Matériaux, Système Terre Espace – EMSTE » avec sept autres unités du campus orléanais et dépend de l'école doctorale « Énergie - Matériaux - Sciences de la Terre et de l'Univers (EMSTU – ED552) ».

Le CEMHTI est impliqué dans plusieurs programmes de recherche et d'enseignement du site orléanais et de la région Centre-Val de Loire. Il est partenaire de plusieurs projets dans le cadre du plan d'investissement d'avenir (PIA) et du Contrat Plan État-Région (CPER) visant à structurer les moyens expérimentaux au sein de plateformes (PIA équipex PLANEX 2011-2021, CPER PROMESTOCK 2015-2020, Fédération de recherche inter-régionale RMN Grand Bassin Parisien), à renforcer les thématiques autour des matériaux innovants (Fédération MatV2L, ARD MATEX) ou encore à favoriser les Initiatives d'Excellence en Formations Innovantes (EDIFICE 1 & 2 depuis 2012).

À l'échelle nationale, l'unité est membre de trois fédérations de recherche du CNRS (EMIR&A, INFRANALYTICS et RS2E), par ses infrastructures de recherche (IR) « Faisceaux de particules » et « RMN ». Depuis 2020, le CEMHTI est membre du laboratoire commun Canopée avec deux centres de recherche Saint-Gobain et le LEMTA (Laboratoire Énergies et Mécanique Théorique et Appliquée, UMR 7563, Nancy) de l'université de Lorraine. L'unité est également impliquée dans deux labex, renforçant la visibilité de ses activités dans les domaines des batteries (labex STORE-EX depuis 2011), ainsi que de la géoscience et de l'environnement (labex Voltaire2 2020-2024).

À l'échelle internationale, l'unité a accueilli pendant cette période une nouvelle chercheuse porteuse d'une ERC PHOROSOL. Elle participe à une quinzaine d'initiatives internationales telles que des PICS, des PHC (Russie, Espagne, Chine, etc.) ou une infrastructure européenne PANACEA.

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

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	5
Maîtres de conférences et assimilés	8
Directeurs de recherche et assimilés	8
Chargés de recherche et assimilés	4
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	32
Sous-total personnels permanents en activité	57
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche non permanents	4
Post-doctorants	4
Doctorants	39
Sous-total personnels non permanents en activité	49
Total personnels	106

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR (en personnes physiques au 31/12/2021). Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Employeur	EC	C	PAR
CNRS	0	12	32
Université d'Orléans	13	0	0

Total	13	12	32
--------------	-----------	-----------	-----------

BUDGET DE L'UNITÉ

Budget récurrent hors masse salariale alloué par les établissements de rattachement (tutelles) (total sur 6 ans)	6 440
Ressources propres obtenues sur appels à projets régionaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP idex, i-site, CPER, collectivités territoriales, etc.)	3 015
Ressources propres obtenues sur appels à projets nationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP ONR, PIA, ANR, FRM, INCa, etc.)	3 898
Ressources propres obtenues sur appels à projets internationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues)	4 855
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.)	2 876
Total en k€	21 084

AVIS GLOBAL

Le CEMHTI mène des activités de recherche autour de la physico-chimie des matériaux en conditions extrêmes. En s'appuyant sur l'expertise de cinq équipes de recherche et sur un parc d'instrumentations souvent uniques, le CEMHTI développe une expertise reconnue pour des mesures *in situ* et *operando* à haute température ou sous irradiation.

L'unité est un acteur majeur en sciences des matériaux, couvrant plusieurs domaines porteurs, allant de l'énergie aux matériaux innovants en passant par la santé et les nanosciences. Ces grands domaines de recherche s'appuient sur un ensemble de plateformes, constituant un parc instrumental exceptionnel à l'échelle nationale, voire internationale pour certains équipements. Ces outils expérimentaux se déclinent autour des équipements « haute température », de la RMN, des faisceaux de particules, de la spectroscopie vibrationnelle et de la microscopie électronique. Le départ de plusieurs personnels de différentes équipes et la fermeture programmée du cyclotron questionnent sur des potentielles pertes d'expertise scientifique et technique.

Les activités du CEMHTI – créé en 2008 suite à la fusion de deux unités de recherche – sont conduites sur deux sites du campus CNRS orléanais. La politique scientifique de l'unité s'appuie sur les expertises issues de ces deux sites (matériaux à hautes températures et irradiation) et sur le développement d'une nouvelle thématique accueillie lors du mandat (procédé de synthèse de nouveaux nanomatériaux et leurs applications). La création de thèmes transverses (« Matériaux et liquides à haute température », « Énergie et stockage » et « *In silico* : modélisation, analyse de données et *open data* ») démontre une volonté de l'unité à s'insérer dans les grands enjeux sociétaux. Cette démarche s'est aussi concrétisée par la création d'un laboratoire commun avec un partenaire industriel et un laboratoire de Nancy autour de la thématique des verres.

La production scientifique du CEMHTI est excellente d'un point de vue qualitatif comme quantitatif. L'attractivité de l'unité se manifeste par l'accueil de chercheurs et d'enseignants-chercheurs (permanents et visiteurs), leur implication importante dans les projets et réseaux d'envergure (ERC, ANR, ARD, etc.), la participation aux infrastructures de recherche nationales et européennes (INFRANALYTICS, EMIR&A, PANACEA). À travers ses plateformes, le laboratoire dispose d'équipements lourds de premier plan dans son domaine, voire d'ensembles d'équipements uniques au niveau mondial. Il existe une bonne synergie entre les activités des plateformes et les recherches propres au CEMHTI.

La valorisation industrielle des résultats propres de l'unité et les interactions des équipes avec le milieu socio-économique sont très bons comme en témoigne le nombre important de partenariats industriels (contrats de recherche, prestations, doctorats Cifre, brevets, laboratoire commun Canopée, recherche en lien avec l'industrie nucléaire).

L'organisation du laboratoire repose sur la mutualisation des équipements au travers des plateformes clairement identifiées et accessibles au niveau du laboratoire et au niveau national. La chaîne de décisions scientifiques s'appuie principalement sur l'organisation de réunions de direction, d'animateurs d'équipe de recherche et de responsables de plateformes. Les organes tels que le conseil de laboratoire ou les assemblées générales sont des outils peu utilisés afin de partager l'information avec toutes les catégories de personnel du laboratoire. Les

tâches administratives et financières sont conséquentes du fait des activités de recherche, des activités des plateformes, de l'implication dans des infrastructures de recherche nationale et de la localisation sur deux sites. Les risques psycho-sociaux sont importants et déjà identifiés au sein du personnel d'appui à la recherche.

Il faut souligner le dynamisme et l'implication exemplaires des doctorants et post-doctorants dans la politique d'ouverture de l'unité vers la communauté scientifique et la synergie des deux sites de recherche, comme le montrent leur rôle moteur dans plusieurs actions transverses et leurs efforts vers la vulgarisation scientifique (« *Lunch sessions* », rencontres mensuelles, « *Ma thèse en 180 secondes* », etc.).

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le principal point de recommandation concernait le positionnement du CEMHTI au sein de son domaine d'expertise, en particulier dans son environnement socio-économique et aux échelles régionale, nationale et internationale. L'unité a coordonné une fédération interrégionale jusqu'en 2021 (MatV2L) et coordonne actuellement un projet régional (ARD MATEX) et deux projets CPER (PROMESTOCK et MUMAT). Le CEMHTI a amélioré ses interactions socio-économiques par la participation au laboratoire commun CANOPÉE l'associant avec deux centres de recherche Saint-Gobain et le LEMTA de Nancy. Bien que ne portant pas de projets d'initiatives d'excellence, l'unité est largement impliquée dans plusieurs structures de recherche (labex Voltaire II et Stor-Ex, équipex PlanEx et Imagine 2, et infrastructures nationales de recherche Emir&A, IR RMN THC) et de formation (IDEFI). Enfin, l'unité a accueilli une nouvelle chercheuse portant l'ERC PHOROSOL, renforçant sa visibilité européenne.

Il était également recommandé d'accompagner cette évolution par un soutien de l'unité aux chercheurs dans leur démarche de coordination de projets de recherche (e.g. délégation de recherche pour les enseignants-chercheurs). À partir des éléments fournis, il est difficile de noter une évolution forte de la politique d'incitation de l'unité pour la coordination de projets.

L'unité a une production scientifique croissante de plus de 35 % par rapport à la période précédente, avec plus des deux tiers de ses articles publiés dans les journaux de large audience.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les ressources de l'unité

Le CEHMTI présente une organisation en équipes de recherche et plateformes, recevant l'appui de pôles administratifs et techniques communs. Sa réussite dans les appels à projets régionaux et nationaux est excellente. La mutualisation des équipements est opérationnelle et efficace grâce aux plateformes existantes et contribue de façon sensible aux ressources propres de l'unité. L'ensemble des ressources est cohérent avec l'environnement de recherche et l'expertise de l'unité.

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Les activités de recherche de l'unité s'appuient sur un savoir-faire reconnu dans le domaine des matériaux sous conditions extrêmes. Les orientations et objectifs scientifiques de l'unité sont discutés lors de comités de direction et de réunions d'animateurs d'équipe et de responsables de plateforme. La politique scientifique de l'unité se base sur une autonomie des équipes dans leurs choix scientifiques. Cette autonomie peut limiter la coordination de projets de recherche inter-équipes.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'unité répond aux exigences réglementaires liées à la sécurité et à la gestion des ressources humaines et des données scientifiques. Les mouvements de personnels au cours de la période ont impacté les activités de recherche du laboratoire et impliquent une redistribution importante des missions des personnels d'appui à la recherche. Il faut souligner le dynamisme et l'implication forte des doctorants et post-doctorants dans la vie de l'unité et la synergie de ses deux sites de recherche.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité regroupe vingt-cinq personnels permanents chercheurs et enseignants-chercheurs, trente-deux personnels d'appui à la recherche (et quatre PAR non-titulaires) et près de quarante doctorants et post-doctorants. Elle est organisée en cinq équipes de recherche de taille variant de trois à six ETP. Elle a structuré ses équipements sous forme de quatre plateformes (« haute température – HITEM », RMN, faisceaux de particules, spectroscopie vibrationnelle) reconnues nationalement et internationalement, auxquelles s'ajoutent deux plateformes mutualisées avec d'autres laboratoires du site orléanais (spectroscopie vibrationnelle PLANEX et microscopie électronique MACLE). Deux plateformes (RMN et faisceaux de particules) font partie de fédérations de recherche CNRS (INFRANALYTICS et EMIR&A). À ce potentiel recherche important, s'ajoutent des services communs que sont le pôle administratif et financier, les supports techniques et plusieurs correspondants (communication et séminaire, logistique bâtementaire, formation permanente, Europe, SCR et AP).

De par les infrastructures de recherche importantes du CEMHTI et, malgré la pyramide des âges et la fermeture du cyclotron, le nombre de personnels d'appui à la recherche (PAR) reste très important avec une trentaine de PAR pour environ vingt-cinq chercheurs et enseignants-chercheurs.

Le soutien de base de l'unité (hors masse salariale) représente environ 30 % de son budget total et les ressources propres de financement sont diversifiées. Il faut noter qu'un quart des ressources propres provient d'appels à projets internationaux (un ERC et divers appels UE dont FEDER, FP7 et H2020). L'unité a bénéficié d'un excellent taux de succès aux appels à projet ANR (33 pour la période). Les financements sur appels à projets régionaux contribuent pour 15 % aux ressources propres de l'unité.

Les équipes de recherche fonctionnent de manière autonome sur les plans scientifique et financier. La mutualisation de l'accès aux différentes plateformes du laboratoire favorise les travaux collaboratifs. De plus, un prélèvement sur les contrats de recherche (20 %) conduit à une mutualisation d'une fraction des ressources propres, favorisant les actions collectives telles que le financement de stagiaires, de CDD sur projet, de doctorants ou la participation aux investissements.

L'unité possède une capacité bâtementaire lui permettant d'adapter la destination des surfaces à l'évolution de son activité de recherche. Ainsi, il a été possible de libérer des espaces pour permettre les activités liées à l'ERC PHOROSOL. La fermeture du cyclotron en 2022-2023 devrait permettre de redistribuer une partie des activités « faisceau de particules » en allouant des espaces libérés au déménagement du positon. Il faut noter que l'unité a mis en place une politique des ressources humaines répondant aux attentes des personnels touchés par la décision de fermeture du cyclotron.

Points faibles et risques liés au contexte

Les tâches d'administration de la recherche sont estimées à 10 % de l'activité globale de l'unité. Ces tâches se distribuent entre 5 % à 30 % de l'activité des équipes. Une telle disparité peut impacter le temps « recherche » des équipes.

Le nombre de personnels EC est hétérogène d'une équipe à une autre (en particulier, l'équipe NafMAT ne dispose d'aucun EC). Cette situation peut conduire à un manque de visibilité de l'unité au niveau des étudiants du campus orléanais.

Comme de nombreuses unités de recherche, les ressources propres (financements régionaux et ANR) de l'unité sont fluctuantes d'une année sur l'autre. Ces fluctuations peuvent impacter significativement les activités de recherche des équipes.

Les financements industriels ont connu une baisse notable au cours des deux dernières années, représentant un risque pour les interactions du CEMHTI avec le monde socio-économique.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Les activités de recherche de l'unité s'appuient sur un savoir-faire historique (plus de cinquante ans d'expérience) et reconnu dans le domaine des matériaux sous conditions extrêmes que celles-ci soient les hautes températures ou l'irradiation. L'expertise de ses équipes couvre les domaines de la chimie des matériaux,

de la radiochimie, de la photochimie, de la RMN, de la spectroscopie vibrationnelle et des faisceaux de particules. Cette pluridisciplinarité physico-chimique permet à l'unité de développer une recherche fondamentale de pointe et de favoriser l'émergence de nouveaux projets répondant aux problématiques sociétales actuelles, notamment autour des verres et céramiques, des matériaux innovants (irradiés, naturels ou industriels) ou encore des nano-matériaux et trouvant des applications dans des domaines tels que ceux de l'énergie (batterie, photovoltaïque, nucléaire, etc.), l'optique, la photonique, le biomédical (imagerie), ou encore l'environnement (dépollution et traitement des déchets). De par son expertise et les thématiques développées, le CEMHTI participe à l'élaboration des futurs programmes d'excellence du grand campus orléanais (labex et équipex). Il est impliqué dans les réseaux internationaux (infrastructures Panacea et Remote-NMR, un projet ERC et plusieurs PHC et PICS), nationaux (deux infrastructures de recherche (IR RMN Très hauts champs/Infranalytics et EMIR&A) et réseau RS2E), deux fédérations de recherche (FIRE, FRFCM), cinq GDR). Le CEMHTI est porteur ou co-porteur de projets d'envergure à l'échelle régionale (deux CPER multi-laboratoires « Matériaux », un ARD) et a dirigé deux fédérations inter-régionales MatV2L et RMN solide Hauts champs).

La politique scientifique de l'unité s'appuie sur une autonomie des équipes dans leurs choix scientifiques. Les orientations et objectifs scientifiques de l'unité sont discutés lors des comités de direction bimensuels afin d'assurer la cohérence à l'échelle de l'unité. Le conseil de laboratoire se réunit deux à trois fois par an pour discuter des moyens mis en œuvre. Une assemblée générale se tient annuellement afin d'aborder la politique générale de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

L'autonomie scientifique des équipes liée à leur savoir-faire et aux thématiques développées conduit à un affaiblissement des thèmes de recherche transversaux et peut constituer un frein à la coordination de projets de recherche de grande ampleur.

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

Depuis 2016, le recrutement des personnels contractuels s'effectue dans le cadre du label HRS4R (stratégie européenne des ressources humaines pour les chercheurs). Un parcours d'intégration a été mis en place au sein de l'unité. Il permet aux nouveaux entrants d'assurer leur mission au sein du laboratoire en respectant les principes éthiques, les conditions de travail et de sécurité. L'unité leur fournit, outre un environnement professionnel et les formations adaptés à leur mission, un accompagnement pour la préparation du développement de leur carrière à l'issue de leur contrat (accès à des formations).

Le plan de formation de l'unité (PFU) est mis en place par deux correspondants, un pour chaque site de l'unité. 35 % du personnel, avec une majorité de personnels d'appui à la recherche PAR (plus de 70 %), bénéficie du PFU. Ce dynamisme du personnel se reflète dans le taux de promotions au choix ou par concours interne (plus du tiers des PAR ont été promus pendant la période). Suite à la décision de fermeture du cyclotron, un plan de reconversion ou d'évolution des missions des sept personnels associés a été mis en place par l'unité en accord avec les agents concernés. Ces actions reflètent une gestion efficace des ressources humaines, mission remplie par les responsables d'équipes, de plateforme et la direction de l'unité.

Quatre assistants de prévention et trois personnels du service compétent de radioprotection permettent à l'unité de remplir les prérogatives en matière d'hygiène et de sécurité.

Durant la pandémie Covid, l'unité a mis en place un plan de continuité efficace permettant aux personnels de poursuivre leurs activités et aux plateformes de fonctionner. La prévention des risques psycho-sociaux (RPS) – en particulier, liés à la crise pandémique – est bien appréhendée par la direction de l'unité et par les assistants de prévention. Une politique incitative de formation à la détection de ces risques a été mise en place au niveau des équipes de recherche.

Grâce à la création d'un comité « développement durable » et aux actions menées afin de limiter l'empreinte carbone, l'unité a pu mettre en place une politique efficace afin de réduire l'impact environnemental des activités de recherche. De plus, les coûts énergétiques ont été réduits grâce à diverses actions engagées par l'unité (changement des luminaires) et par le CNRS (isolation thermique des bâtiments).

Le service informatique de l'unité a mis en place les outils nécessaires aux respects des règles du CNRS concernant la protection et la sauvegarde du patrimoine scientifique et les systèmes informatiques.

Points faibles et risques liés au contexte

Que ce soit au niveau des personnels permanents, des personnels contractuels et également des recrutements effectués, la parité femme-homme est faiblement respectée avec un tiers de femmes et deux tiers d'hommes. De ce fait, ce déséquilibre se reflète également dans la direction des projets et dans les promotions. La direction de l'unité compte cependant deux femmes pour un homme.

Vingt personnels permanents ont quitté l'unité (pour dix nouveaux entrants) au cours de la période, pour des raisons de mobilité pour plus des deux tiers des PAR et pour départ à la retraite pour les deux tiers des C et EC. Ces mouvements de personnels peuvent impacter les activités de recherche du laboratoire et impliquent une redistribution des missions des PAR.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité

L'attractivité de l'unité est très bonne. Elle se manifeste par les conférences et séminaires invités, par l'accueil et l'arrivée de chercheurs et d'enseignants-chercheurs (permanents et visiteurs). L'implication importante dans les projets et les réseaux d'envergure ainsi que la participation à des infrastructures de recherche nationales et européennes sont à souligner. Les plateformes du laboratoire regroupent des équipements de premier plan, voire d'ensembles d'équipements uniques au niveau mondial, qui contribuent significativement à l'attractivité de l'unité. Les mouvements de personnels (tels que les départs de personnels recrutés durant la période évaluée) constituent un risque pouvant impacter les activités de recherche de certains groupes.

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

Le rayonnement scientifique de l'unité est de très haut niveau, comme en attestent les nombreuses conférences (143 dont 114 conférences internationales), séminaires (49 dont 26 internationaux) et cours sur invitation, les (co-)organisations de congrès internationaux (39) ou encore l'implication dans les comités éditoriaux d'une vingtaine de journaux scientifiques internationaux.

Le CEMHTI est très largement impliqué dans les réseaux de recherche à l'échelle locale (direction d'UFR, bureau d'école doctorale, pôle EMSTE, plateformes mutualisées), régionale (CPER, pôles de compétitivité, réseaux d'excellence, fédérations inter-régionales, ARD), nationale (direction de fédérations et membres de groupements de recherche) et européenne (plusieurs projets FP7 et H2020). Le rayonnement scientifique du CEMHTI est également très important du fait de son activité remarquable liée à ses infrastructures de recherche (directions d'infrastructures de recherche nationales, membre du Haut Comité des TGIR).

L'expertise scientifique du CEMHTI se traduit par la participation de ses membres aux tâches d'évaluation de la recherche (projets et personnels) dans plusieurs instances nationales, européennes et internationales telles que le Hcéres, l'ANR, les programmes européens (évaluation et suivi de projets H2020, ERC), l'IAEA (*International Atomic Energy Agency*), la NSF (*National Science Foundation*, USA) ou encore le DOE (*Department of Energy*, USA). Certains membres de l'unité ont été membres de sections du comité national du CNRS (15 et CID54). Plusieurs membres participent à des comités de sélection de recrutement d'EC, à des jurys de concours de recrutement de PAR.

Il faut noter que deux personnels de l'unité ont été membres de l'Institut Universitaire de France et à la direction de l'Institut de Chimie du CNRS.

Le CEMHTI est également très actif dans les sociétés savantes afférentes à ses domaines de recherche, telles que l'*International Adsorption Society*, l'Association Française de l'Adsorption, la Société Française d'Étude de Carbone, la Fédération Française des Matériaux, le Groupe d'Étude de Résonance Magnétique, la subdivision Magnétisme et Résonance Magnétique de la SFP ou encore le Groupe Français de Spectroscopies Vibrationnelles.

Enfin, les membres du CEMHTI sont également récipiendaires de distinctions nationales telles que la médaille de bronze CNRS et les médailles individuelle et collective Cristal CNRS, ainsi que de plusieurs distinctions et prix internationaux en Chine, au Canada et aux États-Unis.

Points faibles et risques liés au contexte

Les thématiques de recherche ne sont que très peu représentées et pilotées par l'unité au niveau des projets déposés à l'échelle européenne, à l'exception de l'ERC « arrivé » au laboratoire pendant le contrat et malgré les tentatives infructueuses de demande de projets européens de la même équipe de recherche.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Durant la période évaluée, trente-six doctorats ont été soutenus pour vingt-neuf personnels titulaires de l'HDR (dont quatre ont été soutenues depuis 2016). La durée moyenne des doctorats est de l'ordre de 38 mois. Le taux d'abandon de doctorat est inférieur à 6 % et le devenir des doctorants est excellent avec un taux de placement principalement (94 %) dans le monde de la recherche académique ou privée (seuls deux doctorants sont en recherche d'emploi).

L'unité a accueilli trente-huit jeunes chercheurs en CDD et quatre-vingt-quatre stagiaires. Une politique d'accueil et de suivi d'activité (par exemple, la mise en place d'entretien individuel annuel pour tous les contrats d'une durée supérieure à un an) a été mise en place afin d'assurer l'intégration efficace des nouveaux entrants. Des formations sur l'intégrité scientifique, l'écriture des publications sont suivies par les doctorants de l'unité. Ces éléments contribuent au très bon niveau d'encadrements réalisés par les chercheurs et enseignants-chercheurs de l'unité et l'excellent devenir des jeunes scientifiques formés.

Le CEMHTI a également vu l'arrivée de cinq nouveaux C et EC au cours du contrat (trois par concours et deux en mobilité), dont une porteuse d'une ERC acquise avant son arrivée au sein de l'unité. L'unité met en œuvre une politique forte de soutien à ses nouveaux entrants dans leur installation tant matérielle (bureau, laboratoire et matériel) que scientifique (politique incitative au dépôt de projet et à la prise de responsabilité). Deux nouveaux entrants sont responsables d'équipe (OR2T et NaFMAT) et deux MCF et un CR sont porteurs d'ANR JCJC.

L'unité et le CNRS ont fortement accompagné la reconversion de plusieurs personnels, suite à la fermeture du cyclotron notamment, avec la mise en place de processus adaptés pour l'aide à la mobilité et à la formation.

Le CEMHTI a accueilli vingt-neuf chercheurs invités des continents européens, américains et asiatiques, contribuant à sa forte attractivité au niveau international.

Points faibles et risques liés au contexte

Une dizaine de personnels C et EC ne sont pas titulaires de l'HDR, limitant le potentiel d'encadrement des doctorants.

Sur la vingtaine de départs de personnels durant le contrat, plus des deux tiers concernent des PAR. Plusieurs départs ont notamment concerné la mobilité de C et EC récemment recrutés. Ces mouvements de personnels pourraient constituer un risque pour l'attractivité de l'unité et impacter certaines activités de recherche – en particulier dans l'équipe OR2T.

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

Le CEMHTI fait preuve d'une activité remarquable de dépôt de projets avec un très bon niveau de succès, contribuant pour plus de la moitié à son budget et lui permettant de financer une large part de son fonctionnement, de ses équipements et des emplois contractuels (personnels d'appui à la recherche, doctorants et post-doctorants).

Ce dynamisme se reflète par son implication dans les appels à projet des programmes d'investissements d'avenir (deux labex, deux équipex et un ldefi) s'appuyant sur le parc instrumental important de l'unité (plateforme RMN, plateforme de spectroscopie vibrationnelle) et sur le rapprochement entre recherche et enseignement (formation innovante en direction du secondaire).

L'unité est porteuse de plusieurs projets régionaux et inter-régionaux (une quinzaine de projets financés) assurant le financement de ses projets et équipements de recherche et favorisant le rapprochement avec l'industrie

(ARD MATEX), de deux projets CPER ayant permis le financement d'équipements RMN et de microscopes électroniques. Elle répond régulièrement – et avec succès – aux appels à projet de sa tutelle CNRS (NEEDS, Emergence@INC, MITI) et des organismes de recherche français tels que l'Inserm ou le Cnes. De plus, le CEMHTI a eu un fort taux de succès aux appels à projets ANR avec le financement de 44 % des projets déposés (soit trente-trois projets ANR au cours de la période, dont neuf portés par l'unité).

À l'échelle européenne, l'unité a été en capacité d'accueillir une chercheuse porteuse de l'ERC Phorosol et est partenaire de quatorze projets rentrant dans le cadre H2020 ou FP7. Citons notamment une forte implication dans huit projets financés dans le cadre de la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom), dans deux infrastructures européennes de recherche en RMN (PANACEA et Remote-NMR), dans une action Marie Skłodowska-Curie concernant le photovoltaïque (EUROSUNMED, puis INFINITE CELL) ou encore le projet européen Ô visant à proposer des méthodes innovantes de traitement de l'eau.

Points faibles et risques liés au contexte

L'unité est essentiellement porteuse de projets régionaux, inter-régionaux, CNRS et d'une faible proportion de projets ANR, limitant la visibilité du CEMHTI.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité gère quatre plateformes : « Faisceaux de particules » labellisée CNRS et membre de la fédération EMIR&A pour l'irradiation et l'analyse par faisceaux d'ions ; « RMN », membre de l'Infrastructure de Recherche RMN très hauts champs FR3050 qui devient Infranalytics FR2054 labellisée CNRS et plateforme du réseau RS2E ; « Haute température » et « Spectroscopies Vibrationnelles ». Elle est également partenaire de deux plateformes mutualisées du campus d'Orléans, Planex et Macle.

Le CEMHTI est associé avec le LEMTA de Nancy et les deux centres français de recherche de Saint-Gobain dans le laboratoire commun Canopée.

À travers ses plateformes, le CEMHTI dispose d'équipements lourds de premier plan dans son domaine, voire d'ensembles d'équipements uniques au niveau mondial. Une équipe technique est affectée à chaque plateforme. Elle est conduite par un ingénieur de recherche bien identifié et chaque agent n'est affecté qu'à une seule plateforme : c'est un mode de gestion technique simple et efficace. La plateforme « RMN » et la plateforme « Faisceaux de particules » ont des responsables scientifiques. Ces équipes assurent le fonctionnement des plateformes, l'accueil et la formation des chercheurs, des doctorants et des industriels. Elles assurent aussi la maintenance et la jouvence des équipements ainsi que la conception et la production de prototypes contribuant au développement technologique des constructeurs, ce qui se traduit par une forte valeur ajoutée, à la fois pour les utilisateurs mais aussi pour l'intérêt au travail et la carrière des personnels. Les équipes scientifiques s'appuient fortement sur les moyens des plateformes de l'unité pour assurer la production scientifique. Ainsi, la plateforme commune Macle a un impact majeur sur l'équipe scientifique CERAM, et la plateforme « Faisceaux de particules » sur l'équipe DEFIR.

Toutes les plateformes font état de nombreuses collaborations académiques et avec des industriels. De plus, elles ont des connexions avec des installations européennes et des réseaux. C'est un facteur important d'enrichissement des savoirs et des compétences des personnels, de sensibilisation à de nouvelles méthodes de travail ainsi que de veille technologique. L'accès aux créneaux d'activité des plateformes est géré par les responsables techniques (et scientifiques) sans nécessité de filtrage des demandes.

Des projets d'évolution des plateformes (couplage pelletron/accélérateur de positons, RMN 1GHz) sont programmés avec un enjeu fort pour les disciplines scientifiques utilisatrices et une source de progression technologique et de motivation pour les équipes techniques.

Les équipes gèrent intelligemment la fermeture annoncée du cyclotron par la création d'un pôle instrumentation qui interviendra dans tous les projets de l'unité, avec un intérêt technique certain pour les personnels et les projets. Cela contribuera au rapprochement des deux sites.

Points faibles et risques liés au contexte

La décision de démanteler le cyclotron de la plateforme « Faisceaux de particules » a été prise en 2019, liée, d'une part, au coût d'entretien très élevé de cette machine ancienne et à la diminution du nombre de

personnels compétents pour l'entretenir et, d'autre part, à l'impossibilité d'acheter une nouvelle machine malgré la recherche de fonds (appels d'offres, etc.).

L'équipe actuelle de la plateforme et ses utilisateurs ont vécu ce changement majeur et se trouvent donc probablement fragilisés, même si la perspective de création d'un pôle instrumentation est soutenue par le laboratoire et les personnels concernés.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique du CEMHTI est excellente d'un point de vue qualitatif et quantitatif. Il existe une bonne synergie entre les activités des plateformes et les recherches propres au CEMHTI. La production scientifique inter-équipes est inhomogène d'un groupe à un autre. Le potentiel recherche lié aux deux sites de l'unité est peu exploité.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité déploie sa production scientifique autour des activités de cinq équipes de recherche et de ses quatre plateformes.

Le CEMHTI exploite pleinement les capacités offertes par ses plateformes, de par la production qui en est issue et les développements instrumentaux réalisés.

Sont à souligner les études concernant des mesures *in situ* sur les accélérateurs du CEMHTI, l'étude par spectroscopie vibrationnelle *in situ* des matériaux et en conditions extrêmes de pression et température, la caractérisation structurale *in situ* à de très hautes températures, la synthèse de matériaux hors équilibre, ou encore les mesures RMN *in situ* de matériaux d'intérêt pour les batteries.

L'unité s'est donnée les moyens de faire émerger des nouvelles thématiques de recherche de par la création de l'équipe NatMat en 2020 par exemple.

L'expertise du CEMHTI est reconnue aux échelles nationale et internationale, comme en témoigne l'excellence de son taux de publication avec des collaborateurs nationaux et internationaux, représentant quelques 90 % des ACL publiés. L'unité publie dans des revues internationales de haut niveau avec les trois quarts de sa production dans des revues parmi les plus reconnues de sa communauté. Les revues dans lesquelles le CEMHTI publie couvrent un large domaine de par son champ d'expertises pluridisciplinaires. De nombreuses publications paraissent dans des revues spécialisées (*Inorg. Chem.*, *J. Nucl. Mater.*, *J. Non-Crystalline Solids*, *Chem. Mater.*, *Carbon*, etc.) et également, quelques publications dans des journaux à fort retentissement (quinze ACL publiés dans des revues du groupe *Nature* par exemple).

Points faibles et risques liés au contexte

Aucun point faible n'est relevé.

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 du CEMHTI est excellente ; elle a conduit à la publication de 559 articles dans des revues internationales à comité de lecture (ACL). Cela correspond à une production de 4,6 ACL/ETP/an pour un potentiel C et EC correspondant à environ vingt ETP pour la période.

La production par équipe de recherche est également très bonne, voire excellente dans certains cas (CERAM et MatRMag), puisqu'elle varie de 3,4 à 6,6 ACL/ETP/an.

Le CEMHTI a également participé à la rédaction de dix-neuf chapitres d'ouvrage et exerce des responsabilités dans l'édition de vingt-deux journaux ou collections scientifiques.

L'unité a également présenté 315 communications orales (hors invitations) dont les deux tiers dans des conférences internationales.

Il est à souligner que plusieurs ingénieurs de recherche participent activement à cette production scientifique.

Points faibles et risques liés au contexte

Il est à noter une grande disparité de la production scientifique par personnel, avec une production inférieure à cinq ACL au cours de la période pour 20 % des personnels C ou EC.

À l'échelle de l'unité, la production impliquant au moins deux équipes de recherche représente environ 15 % de la production scientifique du CEMHTI et est inhomogène à l'échelle des groupes de recherche (variant de 12 % à 54 % de la production des groupes).

À l'exception des équipes CERAM et OR2T, ce point témoigne d'une faible utilisation du potentiel de recherche inter-équipes et, plus spécifiquement, des interactions possibles entre les deux sites de l'unité.

Seul un tiers des publications fait apparaître un personnel du CEMHTI en premier ou dernier auteur (environ deux cents ACL), révélant une légère faiblesse quant à l'implication dans les thématiques de recherche.

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

Les principes d'intégrité scientifique et d'éthique sont assurés par l'utilisation de cahiers de laboratoire, par l'existence d'un système d'archivage numérique des données produites par l'unité (incluant une sauvegarde automatique des données expérimentales), par la remise de la charte de déontologie à l'ensemble des personnels, par le rappel des bonnes pratiques scientifiques lors des entretiens annuels ou encore le suivi par les doctorants des formations obligatoires proposées par l'école doctorale.

L'unité a mis en place un axe transverse « In silico : modélisation, analyse de données, open data » incluant les aspects en lien avec la science ouverte. De plus, 85 % des publications sont disponibles dans HAL et 60 % des publications sont faites en « open access ».

Points faibles et risques liés au contexte

Aucun point faible ou risque n'est à soulever quant aux principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

La valorisation industrielle des résultats propres de l'unité et les interactions des équipes avec le milieu socio-économique sont très bonnes comme en témoigne le nombre important de partenariats industriels (contrats de recherche, de prestations, dispositifs Cifre, brevets, laboratoire commun Canopée, recherche en lien avec l'industrie nucléaire). Ces résultats très positifs masquent la difficulté pour certains groupes de l'unité à valoriser certains de leurs résultats de recherche sous forme de brevet. L'implication dans des actions de communication vers le grand public est importante pour certains groupes mais aucune action n'est rapportée à l'échelle du laboratoire.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est impliquée dans de nombreux contrats industriels (plus de cinquante contrats de collaboration ou de prestation au cours de la période) sur des thématiques touchant l'ensemble des groupes de recherche et des plateformes. Ces activités contribuent de manière notable aux ressources propres de l'unité. Environ 15 % du budget de l'unité (ou 20 % des ressources propres de l'unité) impliquent un partenaire industriel. Les interactions non-académiques se traduisent également par l'obtention de financements de doctorants directs ou par dispositif Cifre, respectivement huit et sept accueillis pendant la période. La forte implication des équipes CERAM et OR2T avec Saint-Gobain au travers du laboratoire commun Canopée et celle de l'équipe DEFIR avec les acteurs du secteur nucléaire sont à souligner. De même, les équipes MatRMag et OR2T présentent des activités importantes de recherche partenariales avec des entreprises, que ce soit par le biais de contrats R&D, ou dans le cadre de projets ANR ou de projets européens. Le panel des recherches et des développements menés par l'équipe NaFMAT (décontamination de l'environnement, stockage de l'énergie, optique ou encore catalyse) conduit à des relations régulières avec le monde socio-économique.

Points faibles et risques liés au contexte

Très peu d'interactions avec le monde socio-économique impliquent plusieurs équipes de l'unité. Il n'y a aucune action à l'échelle de l'unité.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Le CEMHTI a une forte activité de valorisation, qui constitue un apport financier important pour l'unité et pour l'amélioration continue des plateformes.

Le CEMHTI s'applique à valoriser ses résultats par des brevets (neuf brevets déposés au cours de la période).

Outre la création du laboratoire commun Canopée avec l'entreprise Saint-Gobain (équipe CERAM associée au LEMTA - Nancy), le développement de pilotes pour le traitement de l'eau (équipe NaFMAT) ou encore la production de radioisotopes pour la santé (équipe DEFIR) sont à mentionner.

L'équipe DEFIR est très impliquée dans le programme NEEDS ou les projets EURATOME qui fédèrent l'effort de recherche sur le nucléaire et qui s'organisent sur des partenariats entre le CNRS et des acteurs français et européens du nucléaire.

L'unité a publié une dizaine d'articles à destination d'acteurs industriels du domaine des matériaux réfractaires.

Points faibles et risques liés au contexte

La valorisation des activités de recherche du laboratoire est portée par les équipes de recherche de manière inégale. Parmi les neuf brevets de l'unité déposés au cours de la période, six impliquent l'équipe CERAM.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

Le partage des connaissances avec le grand public est réalisé à travers les actions des groupes de recherche. Cela a lieu lors de diverses manifestations comme la fête de la science, l'accueil de lycéens et des actions de vulgarisation telles que la création de films ou la participation à des émissions de radio. Citons les contributions de l'équipe DEFIR à la nuit de l'antimatière, la réalisation d'une vidéo à destination du grand public sur les batteries et supercondensateurs par les équipes NaFMAT et MatRMag, l'émission France 3 « Feuilleton dans les laboratoires » sur la lévitation aérodynamique de l'équipe CERAM ou encore la communication CNRS des équipes OR2T et CERAM sur le thème « Le stockage souterrain peut entraîner la fracturation des roches hôtes ».

Points faibles et risques liés au contexte

Les activités en lien fort avec les milieux socio-économiques, bien que globalement variées, reposent sur un nombre restreint de personnels permanents de l'unité.

C - RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Le comité recommande de renforcer la communication et les échanges entre les personnels des deux sites de l'unité, et avec la direction de l'unité, notamment par des interactions directes plus régulières.

Les risques psycho-sociaux sont importants au niveau des personnels d'appui à la recherche, en particulier dans le pôle administratif et financier. Une réorganisation – avec le soutien de la tutelle de l'unité et dans les meilleurs délais – est indispensable afin de ne pas impacter le potentiel recherche remarquable de l'unité. La création d'un comité du personnel et d'un CSHCT pourrait également être bénéfique dans cette perspective.

La diminution des effectifs (OR2T en particulier) et la fermeture du cyclotron (DEFIR) ne doivent pas altérer la pérennité de thématiques phares de l'unité, ni le développement de projets originaux engagés pendant le contrat. Le comité recommande à l'unité de développer une stratégie globale visant à conserver – voire développer par des recrutements – les expertises reconnues de l'unité.

L'unité a bien conscience de la difficulté des opérations de démantèlement du cyclotron avec les fortes contraintes de sûreté nucléaire qui y sont associées. Cependant, comme aucun schéma d'opération du démantèlement n'existe aujourd'hui, une incertitude forte pèse sur l'unité, sa structure et ses personnels. Le comité encourage l'unité à engager des réflexions afin de positionner ses personnels et accompagner cette opération.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

L'unité développe des recherches propres et possède un parc instrumental exceptionnel faisant partie de réseaux nationaux et internationaux. L'attractivité de l'unité repose sur cet équilibre recherche propre et service qu'il convient de maintenir.

Chaque plateforme est opérée par une équipe technique propre, ce qui constitue un point positif. Cependant, il semble qu'il n'existe pas d'interaction structurée entre ces équipes. Le partage d'expérience et d'expertise est un point à renforcer, devant permettre d'améliorer la visibilité du potentiel important de l'unité, ainsi que son attractivité.

Le comité recommande à l'unité de renforcer les liens avec l'université d'Orléans, par exemple, par une implication plus importante de ses personnels dans la structure universitaire. Le recrutement de doctorants par l'unité, qui ne s'appuie que très peu sur le potentiel offert par l'université d'Orléans, ainsi que celui d'enseignants-chercheurs, pourrait ainsi être conforté.

Le potentiel d'encadrement doctoral apparaît sous-exploité. Le comité invite l'unité à développer une politique incitative au soutien d'HDR.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

L'unité a une production scientifique remarquable et un taux de succès excellent dans les appels à projets compétitifs. Il convient de maintenir ces indicateurs à un très haut niveau, tout en renforçant le positionnement de l'unité dans les projets menés et dans les journaux ciblés.

Les efforts pour augmenter les projets inter-équipes doivent être poursuivis, voire intensifiés. L'unité a mis en place des thématiques transverses. Il conviendra de renforcer cette stratégie globale par une organisation interne opérationnelle afin d'améliorer les interactions entre équipes et le positionnement de l'unité sur ces sujets à l'échelle nationale et internationale.

Comme mentionné par certaines équipes, le comité invite l'unité à veiller à raccourcir les délais entre la fin des doctorats et la publication des travaux associés. La politique de soutien du laboratoire pour les HDR, en

particulier dans les équipes ayant vu le départ de nombreux personnels est un point d'amélioration potentielle dans cette trajectoire.

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

L'inscription des activités de recherche dans la société est portée de manière inhomogène par les différentes équipes de recherche de l'unité. Étant donné le potentiel important lié aux développements d'outils et de méthodologies originales, et les nombreuses collaborations et partenariats industriels, le comité encourage l'unité à mettre en place une stratégie à l'échelle du laboratoire pour exploiter au mieux ce potentiel et renforcer ces activités.

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE

Équipe 1 : CERAM CERAM - (Vitro)Céramiques Transparentes et Céramiques Réfractaires

Nom du responsable : M. Mathieu Allix

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de recherche de l'équipe visent le développement de nouveaux matériaux amorphes ou phases cristallines, leur caractérisation et l'analyse du comportement des liquides à très haute température. Les domaines d'expertise sont la synthèse des verres et vitrocéramiques par des méthodes hors-équilibre, les déterminations structurales et microstructurales, l'analyse et la modélisation des mécanismes de corrosion et l'instrumentation à très haute température. Les approches expérimentales et théoriques des mécanismes de corrosion, du transport réactif et de l'élaboration de nouveaux matériaux visent à la fois des aspects fondamentaux et les applications dans les domaines de l'énergie nucléaire et solaire, la sidérurgie et l'optique.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations du précédent rapport concernaient l'hétérogénéité du rayonnement et la nécessité de repositionner certains chercheurs dans les structures pour accroître la visibilité de l'équipe. Les tentatives pour associer ces personnels ne semblent pas avoir abouti, et la disparité dans l'implication persiste, s'expliquant pour certains par des charges d'enseignements importantes.

Deux HDR ont été soutenues au cours de la période et une troisième en 2022.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE (EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2021)

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	4
Sous-total personnels permanents en activité	9
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	12
Sous-total personnels non permanents en activité	14
Total personnels	23

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe CERAM est une référence nationale et internationale dans le domaine des hautes températures avec, notamment, la caractérisation structurale *in situ* à des températures élevées ainsi que pour la synthèse des matériaux hors équilibre par des moyens expérimentaux originaux. Le dynamisme de cette équipe se manifeste par un nombre important de publications, de très bon niveau, ainsi que par cinq brevets déposés. Il existe une bonne complémentarité entre les travaux d'intérêt fondamental et les applications industrielles.

Un atout de l'équipe est l'utilisation des équipements presque uniques, développés au sein de la plateforme haute température.

Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'équipe CERAM au cours de la période de plus de cent cinquante publications est remarquable avec 6,8 ACL/ETP/ an. Il est notable que les membres de l'équipe sont les acteurs principaux de la plupart des publications scientifiques avec environ 80 % signées en premier auteur ou auteur correspondant.

Les personnels PAR de l'équipe, et notamment les ingénieurs, contribuent à la production de l'équipe. Les doctorants et post-doctorants sont également actifs dans la production scientifique.

L'interaction de l'équipe avec les autres équipes du CEMHTI, et également avec la plateforme « Haute température », est indéniable, comme l'atteste plus de la moitié des publications co-signées.

Les publications de l'équipe couvrent, à parts quasi-égales, les journaux de référence du domaine (*Ceramics International*, *Journal of European Ceramic Society*, etc.), et les journaux généralistes en chimie du solide (*Inorganic Chemistry*).

Il est à souligner une part importante de près de 20 % de la production dans des journaux à très forte reconnaissance (*Progress in materials science*, *Advanced energy materials*, *Nano Today*, *Nature communications*, etc.).

L'impact des publications peut être estimé comme très bon sur la base du nombre important de citations.

Le rayonnement de l'équipe est important (prix internationaux, cristal du CNRS, recrutement CNRS) et ses membres sont invités dans des conférences internationales (23) et nationales (8).

L'expertise de l'équipe est reconnue internationalement, ce qui se traduit par un réseau de collaborations de grande qualité ainsi que par près de 70 % des publications signées avec des co-auteurs internationaux.

Les sujets d'étude sont d'intérêt fondamental mais aussi pour des applications industrielles. Concernant ce dernier point, il existe une forte implication de l'équipe dans un laboratoire commun avec deux centres de recherches de Saint-Gobain.

Cinq brevets (dont quatre avec extension à l'international) et une enveloppe Soleau ont été déposés et deux transferts technologiques ont été réalisés au cours de la période considérée.

Les interactions avec des entreprises comprennent des contrats de collaboration incluant souvent le financement de thèses (sept au cours de la période). L'équipe s'est investie dans le développement de formations auprès des partenaires académiques ou industriels (mesure de température, diffraction des rayons X).

Points faibles et risques liés au contexte

Suite au départ d'un DR en 2018, d'un PR en 2020, actuellement émérite et d'un IR en 2020, le potentiel de recherche de l'équipe s'est réduit, malgré le recrutement d'un CR en 2019.

Avec un effectif réduit il y a un risque de dispersion thématique.

Une forte inhomogénéité dans la production scientifique et le rayonnement est à souligner.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage l'équipe à poursuivre la dynamique très positive confirmée par de multiples marqueurs pendant le mandat (visibilités nationale et internationale remarquables, production scientifique de très bonne qualité).

Elle doit rester vigilante, du fait de la diminution de son effectif, à limiter la dispersion thématique. Des efforts sont à poursuivre pour combler l'hétérogénéité d'implication de certains membres de l'équipe, en essayant de les intégrer dans les projets de recherche.

Le comité recommande à l'équipe de définir une stratégie afin de viser des financements européens et internationaux et d'envisager des projets de type ERC qui sont à la portée de certains de ses membres.

Équipe 2 :

DEFIR - Défauts, Impuretés, Radiotraceurs

Nom de la responsable : Mme Marie-France Barthe

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de l'équipe DEFIR sont liées à la thématique de l'énergie, qu'elle soit nucléaire (fusion, fission) ou photovoltaïque et à l'imagerie médicale, grâce au développement de radionucléides exotiques innovants pour l'imagerie nucléaire ou la thérapie. Les principaux thèmes portés par l'équipe DEFIR sont donc les suivants : i) l'étude de l'interaction rayonnement-matière, afin de comprendre le comportement des matériaux sous irradiation ; ii) l'étude des défauts dans les matériaux : l'équipe est ainsi la seule à mettre en œuvre en France la spectroscopie d'annihilation de positons qui permet d'étudier des défauts lacunaires qui ne sont pas visibles en microscopie ; iii) la caractérisation des propriétés optiques et électriques des matériaux ; iv) la radiochimie.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a visé des journaux à plus forte reconnaissance et, du fait de la diversification de ses activités, a ciblé d'autres domaines, répondant ainsi à deux recommandations du précédent comité. L'équipe s'est impliquée sur de nouveaux sujets en lien avec le photovoltaïque et l'électronique, et l'étude des surfaces et interfaces, tout en évitant une trop grande dispersion des thématiques.

Au vu du contexte actuel avec la relance de la filière nucléaire, les travaux de l'équipe sur le thème de l'énergie nucléaire sont toujours importants et nécessaires, comme l'attestent ses publications dans *Journal of Nuclear Materials* (30 % des publications), revue de la communauté qui travaille sur les matériaux du nucléaire.

Le précédent rapport recommandait également d'engager des actions de formation afin d'augmenter l'attractivité et la visibilité de DEFIR. À ce titre, deux personnes de l'équipe sont intervenues récemment dans un MOOC traitant de spectroscopie (publié en 2020-2021).

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE (EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2021)

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	3
Sous-total personnels permanents en activité	8
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	7
Total personnels	15

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe DEFIR a une activité scientifique importante. Elle développe de nouveaux outils expérimentaux uniques, ce qui témoigne de son expertise et de son dynamisme. Pour cela, elle s'appuie sur les compétences variées et reconnues des personnels d'appui à la recherche qui travaillent dans l'équipe et sur la plateforme « Faisceaux de particules ».

Elle interagit avec les autres équipes du CEMHTI, et a de nombreux collaborateurs, académiques ou non, en France et à l'étranger. Elle est impliquée dans des projets variés, en particulier européens.

De par ses thématiques, l'équipe devrait bénéficier du contexte actuel de relance de l'énergie nucléaire.

L'arrêt programmé du cyclotron de la plateforme « Faisceaux de particules », a impacté l'équipe mais elle a su diversifier son activité et impulser de nouvelles thématiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe DEFIR interagit fortement avec la plateforme « Faisceaux de particules » à travers l'utilisation des accélérateurs pour irradier les matériaux et les caractériser, et également pour développer de nouveaux outils expérimentaux (mesures *in situ*) uniques. Elle est également impliquée dans le réseau EMIR&A qui regroupe des plateformes d'irradiation, de radiolyse et d'analyse par faisceaux d'ions. Ses thématiques s'inscrivent dans le contexte actuel de relance de l'énergie nucléaire.

La production scientifique de l'équipe est importante au cours de la période : 77 ACL, correspondant à 3,5 ACL/ETP/an (3,75 ETP hors PAR pour la période), 163 communications dont dix-huit conférences invitées, cinq interventions dans des écoles internationales, témoignant de la visibilité et de la reconnaissance internationales de l'équipe dans sa communauté. Près de 20 % de ses publications sont en interaction avec les autres équipes de l'unité (hors plateforme).

Les personnels d'appui à la recherche, notamment les ingénieurs de recherche, contribuent fortement à l'ensemble de l'activité de l'équipe (recherche, publication, porteurs de contrats de recherche et de prestation, etc.)

L'équipe collabore avec des laboratoires de différents continents : Europe principalement, en raison de sa participation à des projets européens), mais aussi Afrique autour du photovoltaïque, ou États-Unis pour les activités au niveau de la production de radio-isotopes innovants. Ces collaborations se traduisent par près de 40 % des publications avec co-signature internationale. Il est à noter que plus de 65 % des ressources de l'équipe proviennent de financements européens (neuf projets H2020, etc.).

L'équipe DEFIR est également impliquée dans ses thématiques avec des partenaires non-académiques, ce qui lui permet d'obtenir des financements (contrats, dispositifs Cifre) : CEA et EDF pour ce qui a principalement trait à l'énergie nucléaire, *Ion Beam Service (IBS)*, *STMicroelectronics* pour les semi-conducteurs 2D et les composants micro-électroniques, l'entreprise SOLEMS pour le photovoltaïque, etc.

Ces interactions permettent à l'équipe d'élargir ses thématiques autour de la caractérisation de défauts, par exemple dans des couches minces, de développer de nouveaux dispositifs, de travailler sur la durée de vie des réacteurs nucléaires actuels, la gestion des déchets nucléaires et le développement de nouveaux réacteurs. Dans le domaine du photovoltaïque, l'objectif de l'équipe est de mettre au point des systèmes à bas coût, efficaces et durables. Une des forces de ces travaux réside également dans l'interaction avec des modélisateurs d'autres équipes du CEMHTI ou du CEA.

L'équipe est très impliquée dans le programme NEEDS qui fédère l'effort de recherche sur le nucléaire et qui s'organise sur des partenariats entre le CNRS et des acteurs français du nucléaire. Au sein de ce programme, l'équipe a animé le projet fédérateur Matériaux et a construit un projet structurant depuis 2019, projet qui associe plusieurs UMR, le CEA et EDF et qui est co-piloté par un membre de l'équipe. L'équipe est également impliquée dans différents projets européens (projets EURATOME, Eurofusion, contribution au montage du projet européen INSPYRE, etc.).

L'équipe est fortement investie dans la formation par la recherche avec quatorze doctorants (dont neuf thèses soutenues), en adéquation avec son potentiel d'HDR (quatre), huit post-doctorants et plus de quarante stagiaires de niveaux iut, écoles d'ingénieurs, licence ou master accueillis au cours de la période.

Enfin, l'équipe partage ses connaissances avec le grand public à travers diverses manifestations comme la fête de la science, l'accueil de lycéens, la participation à la nuit de l'antimatière et des actions de vulgarisation (création d'un film, participation à une émission de radio, etc.).

De nouveaux projets sont en cours (couplage pelletron et positons lents) et devraient permettre de mener des recherches de premier plan sur la caractérisation de défauts *in situ* voire *operando*.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe DEFIR est localisée sur le site « cyclotron » du CEMHTI alors que la majeure partie de l'unité est située sur le site « haute température », ce qui complexifie les interactions et les échanges entre les deux sites.

L'implication des C et EC dans l'activité de recherche et la production scientifique est hétérogène.

La proportion de la production scientifique accessible en archive ouverte (HAL, ChemRxiv, etc.) reste faible (de l'ordre de 40 %).

Les interactions de l'équipe en lien avec le monde socio-économique, pour certaines relativement pérennes, ne se traduisent pas par des actions de valorisation telles que le dépôt de brevet ou le développement de formation des acteurs du monde non-académique.

L'arrêt programmé du cyclotron a des répercussions sur l'équipe DEFIR qui travaille en étroite collaboration avec la plateforme « Faisceaux de particules ». En particulier, l'activité liée à la production de radio-isotopes et en lien avec la recherche médicale, va s'arrêter, entraînant une perte de compétences dans ce domaine.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage l'équipe à poursuivre les nouvelles activités engagées tout en maintenant son expertise dans le domaine du nucléaire, en adéquation avec son potentiel de recherche et le parc expérimental.

Il lui est recommandé de déposer toutes les publications sur HAL, ou sur un autre support de science ouverte comme ChemRxiv par exemple, afin d'accroître la visibilité de ses activités.

Le comité invite l'équipe à poursuivre ses actions afin d'inciter tout le personnel permanent à valoriser les résultats obtenus par des publications. De plus, l'équipe pourrait envisager de s'engager dans des actions de formation en lien avec le monde non académique, afin d'améliorer son attractivité vis-à-vis de ces acteurs ainsi que des étudiants.

Le comité encourage l'équipe à favoriser la communication et les échanges, notamment autour des personnels d'appui à la recherche, entre le site cyclotron où elle se trouve et le site haute température. Cela permettra en particulier de faire émerger de nouvelles idées autour de dispositifs expérimentaux novateurs, dont la réalisation et la mise en œuvre sont nécessaires avec l'arrêt du cyclotron.

Équipe 3 : MatRMag - Matériaux et Résonance Magnétique

Nom de la responsable : Mme Valérie Montouillout

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe MatRMag mène une activité de recherche essentiellement centrée autour du développement de la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN) et de son utilisation pour la caractérisation de l'ordre local et de la dynamique de matériaux. Pour développer son activité, elle peut s'appuyer sur un parc de six spectromètres RMN (de 200 à 850 MHz).

L'équipe s'intéresse à la RMN *in situ*, appliquée à l'étude de matériaux à haute température (2000 °C) ainsi qu'à l'étude de batteries en condition de charge-décharge. Ses activités concernent également la caractérisation de matériaux inorganiques amorphes, les études structurales de biomatériaux, de matériaux organiques et organo-métalliques. L'équipe mène des développements méthodologiques en RMN du solide et en imagerie des matériaux. Elle s'investit dans le développement de sondes et d'environnements échantillons originaux ainsi que dans le développement ou l'application de méthodes numériques de traitement et de simulation de spectres RMN.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a très largement pris en compte les recommandations formulées lors de la précédente évaluation. Elle a veillé à garder une bonne homogénéité du niveau de sa production scientifique. Son implication dans les appels à projets européens s'est renforcée par la participation au contrat européen Actislag (*Research Fund for coal and Steel*) ainsi que, pour son activité de plateforme, au réseau Panacea (*Pan-European solid-state NMR Infrastructure for chemistry Enabling Access*).

Les sources de financement de thèse ont été diversifiées pour éviter de dépendre du seul financement de l'ANR. Outre des doctorants financés sur projets ANR, des doctorants sont aussi financés par des dispositifs Cifre ou des financements internationaux.

La précédente évaluation avait recommandé une vigilance particulière au niveau de la gestion des ressources humaines de l'équipe pour s'assurer d'une continuité dans l'animation des thématiques de recherche de pointe de l'équipe. En particulier, il était recommandé de veiller à une prise de responsabilité des plus jeunes membres de l'équipe pour suppléer les leaders appelés à occuper des fonctions plus importantes. L'évolution des responsabilités portées par les membres de l'équipe entre les deux contrats montre que cette recommandation a été suivie avec succès.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE (EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2021)

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

Doctorants	12
Sous-total personnels non permanents en activité	12
Total personnels	23

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe MatRMag est une équipe de référence à l'échelle internationale pour la caractérisation avancée de matériaux par spectrométrie de RMN, attestée par une production scientifique remarquable.

L'équipe développe une expertise impressionnante à la fois au niveau de l'acquisition de données (environnements échantillons spécifiques, développement de séquences d'impulsions) et au niveau du traitement des données (programmes de traitement de données et simulations numériques de spectres). Plusieurs spectromètres de RMN permettant la réalisation des recherches de l'équipe sont également des appareils faisant l'objet d'une ouverture à des recherches extérieures au laboratoire. Ces spectromètres appartiennent, pour un temps d'accès annuel prédéfini, à des plateformes reconnues à l'échelle nationale (IR-RMN THC devenu Infranalytics, RS2E) ou internationale (Panacea).

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe possède une expertise rare à l'échelle internationale dans la caractérisation *in situ* de matériaux par spectroscopie RMN. Ses activités sont à l'état de l'art du point de vue du développement de séquences et méthodes d'analyse grâce à un panel instrumental de premier plan (spectromètres hauts champs, sondes, gradients).

La production scientifique de l'équipe comprend 240 publications et 69 communications orales à l'international (et 29 nationales). Ceci constitue un excellent niveau d'activité de publication d'un point de vue quantitatif (6,3 ACL/ETP/an). Elle publie dans des revues de références dans le domaine de la chimie des matériaux (*Inorganic Chemistry, Chemistry C, Nature materials* etc.) ainsi que dans des revues généralistes au meilleur niveau (*Nature Com, ACS Nano, etc.*). Près de la moitié de ses publications sont en co-publication avec des partenaires internationaux et trente pour cent avec des membres d'autres équipes de l'unité.

Le rayonnement de l'équipe est important, comme l'attestent la soixantaine de conférences invitées (dont cinquante internationales), la participation à des comités scientifiques et d'organisation de conférences. La reconnaissance des membres de l'équipe s'est traduite par une médaille de bronze et un Cristal collectif du CNRS. Parmi ses membres, sont à souligner deux nominations en tant que membres IUF junior et la direction de l'institut INC du CNRS.

L'équipe a accueilli vingt-et-un doctorants, dont neuf ont soutenu leur thèse pendant la période.

On note une activité de recherche homogène dans l'équipe avec un fort engagement de l'ensemble des personnels susceptibles de porter une activité de recherche : chercheurs, enseignants-chercheurs et ingénieurs de recherche. Il apparaît clairement que les ingénieurs de recherche de l'équipe sont pleinement impliqués dans le portage scientifique de projets tout en assumant une charge d'accueil sur les plateformes RMN de l'unité (IR-RMN, Panacea et plateforme du réseau RS2E).

L'équipe a une implication importante dans de nombreux projets obtenus sur appels à projets régionaux (cinq), nationaux (douze) et internationaux (cinq). Les relations avec le monde socio-économique se traduisent par des contrats de collaboration et de prestation, le financement de thèses en dispositif Cifre (trois).

L'équipe s'investit fortement dans l'animation scientifique à destination du grand public (vice-présidence de Centre sciences, expositions, atelier, visites, débats par exemple pour la fête de la science).

Points faibles et risques liés au contexte

Du point de vue des ressources humaines, l'équipe va devoir veiller à anticiper les départs en retraite de deux chercheurs CNRS particulièrement impliqués dans l'activité RMN de l'unité.

L'équipe accueille un nombre relativement peu élevé de stagiaires de niveau master ou DUT (une dizaine) par rapport au nombre de doctorants accueillis, qui pourraient constituer un vivier de potentiels doctorants.

L'équipe coordonne peu de projets (trois) parmi les nombreux projets régionaux, nationaux et internationaux (22) auxquels elle participe.

L'équipe présente une forte activité de recherche partenariale avec des entreprises, que ce soit par le biais de projets ANR (SGD Pharma, Renault, Graftys, Rio Tinto Alcan) ou de projets européens (contrat Actislag), pourtant le bilan scientifique ne fait apparaître aucun brevet résultant de ces travaux. Cela interroge quant au partage de la propriété intellectuelle issue des travaux.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Étant donné le nombre de projets menés par l'équipe, le comité recommande à l'équipe d'encourager les enseignants-chercheurs et les ingénieurs de recherche qui le peuvent à passer leur HDR. En ce qui concerne plus particulièrement les ingénieurs de recherche, l'équipe pourrait mettre en place une organisation du travail pour leur faciliter cette démarche.

Le comité encourage l'équipe à évaluer la possibilité de mettre en place avec ses partenaires industriels une politique de partage de la propriété intellectuelle lui permettant d'être associée au dépôt de brevets que sa recherche peut conduire à déposer.

L'équipe a mentionné par elle-même un point d'amélioration possible visant à raccourcir ses délais entre la fin des thèses réalisées dans le groupe et la publication des travaux correspondants. Le comité ne peut qu'encourager l'équipe à travailler dans cette voie pour faciliter un bon débouché postdoctoral à ses étudiants dans un contexte toujours compétitif.

Équipe 4 : NaFMAT - Nano-matériaux Fonctionnels

Nom de la responsable : Mme Maria Concepcion Ovin Ania

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe NaFMAT développe des recherches pour la conception et le développement de nouveaux procédés de synthèse de matériaux et nanomatériaux principalement carbonés. Cette équipe travaille aussi sur la caractérisation multi-échelle des propriétés physico-chimiques, texturales et structurales de ces matériaux et sur leurs applications dans des domaines divers comme le stockage de l'énergie, les traitements de l'environnement (pollution), le développement de capteurs ou encore l'optique.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Cette équipe n'existait pas lors du précédent mandat. Elle a été créée en 2019 suite au regroupement de deux chercheurs du CEHMTI arrivés en 2017 auxquelles s'est associée une directrice de recherche arrivée en 2019. Cette équipe a contribué fortement, au cours de ce mandat, au développement des relations avec le monde socio-économique plus ou moins proche de l'unité. Cet aspect avait été noté comme un point à améliorer.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE (EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2021)

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	2
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	3
Post-doctorants	1
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	9
Total personnels	14

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe NaFMAT est une nouvelle équipe, créée en 2019. La production scientifique est d'un très bon niveau mais est inégalement répartie entre les chercheuses de l'équipe. L'activité contractuelle est excellente et très diversifiée, allant de contrats européens à de très nombreux contrats avec des instances locales. Les collaborations internationales sont nombreuses et le rayonnement des scientifiques de l'équipe est indéniable. Un des points faibles et un risque pour l'équipe, non soulevé dans le DAE, semble être le manque de collaboration au sein même de l'équipe entre les trois chercheuses.

Points forts et possibilités liées au contexte

Il faut tout d'abord noter que cette équipe a été récemment créée et qu'une des trois directrices de recherche a rejoint l'équipe seulement en 2019. La production scientifique de l'équipe est excellente dans son ensemble avec 66 publications parues au cours de la période (intégrant les publications des personnels depuis leur arrivée au CEMHTI, soit 2017 ou 2019). Plus de 75 % de ces articles sont publiés dans des revues de bonne renommée de leur discipline (*Carbon*, *Chemical Engineering Journal*, *ACS Applied materials & interfaces*, etc.). L'équipe a également publié dans des journaux à forte reconnaissance tels que *Nature materials*, *ACS Energy letters*, *Advanced Science*, *ACS Nano*.

Cette équipe participe très largement à la formation par la recherche avec un nombre très important d'encadrements de doctorants (dix), masters (huit) ou encore post-doctorants (huit).

Les activités de l'équipe NaFMAT ont un très fort caractère international avec de nombreux contrats bilatéraux (PRC, PHC, PICS, etc.) avec le Chili, le Mexique, l'Espagne ou encore la Russie. Ces collaborations permettent d'accueillir au sein de l'équipe un nombre conséquent de doctorants, de post-doctorants et des chercheurs invités internationaux pour des durées plus ou moins longues.

Cette forte activité à l'international se traduit également par un très grand nombre de conférences orales données à l'international (87) dont presque la moitié sur invitation. Le rayonnement international de cette équipe peut donc être considéré comme remarquable.

Les domaines d'application des recherches menées par l'équipe NaFMAT, à savoir décontamination de l'environnement, stockage de l'énergie, optique ou encore catalyse permettent d'avoir des relations régulières et intenses avec le monde socio-économique.

Les relations avec les industriels sont nombreuses et souvent contractualisées. Deux brevets ont été déposés et étendus à l'international et plusieurs projets ont été jusqu'à la maturation avec la SATT Conectus (Alsace).

La contractualisation de projets est très diversifiée puisque l'équipe a bénéficié de plusieurs projets APR-IR (Appel à Projet Recherche d'Intérêt Régional) mis en place par la région Centre-Val de Loire, de projets R&D avec différents industriels, de projets ANR PRCE et aussi d'un projet H2020-Innovation.

L'équipe a bénéficié de l'ERC Phorosol acquis par l'une des chercheuses avant son arrivée au CEMHTI.

Les activités envers le grand public ne sont pas négligées par l'équipe NaFMAT qui a participé à des interventions lors de la fête de la science, un événement international sur l'égalité des genres en science et à un projet art et science en accueillant un artiste indien pendant trois semaines dans l'unité. De plus, une vidéo à destination du grand public sur les batteries et supercondensateurs (défis énergétiques de demain) a été tournée et publiée sur YouTube.

Points faibles et risques liés au contexte

Au niveau de la production scientifique un déséquilibre important existe entre les chercheuses de l'équipe NaFMAT. De plus, très peu de publications impliquent au moins deux chercheuses permanentes de l'équipe, ce qui est très surprenant au sein d'une équipe de recherche qui est assez récente.

Enfin, dans les nombreux doctorants et post-doctorants accueillis au sein de l'équipe, très peu ont des publications avec les directrices de recherche de l'équipe et certains n'ont pas de publication. Tout cela ne montre pas une réelle synergie au sein de cette équipe qui semble plus être l'association d'individualités. Cet aspect devra être travaillé pour donner un vrai sens à la création de cette équipe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage cette jeune équipe à se structurer afin d'aller vers une vraie cohésion d'équipe.

Il l'invite à mettre en place et contractualiser des projets d'envergure impliquant l'équipe davantage dans sa globalité.

Le comité recommande aux membres de l'équipe de veiller à ne pas se disperser au niveau des sujets menés, que ce soit dans leur thématique ou dans l'approche scientifique. Face au faible potentiel humain, cela peut représenter un risque important pour le bon développement de cette équipe très prometteuse.

Le comité invite l'équipe à engager des réflexions pour mettre en place une stratégie de développement passant par un renforcement de son potentiel humain (recrutement EC, C et/ou PAR).

Équipe 5 : OR2T, Optique, Rayonnement Thermique et Transport

Nom du responsable : M. Olivier Rozenbaum

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'expertise de l'équipe OR2T concerne l'étude et la caractérisation par des techniques de spectroscopies vibrationnelles, notamment Raman et émission infrarouge, et spectroscopie d'impédance de matériaux sous différentes formes et phases, avec une expertise unique et reconnue dans les mesures en conditions extrêmes, *in situ* et *operando*. Ces recherches sont structurées en trois thématiques principales : (i) caractérisation des milieux texturés et multiphasiques ; (ii) verres et milieux fondus à hautes températures ; (iii) développement instrumental et méthodologique. Dans cette démarche scientifique, l'équipe s'adresse à des applications variées (matériaux pour l'optique, pour l'industrie nucléaire, pour le stockage de l'énergie, l'aérospatial, etc.) dont certaines à fort impact sociétal (environnement, santé, sciences de la terre, sciences humaines).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations du précédent rapport qui visaient à accroître la visibilité à l'international selon différents aspects ont été prises en compte en tenant compte du contexte de la période. Le nombre de publications dans des journaux généralistes à plus forte reconnaissance a augmenté pour atteindre environ 10 % des ACL publiés. Il est à noter que 44 % des publications sont co-signées avec des partenaires internationaux.

L'équipe fait état de conférences invitées internationales (douze) et des présentations orales des travaux de recherche dans des congrès internationaux (cinquante-cinq) dont certains lors d'événements réputés (*EGU General Assembly, AGU Meeting*).

Comme recommandé, l'équipe a accru le nombre de post-doctorants (cinq) accueillis pendant la période.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE (EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2021)

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	4
Sous-total personnels permanents en activité	9
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	9
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	20

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe OR2T mène une activité de recherche originale et de qualité centrée sur l'étude de matériaux par spectroscopies vibrationnelles et d'impédance en conditions extrêmes, assistées par des calculs et des simulations. Les membres de l'équipe conçoivent des méthodologies expérimentales et numériques propres, donnant lieu à une expertise unique et reconnue comme l'attestent la très bonne production scientifique dans la période (109 RICL), l'invitation à des conférences internationales (15), ainsi que l'obtention de contrats de recherche académiques (deux ANR JCJC) et industriels (contrats et thèses Cifre).

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe dispose de moyens expérimentaux de pointe, avec une plateforme propre (spectroscopie vibrationnelle) et une plateforme mutualisée avec l'ISTO (équipex PlanEx) où sont développés des outils pour l'étude in situ et en conditions extrêmes de pression et température de matériaux. En parallèle aux moyens expérimentaux, l'équipe développe des outils théoriques et numériques complémentaires pour une meilleure compréhension des propriétés et des phénomènes d'intérêt (ANR JCJC OUTWARDS).

Grâce à une expertise technique et scientifique unique (par exemple, record de haute température en spectroscopie Raman), unie à la versatilité de l'approche, les travaux de l'équipe concernent un grand nombre d'applications et d'enjeux sociétaux (nouveaux matériaux, industrie nucléaire, aérospatial, énergie, sciences de la terre, santé etc.). Pour ces travaux, l'équipe possède des sources de financement propres, tant académiques (ANR) que non-académiques (neuf contrats avec des entreprises).

L'ensemble des membres de l'équipe a contribué à la production scientifique de cent-neuf ACL, correspondant à 3,7 ACL/ETP/an, quinze conférences invitées, soixante-dix-sept conférences orales et trente-deux posters et au rayonnement de l'activité de recherche, y compris les non-permanents, doctorants et post-doctorants. La forte implication des ingénieurs de recherche de l'équipe à la production et à la diffusion scientifiques est à souligner.

Près de 30 % des publications de l'équipe sont co-signées avec des membres d'autres équipes de l'unité.

L'équipe s'est investie fortement dans la formation par la recherche à travers l'accueil de stagiaires (quatorze masters, élèves ingénieurs et surtout étudiants de L3), de doctorants (dix-sept) et de post-doctorants (cinq) au cours du mandat.

L'équipe a participé à la création du laboratoire commun Canopée et y est impliquée.

Des financements du CEA sous forme de contrats et de thèses ainsi que le dépôt d'un brevet (avec d'autres unités du site orléanais) démontrent les interactions de l'équipe avec le monde socio-économique.

Plusieurs membres de l'équipe se sont investis dans la création et l'élaboration d'un MOOC « Spectroscopie : fondamentaux et applications », en assurant la coordination pédagogique et la prise en charge de plusieurs modules. Ce module a été suivi par huit mille personnes en 2020 et 2021.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe fait face à une diminution significative de ses ressources humaines suite au départ de plusieurs chercheurs (trois), enseignants-chercheurs (deux) et personnels techniques (un) à cause de départs à la retraite et de mobilités au cours de la période. Ceci constitue un risque important de perte d'expertises, notamment dans les thématiques liées à la spectroscopie Raman, qui constitue un des sujets phares. Cette réduction entraîne aussi une diminution importante des capacités d'encadrement de l'équipe, ce qui est particulièrement aggravé par l'absence actuelle de chercheurs à temps plein (CR et DR).

Avec un renforcement souhaitable des moyens humains pour la période à venir, l'équipe devrait pouvoir aussi accroître son taux de pilotage de projets, les actions vers le monde socio-économique et la participation aux débats de société.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe de mettre en place des stratégies concrètes de communication sur les points d'attractivité de l'équipe (moyens techniques, originalité, versatilité, collaborations académiques et industrielles, etc.) afin d'encourager le recrutement et/ou la mutation des personnels vers cette équipe.

Le comité encourage l'équipe à renforcer les synergies déjà existantes avec les autres équipes du CEMTHI, par des projets communs pouvant donner lieu, par exemple, à des co-tutelles de thèse, afin de garder le niveau d'activité de l'équipe malgré la réduction des moyens humains.

Au vu du potentiel lié au développement d'outils et de méthodologies originales, et des collaborations et partenariats industriels, un plus fort investissement dans des activités de partenariat et valorisation, à travers, par exemple, le dépôt de brevets ou la création de start-up serait souhaitable et constituerait un point de renfort.

Une plus forte implication des membres de l'équipe en tant que porteurs de projets nationaux et internationaux est à encourager afin d'accroître le rayonnement et l'attractivité de l'équipe et d'augmenter les ressources propres, permettant ainsi le recrutement de personnels non permanents (post-doctorants, ingénieurs, etc.).

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 6 février 2023 à 08h00

Fin : 8 février 2023 à 12h30

Entretiens réalisés en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Le comité d'experts a été accueilli les 6, 7 et 8 février 2023 au sein de l'unité CEMHTI à Orléans.

Les entretiens se sont déroulés soit dans les locaux de la délégation régionale (DR) du CNRS (Amphi Sadron), soit dans les locaux du CEMHTI site Haute température (salle de réunion RMN). Le comité a eu à sa disposition des salles (salle Chambord – locaux DR, salle RMN – site HT, salle de réunion Cyclo – site Cyclotron) pour ses réunions à huis clos. Les réunions ouvertes aux personnels ainsi que les réunions à huis clos avec les tutelles (mode hybride) ont eu lieu dans la salle de réunion RMN.

Le programme de l'entretien est résumé ci-après.

Lundi 6 février 2023

08:00 - 08:45	Réunion du comité (huis clos)
08:45 - 09:00	Présentation du comité et du déroulement de l'entretien (Ouvert à l'ensemble du CEMHTI / Amphi Sadron)
09:00 - 10:30	Présentation bilan et trajectoire : directrice et futur directeur de l'unité (50') Discussion : 40' (Ouvert à l'ensemble du CEMHTI / Amphi Sadron)
10:30 - 10:50	Pause
10:50 - 12:10	Présentation des plateformes (50') Discussion : 30' (Ouvert à l'ensemble du CEMHTI / Amphi Sadron)
12:10 - 13:45	Pause repas et réunion du comité (huis clos)
13:45 - 14:45	Présentation de l'équipe CERAM – Céramiques transparentes et céramiques réfractaires Présentation 30' – discussion 30' (Ouvert à l'ensemble du CEMHTI / Amphi Sadron)
14:45 - 15:45	Présentation de l'équipe OR2T – Optique, rayonnement, thermique et transport Présentation 30' – discussion 30' (Ouvert à l'ensemble du CEMHTI / Amphi Sadron)
15:45 - 16:15	Pause
16:15 - 16:55	Présentation de l'équipe NaFMAT – <i>Nano and functional materials</i> Présentation 20' – discussion 20' (Ouvert à l'ensemble du CEMHTI / Amphi Sadron)
17:15 - 18:45	Visite 1 – visite du site cyclotron
18:30 - 19:30	Réunion du comité (huis clos) Salle de réunion Cyclo

Mardi 7 février 2022

08:00 - 10:00	Visite 2 – visite du site Haute température
10:00 - 10:30	Réunion du comité (huis clos)
10:30 - 10:50	Pause
10:50 - 11:30	Entretien du comité avec les personnels d'appui à la recherche (tout statut) (Sans DU, sans responsables)
11:35 - 12:15	Entretien du comité avec les doctorants, post-doctorants, contractuels (Sans DU, sans responsables)
12:20 - 13:00	Entretien du comité avec les chercheurs et les enseignants-chercheurs (Sans DU, sans responsables)
13:00 - 14:30	Séance posters / Buffet (Ouvert à l'ensemble du CEMHTI)
14:30 - 15:30	Présentation de l'équipe DEFIR – Défauts, impuretés, radiotraceurs Présentation 30' – discussion 30' (Ouvert à l'ensemble du CEMHTI / Amphi Sadron)

- 15:30 - 16:30 Présentation de l'équipe MatRMag – Matériaux et résonance magnétique
Présentation 30' – discussion 30'
(Ouvert à l'ensemble du CEMHTI / Amphi Sadron)
- 16:30 - 16:50 Pause
- 16:50 - 17:15 Réunion du comité (huis clos)
- 17:15 - 17:45 Entretien avec les tutelles (CNRS, université d'Orléans)
- 17:45 - 19:15 Réunion du comité (huis clos)

Mercredi 8 février

- 08:00 - 09:15 Entretiens personnalisés sur demande de rendez-vous
- 09:15 - 10:00 Entretien du comité avec les animateurs d'équipe et les responsables de plateformes
- 10:00 - 10:20 Entretiens personnalisés sur demande de rendez-vous
- 10:20 - 10:30 Pause
- 10:30 - 11:00 Entretien du comité avec l'équipe de direction
- 11:00 - 12:30 Réunion du comité (huis clos)

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Le Président

Tél : 02 38 49 47 48 - secretariat.cabinet@univ-orleans.fr

Références à rappeler : EB/SF/24

Affaire suivie par : Pascal BONNET

☎ 02 38 49 25 50 ✉ vp.cr@univ-orleans.fr

Haut conseil de l'évaluation de la recherche et
de l'enseignement supérieur (Hcéres)
Monsieur Éric SAINT-AMAN
Directeur du département d'évaluation
de la recherche
2 rue Albert Einstein
75013 PARIS

Monsieur le directeur,

L'université d'Orléans souhaite remercier l'ensemble des membres des différents comités d'évaluation du Hcéres, conseillers scientifiques et comités d'experts, pour le temps consacré à l'expertise des bilans des laboratoires de recherche et des fédérations.

Lors des échanges entre les différents comités et les directions des laboratoires, il a été mentionné à plusieurs reprises l'absence d'augmentation des dotations des laboratoires.

Il est important ici de souligner que l'université d'Orléans a traversé de très graves difficultés financières lors du dernier contrat quinquennal (2016-2022) et en particulier la mise en œuvre d'un Plan de Retour à l'Equilibre (PRE) à la demande du Ministère pour faire face à une trésorerie négative (2016).

Par ailleurs, sur la même période, l'université a vécu une hausse de ses effectifs étudiants de plus de 25% alors que sa dotation n'a évolué que de 0,5% par an en moyenne.

Cette situation n'a effectivement pas permis une augmentation du budget consacré à la recherche sur cette période.

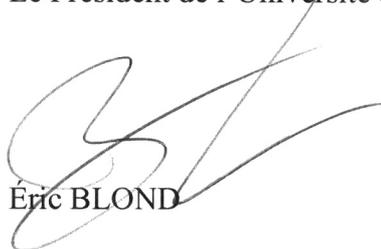
.../...

En outre, cette difficulté financière a également eu un impact sur les recrutements de nouveaux personnels en appui de la recherche, et seuls les départs en retraite ont pu être renouvelés systématiquement.

La situation est assainie depuis 2020 et il est important de noter que les dotations des laboratoires de recherche ont depuis augmenté et que de nouveaux postes de personnels en appui à la recherche ont été créés dans certains laboratoires lors des campagnes 2021 et 2022. Cette dynamique sera maintenue dans les prochaines années.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Le Président de l'Université d'Orléans

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Eric Blond', written over the printed name.

Eric BLOND



Conditions Extrêmes et Matériaux :
Haute Température et Irradiation
CEMHTI UPR3079



Catherine Bessada
Directrice
☎ : (33) 238 25 55 09
☎ : (33) 238 63 81 03
✉ catherine.bessada@cnrs-orleans.fr

Orléans, le 19 Juin 2023

Evaluation HCERES

Objet : Rapport d'évaluation - DER-PUR230023009 - CEMHTI - Conditions extrêmes et matériaux : haute température et irradiation.

Madame, Monsieur

Je n'ai aucune remarque ni observation à apporter concernant ce rapport.

Je tiens à remercier le comité HCERES pour ses recommandations et ses conseils dont nous tiendrons compte pour le futur mandat et qui nous permettra d'améliorer encore notre fonctionnement.

Cordialement

Fait à Orléans, le 19 juin 2023

Catherine Bessada,
Directrice du CEMHTI



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

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



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

hceres.fr

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

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

